05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# ANALISIS POLA KEMARAU HIDROLOGI DI LEMBANGAN SUNGAI LANGAT, SELANGOR, MALAYSIA.

NORDIN SAKKE

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH DOKTOR FALSAFAH (GEOGRAFI)

FAKULTI SAINS KEMANUSIAAN
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2016

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## ABSTRAK

Kajian ini menganalisis kemarau dan sifat-sifatnya di lembangan Sungai Langat, Selangor. Luahan aliran rendah sungai dianalisis menggunakan nilai purata luahan harian ($Q_{mean}$) manakala bagi peristiwa kemarau, persentil 70 ($Q_{70}$) digunakan sebagai *paras ambang*. Luahan sungai yang mempunyai tempoh berbeza dari empat stesen iaitu Lui, Rinching, Kajang dan Dengkil telah digunakan untuk mengkaji kemarau. Statistik deskriptif, ujian trend Mann-Kendall Z, kecerunan Sen, ujian kekerapan, statistik Z, ANOVA sehala, regresi/korelasi dan Kendall $\tau$ digunakan dalam analisis. Hasil kajian menunjukkan purata tempoh aliran rendah adalah 9,780 hari (64.8%). Tempoh ini menyumbangkan 38.6% daripada keseluruhan luahan dalam tempoh kajian. Sebanyak 32 tahun mengalami kemarau. Tahun-tahun di mana kesemua stesen dilanda kemarau ialah 1978, 1980, 1982, 1983 dan 1999. Sebanyak 92 peristiwa kemarau telah direkodkan bagi semua stesen semasa tempoh kajian di mana kebanyakan landaan lebih tertumpu antara tahun 1976 – 1987 dan 1999 - 2006. Tahun 1978 telah merekodkan peristiwa tertinggi. Bagi tempoh kemarau, purata ialah 1,968 hari. Tempoh terpanjang direkodkan di Dengkil pada tahun 1987. Dari segi magnitud, semua stesen telah merekodkan defisit kemarau di bawah 10% daripada keseluruhan luahan aliran rendah; defisit tertinggi berlaku di Lui iaitu 9.9% manakala terendah direkodkan di Kajang iaitu 4.0%. Hasil kajian menunjukkan lembangan Sungai Langat telah mengalami kemarau parah pada tahun 1977, 1980, 2001, 2002 dan 2006. Corak kemarau memaparkan trend menurun di kawasan yang banyak litupan tumbuhan seperti Lui dan Rinching, manakala kawasan pembangunan seperti Kajang dan Dengkil menunjukkan trend sebaliknya. Berdasarkan trend pembangunan di kawasan kajian, kejadian kemarau diunjurkan akan meningkat pada masa akan datang. Oleh itu dicadangkan kepada pihak berkuasa tempatan (PBT) agar lebih bersikap proaktif dalam memelihara kawasan bertumbuhan dan mengurus pembangunan fizikal dalam usaha untuk meminimumkan impak kemarau terhadap kemapanan bekalan air .

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



# ANALYSIS OF HYDROLOGICAL DROUGHT PATTERN IN THE LANGAT RIVER BASIN, SELANGOR, MALAYSIA

## ABSTRACT

This study analyses drought and its characteristics in the Langat River basin, Selangor. Low flow river discharges were analysed using mean daily discharge ($Q_{mean}$) while drought event was determined using $70^{th}$ percentile ($Q_{70}$) as threshold level. River discharge of varying years from four stations, Lui, Rinching, Kajang and Dengkil were used to study the event. Descriptive statistics, Mann-Kendall Z, Sen slope, frequency tests, Z statistics, one-way ANOVA, regression/correlation and Kendall $\tau$ were used in the analysis. Results showed that average of low flow period were 9,780 days (64.8%). This corresponds to 38.6% of the total river discharge throughout the study period. Drought were experienced for 32 years, the years in which all stations recorded drought events were 1978, 1980, 1982, 1983, 1999. A total of 92 drought events were recorded for all stations during the study period whereby most of the events occurred between 1976 to 1987 and 1996 to 2006. Year 1978 recorded the highest number of drought events. For drought duration, the average was 1,968 days. The longest drought event was recorded in Dengkil in 1987. In terms of magnitude, all stations recorded that drought deficit were below 10% of the total low flow river discharge; the highest deficit was found in Lui at 9.9% while the lowest was recorded in Kajang which was at 4.0%. The results showed that the Langat River basin had experienced severe droughts in 1977, 1980, 2001, 2002, and 2006. The drought pattern exhibited a decreasing trends in areas with heavy vegetation covers whereas in developed areas such Kajang and Dengkil, the trend displayed otherwise. Based on the current development trend in the study area, the drought events are projected to increase in the future. Therefore it is proposed that the local authorities (LAs) be more proactive in maintaining the vegetated areas and managing the physical development in order to minimize the impact of drought to the sustainability of water supply.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# SENARAI KANDUNGAN


| | | Muka Surat |
|---|---|---|
| **PENGAKUAN** | | ii |
| **PENGHARGAAN** | | iii |
| **ABSTRAK** | | iv |
| **ABSTRACT** | | v |
| **SENARAI KANDUNGAN** | | vi |
| **SENARAI JADUAL** | | xi |
| **SENARAI RAJAH** | | xvii |
| **SENARAI SINGKATAN & SIMBOL** | | xxvi |
| **BAB 1 PENGENALAN** | | |
| 1.1 | Pendahuluan | 1 |
| 1.2 | Pernyataan Masalah Dan Persoalan Kajian | 5 |
| 1.3 | Matlamat Dan Objektif | 11 |
| 1.4 | Kerangka Konseptual Dan Reka Bentuk Kajian | 11 |
| 1.5 | Kepentingan Kajian | 17 |
| 1.6 | Skop Dan Batasan Kajian | 18 |
| 1.7 | Kesimpulan | 19 |
| **BAB 2 SOROTAN LITERATUR** | | |
| 2.1 | Pendahuluan | 21 |
| 2.2 | Konsep Kemarau | 22 |
| 2.2.1 | Definisi Kemarau | 25 |
| 2.2.2 | Definisi Kemarau Hidrologi | 32 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



2.2.3 Definisi Kemarau Luahan Sungai 37

2.3 Penentuan Kemarau Dan Indeks Kemarau

2.3.1 Petunjuk Aliran Rendah 45

2.3.2 Petunjuk Defisit 50

2.3.3 Indeks Dan Petunjuk Kemarau Aliran Sungai 62

2.4 Kajian Lepas Berkaitan Kemarau Aliran Sungai 70

2.5 Kesimpulan 79

**BAB 3 KAWASAN KAJIAN**

3.1 Pendahuluan 81

3.2 Lembangan SungaiLangat Sepintas Lalu 82

3.3 Sifat Fisiografi Umum

3.3.1 Lokasi Dan Liputan Kajian 88

3.3.2 Topografi 90

3.3.3 Batuan Dan Tanih 92

3.3.4 Sistem Saliran 94

3.4 Sifat Hidrometeorologi

3.4.1 Cuaca 96

3.4.2 Hidrologi-Sumber Air 99

3.5 Litupan Gunatanah Dan Aktiviti Ekonomi

3.5.1 Litupan Tumbuhan – Hutan 104

3.5.2 Perbandaran 106

3.5.3 Perindustrian 107

3.5.4 Perlombongan 108

3.5.5 Pertanian Dan Penternakan 109

3.5.6 Sosio-Demografi 110

3.6 Kesimpulan 112

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**BAB 4 METODOLOGI**

4.1 Pendahuluan 113

4.2 Penyediaan Dan Inventori Data 114

4.2.1 Data Luahan Sungai 116

4.2.2 Data Hujan 119

4.2.3 Data Spatial 121

4.2.4 Data Penduduk 122

4.3 Kaedah Menganalisis Data 122

4.3.1 Analisis Data 123

4.3.2 Analisis Statistik 142

4.3.3 Analisis Data Spatial 151

4.4 Kesimpulan 154

**BAB 5 ANALISIS LUAHAN SUNGAI**

5.1 Pendahuluan 155

5.2 Variasi Sifat Hujan 157

5.3 Variasai Luahan Sungai 165

5.3.1 Ciri-Ciri Luahan Harian 166

5.3.2 Ciri-Ciri Luahan Bulanan 208

5.3.3 Ciri-Ciri Luahan Musiman 246

5.3.4 Ciri-Ciri Luahan Tahunan 264

5.4 Jumlah Luahan Dan Tempoh Bawah Paras $Q_{mean}$ 275

5.4.1 Stesen 3118445 Lui 275

5.4.2 Stesen 2918401 Rinching 278

5.4.3 Stesen 2917401 Kajang 280

5.4.4 Stesen 2816441 Dengkil 283

5.5 Kesimpulan 286

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**BAB 6 ANALISIS KEMARAU**

6.1 Pendahuluan 287

6.2 Ciri Luahan Bawah Paras $Q_{70}$ 288

6.2.1 Stesen 3118445 Lui 290

6.2.2 Stesen 2918401 Rinching 294

6.2.3 Stesen 2917401 Kajang 297

6.2.4 Stesen 2816441 Dengkil 301

6.3 Penentuan Tempoh Asas Peristiwa Kemarau 305

6.4 Taburan Dan Trend Kejadian Kemarau 309

6.4.1 Taburan Dan Trend Kemarau Tempoh Rekod 309

6.4.2 Trend Kemarau $TA_{45}$ 313

6.4.3 Trend Kemarau $TA_{90}$ 316

6.5 Ciri-Ciri Peristiwa Kemarau 320

6.5.1 Bilangan Peristiwa Kemarau 320

6.5.2 Tempoh Kemarau 332

6.5.3 Magnitud Kemarau 358

6.6 Kesimpulan 372

**BAB 7 PERBINCANGAN**

7.1 Pendahuluan 374

7.2 Dapatan Dan Perbincangan 375

7.2.1 Variasi Luahan Aliran Rendah 375

7.2.2 Pendekatan Luahan Defisit Dalam Kajian Kemarau 382

7.2.3 Penentuan Tempoh Asas Kemarau Hidrologi 385

7.2.4 Pola Landaan Kemarau Tahunan 388

7.2.5 Pola Peristiwa Kemarau 393

7.2.6 Taburan Dan Corak Tempoh Kemarau 395

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



7.2.7 Taburan Dan Corak Defisit Kemarau 398

7.2.8 Trend Luahan Aliran Rendah & Kemarau 402

7.2.9 Tahap Keparahan Kemarau 406

7.3 Kesimpulan 409

**BAB 8 KESIMPULAN DAN CADANGAN KAJIAN AKAN DATANG**

8.1 Pendahuluan 411

8.2 Rumusan Kajian 412

8.3 Implikasi Kajian 416

8.4 Cadangan Kajian Akan Datang 418

8.5 Kesimpulan 420

**BIBLIOGRAFI** 423

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



# SENARAI JADUAL


| No. Jadual | | Muka Surat |
|---|---|---|
| 2.1. | Pengelasan tahap kekeringan mengikut PHDI | 65 |
| 2.2 | Pengelasan tahap kekeringan mengikut SPI | 66 |
| 2.3 | Pengelasan tahapan kemarau mengikut SRI | 67 |
| 2.4 | Pengelasan tahap kekeringan dan kebasahan mengikut SWSI | 68 |
| 2.5 | Pengelasan tahap kemarau mengikut SDI | 69 |
| 2.6 | Pengelasan tahapan kemarau mengikut SSI | 70 |
| 3.1 | Pola guna tanah lembangan Sg. Langat antara tahun 1974 - 2001 | 87 |
| 3.2 | Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dalam lembangan Sg. Langat | 89 |
| 3.3 | Purata hujan bulanan dan tahunan lembangan Sg. Langat | 97 |
| 3.4 | Data cuaca di Stesen UKM Bangi antara tahun 1985 - 2000 | 99 |
| 3.5 | Sifat Hidrologi Negeri Selangor | 100 |
| 3.6 | Jumlah pengambilan air mentah di lembangan Sg. Langat | 101 |
| 3.7 | Bilangan loji rawatan di lembangan Sg. Langat | 101 |
| 3.8 | Telaga yang dimiliki oleh Jabatan Bekalan Air Negeri Selangor | 102 |
| 3.9 | Telaga yang dimiliki oleh pihak swasta | 102 |
| 3.10 | Senarai empangan di lembangan Sg. Langat | 104 |
| 3.11 | Taburan hutan simpan di kawasan kajian pada tahun 2007 | 106 |
| 3.12 | Lokasi dan bilangan kawasan perlombongan mineral di lembangan Sg. Langat | 109 |
| 3.13 | Unjuran keperluan perumahan di kawasan kajian sehingga tahun 2020 | 111 |
| 3.14 | Jumlah penduduk di kawasan kajian | 111 |
| 4.1 | Kedudukan lokasi hidrometer luahan air sungai di lembangan Sg. Langat | 120 |
| 4.2 | Luahan aliran rendah menggunakan purata rekod ($Q_{mean}$) | 135 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Jadual** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 4.3 | Nilai PMT 7-hari bagi stesen luahan di lembangan Sg. Langat | 135 |
| 4.4 | Paras Ambang (PA) bagi di lembangan Sg. Langat antara tahun 1974 – 2008 | 136 |
| 4.5 | Pengkelasan Kemarau Aliran Sungai | 138 |
| 4.6 | Episod El Nino yang melanda Asia Tenggara | 141 |
| 4.7 | Contoh analisis deskriptif luahan bulanan di stesen 3118445 Lui | 144 |
| 4.8 | Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ di stesen 2917401 Kajang | 148 |
| 4.9 | Darjah hubungan korelasi | 151 |
| 5.1 | Curahan hujan yang diterima mengikut musim | 158 |
| 5.2 | Trend hujan di lembangan Sg. Langat antara tahun 1965 - 2013 | 160 |
| 5.3 | Taburan hujan (%) mengikut pengkelasan hujan di lembangan Sg. Langat | 161 |
| 5.4 | Taburan hujan mengikut tahun El Nino | 164 |
| 5.5 | Luahan aliran rendah menggunakan purata rekod ($Q_{mean}$) | 167 |
| 5.6 | Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 3118445 Lui | 173 |
| 5.7 | Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 3118445 Lui | 175 |
| 5.8 | Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 2918401 Rinching | 182 |
| 5.9 | Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 2918401 Rinching | 184 |
| 5.10 | Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 2917401 Kajang | 190 |
| 5.11 | Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 2917401 Kajang | 192 |
| 5.12 | Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 2816441 Dengkil | 198 |
| 5.13 | Pola dan trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 2816441 Dengkil | 200 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Jadual** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 5.14 | Corak luahan $Q_{mean}$ bagi stesen-stesen cerapan di lembangan Sg. Langat | 205 |
| 5.15 | Corak luahan $Q_{min}$ bagi stesen-stesen luahan di lembangan Sg. Langat | 206 |
| 5.16 | Trend dan aras keyakinan (signifikan) bagi parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ | 207 |
| 5.17 | Corak luahan bulanan dan skoz Z di stesen 3118445 Lui | 212 |
| 5.18 | Trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ bagi stesen 3118445 Lui | 216 |
| 5.19 | Corak luahan bulanan dan skor Z di stesen 2918401 Rinching | 220 |
| 5.20 | Pola dan trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di stesen 2918401 Rinching | 224 |
| 5.21 | Corak luahan bulanan dan skoz Z di stesen 2917401 Kajang | 228 |
| 5.22 | Trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ bagi stesen 2917401 Kajang | 232 |
| 5.23 | Corak luahan bulanan dan skoz Z di stesen 2816441 Dengkil | 236 |
| 5.24 | Trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ bagi stesen 2816441 Dengkil | 240 |
| 5.25 | Corak purata luahan bagi stesen-stesen cerapan di lembangan Sg. Langat | 242 |
| 5.26 | Trend dan aras keyakinan bagi parameter luahan purata dan min | 245 |
| 5.27 | Trend luahan musim basah dan kering di stesen 3118445 Lui | 249 |
| 5.28 | Trend luahan musim basah dan kering di stesen 2918401 Rinching | 252 |
| 5.29 | Trend luahan musim basah dan kering di stesen 2917401 Kajang | 256 |
| 5.30 | Trend luahan musim basah dan kering di stesen 2816441 Dengkil | 259 |
| 5.31 | Trend dan aras keyakinan bagi parameter luahan musiman di lembangan Sg. Langat | 262 |
| 5.32 | Corak luahan musiman dan skor Z di lembangan Sg. Langat | 263 |
| 5.33 | Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 3118445 Lui | 266 |
| 5.34 | Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 2918401 Rinching | 268 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Jadual** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 5.35 | Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 2917401 Kajang | 270 |
| 5.36 | Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 2917401 Kajang | 272 |
| 5.37 | Corak luahan tahunan dan skor Z di lembangan Sg. Langat | 274 |
| 5.38 | Trend dan aras keyakinan bagi luahan tahunan lembangan Sg. Langat | 275 |
| 5.39 | Pola dan trend luahan $<Q_{mean}$ di stesen 3118445 Lui | 278 |
| 5.40 | Pola dan trend luahan $<Q_{mean}$ di stesen 2918401 Rinching | 281 |
| 5.41 | Pola dan trend luahan $<Q_{mean}$ di stesen 2917401 Kajang | 284 |
| 5.42 | Pola dan trend luahan $<Q_{mean}$ di stesen 2816441 Dengkil | 287 |
| 6.1 | Corak Luahan $<Q_{70}$ (%) di lembangan Sg. Langat | 289 |
| 6.2 | Trend luahan $<Q_{70}$ di lembangan Sg. Langat | 289 |
| 6.3 | Trend jumlah luahan dan bilangan hari $<Q_{70}$ di stesen 3118445 Lui | 291 |
| 6.4 | Trend jumlah luahan dan bilangan hari $<Q_{70}$ di Stesen 2918401 Rinching | 296 |
| 6.5 | Trend jumlah luahan dan bilangan hari $<Q_{70}$ di Stesen 2917401 Kajang | 299 |
| 6.6 | Trend jumlah luahan dan bilangan hari $<Q_{70}$ di Stesen 2816441 Dengkil | 303 |
| 6.7 | Analisis ANOVA bagi BPK dan UBK bagi TR di Lembangan Sg. Langat | 322 |
| 6.8 | Trend BPK dan UPK bagi TR di lembangan Sg. Langat | 322 |
| 6.9 | Analisis ANOVA ke atas BPK dan UBK bagi $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 325 |
| 6.10 | Trend BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{45}$ di lembangan Sg. Langat | 325 |
| 6.11 | Analisis ANOVA bagi BPK dan UBK bagi $TA_{90}$ di lembangan Sg. Langat | 328 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Jadual** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 6.12 | Trend BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{90}$ di lembangan Sg. Langat | 328 |
| 6.13 | Analisis ANOVA bagi BPK dan UBK mengikut PA di lembangan Sg. Langat | 330 |
| 6.14 | Analisis ANOVA tempoh kemarau TT-TR di Lembangan Sg. Langat | 334 |
| 6.15 | Analisis ANOVA tempoh kemarau TPK-TR di Lembangan Sg. Langat | 335 |
| 6.16 | Trend TT dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 337 |
| 6.17 | Trend TPK-TR dalam tempoh TR di lembangan Sg. Langat | 339 |
| 6.18 | Analisis ANOVA tempoh kemarau TT- $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 340 |
| 6.19 | Analisis ANOVA tempoh kemarau TPK- $TA_{45}$ di lembangan Sg. Langat | 341 |
| 6.20 | Trend TT- $TA_{45}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 342 |
| 6.21 | Trend TPK- $TA_{45}$ dalam tempoh TK/TR di Lembangan Sg. Langat | 345 |
| 6.22 | Analisis ANOVA tempoh kemarau TT- $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 346 |
| 6.23 | Analisis ANOVA tempoh kemarau TPK- $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 347 |
| 6.24 | Trend TT- $TA_{90}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 348 |
| 6.25 | Trend TPK- $TA_{90}$ dalam tempoh TK/TR di Lembangan Sg. Langat | 351 |
| 6.26 | Analisis ANOVA bagi tempoh kemarau TT mengikut aras PA di Lembangan Sg. Langat | 356 |
| 6.27 | Trend tempoh kemarau TT mengikut aras PA di Lembangan Sg. Langat | 357 |
| 6.28 | Trend DT dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 360 |
| 6.29 | Trend DPK-TR dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 361 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Jadual** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 6.30 | Trend DT- $TA_{45}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 363 |
| 6.31 | Trend DPK- $TA_{45}$ dalam tempoh TK/TR di Lembangan Sg. Langat | 365 |
| 6.32 | Trend DT- $TA_{90}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 367 |
| 6.33 | Trend DPK- $TA_{90}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sg. Langat | 369 |
| 7.1 | Pola dan corak luahan Qmean dalam tempoh kajian | 377 |
| 7.2 | Pola dan corak luahan Qmean mengikut musim dalam tempoh kajian | 378 |
| 7.3 | Pola dan corak luahan $Q_{70}$ berbanding Qmean dalam tempoh kajian | 381 |
| 7.4 | Pengkelasan Kemarau Aliran Sungai menggunakan PA di lembangan Sg. Langat | 385 |
| 7.5 | Bilangan dan Ulangan TK antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sg. Langat | 389 |
| 7.6 | Bilangan TK dan Ulangan PK antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sg. Langat | 393 |
| 7.7 | Tempoh Kemarau antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sg. Langat | 496 |
| 7.8 | Defisit Kemarau antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sg. Langat | 400 |
| 7.9 | Trend Kemarau dan Hujan antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sg. Langat menggunakan Mann-Kendall | 404 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



# SENARAI RAJAH


| No. Rajah | | Muka Surat |
|---|---|---|
| 1.1 | Perkadaran jumlah dan mangsa yang terlibat mengikut jenis bencana. | 2 |
| 1.2 | Kemerosotan alam sekitar kesan interaksi sistem semula jadi dengan sistem kegunaan manusia. | 6 |
| 1.3 | Model perubahan-kesan-akibat . | 14 |
| 1.4 | Model perubahan-kesan-akibat bagi peristiwa kemarau. | 15 |
| 1.5 | Reka bentuk kajian | 16 |
| 2.1 | Kekurangan air hasilan persekitaran dan pengaruh manusia. | 23 |
| 2.2 | Impak defisit hujan ke atas peringkat kitaran hidrologi. | 26 |
| 2.3 | Pengkelasan kemarau mengikut peringkat kitaran hidrologi. | 31 |
| 2.4 | Pengkelasan kemarau hidrologi. | 36 |
| 2.5 | Pengelasan peristiwa hidrologi. | 37 |
| 2.6 | Kitaran hidrologi lembangan sungai. | 42 |
| 2.7 | Penyebaran kemarau meteorologi kepada kemarau hidrologi. | 44 |
| 2.8 | Petunjuk ciri-ciri kemarau luahan sungai. | 46 |
| 2.9 | Penentuan aliran rendah-kemarau berpandukan KTA | 48 |
| 2.10 | Contoh penentuan LMT daripada siri luahan harian. | 49 |
| 2.11 | Keluk penawaran-tolak-permintaan untuk pendefinisian kemarau. | 51 |
| 2.12 | Definisi peristiwa kemarau di bawah paras ambang | 52 |
| 2.13 | Paras ambang yang berbeza dalam penentuan kemarau. | 54 |
| 2.14 | Pengaruh PA ke atas bilangan PK, kemarau saling bergantung dan kemarau serpihan. | 55 |
| 2.15 | Elemen kemarau berdasarkan teori larian. | 59 |
| 2.16 | Jumlah defisit kemarau. | 62 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 3.1 | Litupan tumbuhan dan guna tanah lembangan Sg. Langat 1974 | 85 |
| 3.2 | Litupan tumbuhan dan guna tanah lembangan Sg. Langat 1991 | 85 |
| 3.3 | Litupan tumbuhan dan guna tanah lembangan Sg. Langat 2001 | 86 |
| 3.4 | Kedudukan kawasan lembangan Sg. Langat | 89 |
| 3.5 | Bentuk muka bumi lembangan Sg. Langat | 91 |
| 3.6 | Profil keratan rentas dan sedimen di lembangan Sg. Langat. | 91 |
| 3.7 | Taburan batuan di lembangan Sg. Langat | 93 |
| 3.8 | Taburan jenis tanih di lembangan Sg. Langat | 95 |
| 3.9 | Jaringan saliran lembangan Sg. Langat (*Upper Basin*) | 95 |
| 3.10 | Taburan Hutan Simpan di Lembangan Sg. Langat | 105 |
| 4.1 | Sub lembangan dan kedudukan stesen sukat luah di kawasan kajian | 119 |
| 4.2 | Contoh kesilapan dan keraguan data siri masa stesen Lui 1965 –2013 | 125 |
| 4.3 | Contoh trend tidak konsisten dalam siri masa stesen Lui 1965 – 2013 | 126 |
| 4.4 | Proses penyelarasan dan pembinaan semula data menggunakan keluk jisim | 127 |
| 4.5 | Penyusunan semula nilai luahan stesen Lui untuk pemetaan KTA | 137 |
| 4.6 | KTA bagi stesen Lui antara tahun 1965 – 2013 | 137 |
| 4.7 | Jumlah luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen 3118445 Lui | 148 |
| 4.8 | Bilangan hari dan $Q_{mean\ b}$ ($m^3s^{-1}$) aliran rendah bagi stesen 3118445 Lui | 149 |
| 4.9 | Serakan skor Z bagi luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ di stesen 3118445 Lui. | 150 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 4.10 | Teknik pemotongan dan tindanan dalam GIS | 153 |
| 4.11 | Teknik Pengelasan dalam GIS | 154 |
| 5.1 | Musim-musim yang dialami oleh Malaysia | 157 |
| 5.2 | Intensiti hujan (%) mengikut kelas di lembangan Sg. Langat. | 162 |
| 5.3 | Purata taburan hujan (mm) bulanan di lembangan Sg. Langat (1965 -2009). | 162 |
| 5.4 | Trend hujan (mm) di lembangan Sg. Langat antara tahun 1965 – 2013. | 163 |
| 5.5 | Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 3118445 Lui | 170 |
| 5.6 | Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 3118445 Lui | 170 |
| 5.7 | Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$, PMT dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 3118445 Lui | 170 |
| 5.8 | Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen Lui | 172 |
| 5.9 | Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2918401 Rinching. | 179 |
| 5.10 | Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2918401 Rinching | 179 |
| 5.11 | Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$, PMT dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 2918401 Rinching | 179 |
| 5.12 | Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ di stesen Rinching. | 181 |
| 5.13 | Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2917401 Kajang | 187 |
| 5.14 | Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2917401 Kajang | 187 |
| 5.15 | Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 2917401 Kajang | 187 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 5.16 | Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ di stesen Kajang. | 189 |
| 5.17 | Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2816441 Dengkil | 195 |
| 5.18 | Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2816441 Dengkil | 195 |
| 5.19 | Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 2816441 Dengkil | 195 |
| 5.20 | Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ di stesen Dengkil. | 197 |
| 5.21 | Serakan nilai skor Z bagi luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 3118445 Lui | 209 |
| 5.22 | Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 3118445 Lui | 210 |
| 5.23 | Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan (Qbt) di stesen Lui. | 211 |
| 5.24 | Serakan luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2918401 Rinching | 218 |
| 5.25 | Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2918401 Rinching | 218 |
| 5.26 | Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) di stesen Rinching. | 218 |
| 5.27 | Serakan luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2917401 Kajang | 226 |
| 5.28 | Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2917401 Kajang | 226 |
| 5.29 | Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan (Qbt) di stesen Kajang. | 227 |
| 5.30 | Serakan luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2816441 Dengkil | 235 |
| 5.31 | Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2816441 Dengkil | 235 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 5.32 | Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) di stesen Dengkil. | 235 |
| 5.33 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 3118445 Lui | 247 |
| 5.34 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 3118445 Lui | 248 |
| 5.35 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 2918401 Rinching | 250 |
| 5.36 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2918401 Rinching | 251 |
| 5.37 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 2917401 Kajang | 254 |
| 5.38 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2917401 Kajang | 255 |
| 5.39 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 2816441 Dengkil | 257 |
| 5.40 | Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2816441 Dengkil | 258 |
| 5.41 | Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ t}$ bagi stesen 3118445 Lui | 265 |
| 5.42 | Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ t}$ bagi stesen 2918401 Rinching. | 267 |
| 5.43 | Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ t}$ bagi stesen 2917401 Kajang. | 270 |
| 5.44 | Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ t}$ bagi stesen 2816441 Dengkil. | 272 |
| 5.45 | Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami $<Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 3118445 Lui | 277 |
| 5.46 | Bilangan hari dan luahan bulanan $< Q_{mean\ b}$ agi stesen 3118445 Lui | 277 |
| 5.47 | Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami $<Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 2918401 Rinching | 278 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 5.48 | Bilangan hari dan luahan bulanan < $Q_{mean}$ bagi stesen 2918401 Rinching | 279 |
| 5.49 | Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami <$Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 2917401 Kajang. | 281 |
| 5.50 | Bilangan hari dan luahan bulanan < $Q_{mean}$ bagi stesen 2917401 Kajang. | 282 |
| 5.51 | Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami <$Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 2816441 Dengkil. | 284 |
| 5.52 | Bilangan hari dan luahan bulanan < $Q_{mean}$ bagi stesen 2816441 Dengkil. | 285 |
| 6.1 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 3118445 Lui | 292 |
| 6.2 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 3118445 Lui | 293 |
| 6.3 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 3118445 Lui | 293 |
| 6.4 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 3118445 Lui | 293 |
| 6.5 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) di bawah PA $Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2918401 Rinching | 295 |
| 6.6 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2918401 Rinching | 295 |
| 6.7 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2918401 Rinching | 297 |
| 6.8 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2918401 Rinching | 297 |
| 6.9 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2917401 Kajang | 399 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 6.10 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2917401 Kajang | 299 |
| 6.11 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2917401 Kajang | 300 |
| 6.12 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2917401 Kajang | 301 |
| 6.13 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) $<Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2816441 Dengkil | 302 |
| 6.14 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2816441 Dengkil | 303 |
| 6.15 | Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2816441 Dengkil | 304 |
| 6.16 | Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2816441 Dengkil | 304 |
| 6.17 | Kekerapan TK mengikut $TA_{10}$, $TA_{45}$ dan $TA_{90}$ di stesen Lui | 307 |
| 6.18 | Taburan kemarau dalam tempoh kajian di lembangan Sg. Langat | 310 |
| 6.19 | Bilangan stesen yang dilanda kemarau mengikut PA di Lembangan Sg. Langat | 312 |
| 6.20 | Corak landaan kemarau $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 314 |
| 6.21 | Bilangan stesen yang dilanda kemarau bagi $TA_{45}$ mengikut PA di Lembangan Sg. Langat | 315 |
| 6.22 | Corak landaan kemarau $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 317 |
| 6.23 | Bilangan stesen yang dilanda kemarau bagi $TA_{90}$ mengikut PA di Lembangan Sg. Langat | 319 |
| 6.24 | Taburan BPK dan UPK mengikut stesen di Lembangan Sg. Langat | 323 |
| 6.25 | Kumulatif BPK dan UPK di lembangan Sg. Langat | 323 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**No. Rajah** **Muka Surat**


| | | |
|---|---|---|
| 6.26 | Kumulatif BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 326 |
| 6.27 | Taburan BPK dan UPK mengikut stesen bagi kemarau $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 326 |
| 6.28 | Kumulatif BPK bagi kemarau $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 329 |
| 6.29 | Taburan BPK mengikut stesen bagi kemarau $TA_{90}$ di lembangan Sg. Langat | 329 |
| 6.30 | Bilangan Peristiwa Kemarau mengikut PA di Lembangan Sg. Langat | 331 |
| 6.31 | Taburan BPK dan UPK mengikut PA di Lembangan Sg. Langat | 332 |
| 6.32 | Trend kemarau TT di lembangan Sg. Langat | 336 |
| 6.33 | Trend kemarau TT mengikut stesen di lembangan Sg. Langat | 336 |
| 6.34 | Trend kemarau TPK-TR di Lembangan Sg. Langat | 338 |
| 6.35 | Trend kemarau TPK-TR mengikut stesen di Lembangan Sg. Langat | 338 |
| 6.36 | Trend Kemarau TT- $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 343 |
| 6.37 | Trend kemarau TT- $TA_{45}$ mengikut stesen di Lembangan Sg. Langat | 343 |
| 6.38 | Trend kemarau TPK- $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 344 |
| 6.39 | Trend kemarau TPK- $TA_{45}$ mengikut stesen di Lembangan Sg. Langat | 344 |
| 6.40 | Trend Kemarau TT- $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 348 |
| 6.41 | Trend kemarau TT- $TA_{90}$ mengikut stesen di Lembangan Sg. Langat | 349 |
| 6.42 | Trend kemarau TPK- $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 350 |
| 6.43 | Trend kemarau TPK- $TA_{90}$ mengikut stesen di Lembangan Sg. Langat | 350 |
| 6.44 | Tempoh kemarau TR mengikut PA di lembangan Sg. Langat | 352 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




| No. Rajah | | Muka Surat |
|---|---|---|
| 6.45 | Taburan TT-TR mengikut PA di lembangan Sg. Langat | 353 |
| 6.46 | Bezantara bilangan hari TPK antara aras PA mengikut stesen di lembangan Sg. Langat | 356 |
| 6.47 | Trend kemarau DT-TR mengikut stesen di lembangan Sg. Langat | 360 |
| 6.48 | Trend kemarau DPK-TR mengikut stesen di lembangan Sg. Langat | 361 |
| 6.49 | Trend kemarau DT- $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 364 |
| 6.50 | Trend kemarau DPK- $TA_{45}$ di Lembangan Sg. Langat | 365 |
| 6.51 | Trend kemarau DT- $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 368 |
| 6.52 | Trend kemarau DPK- $TA_{90}$ di Lembangan Sg. Langat | 369 |
| 6.53 | Jumlah defisit DR-TK mengikut PA di Lembangan Sg. Langat | 370 |
| 6.54 | Taburan DT-TR mengikut aras PA di lembangan Sg. Langat | 372 |
| 7.1 | Taburan landaan kemarau mengikut stesen dan faktir yang pengaruhinya | 392 |
| 7.2 | Pola dan Trend Defisit Kemarau mengikut persentil di stesen Dengkil | 406 |
| 7.3 | Peratus jumlah defisit mengikut tahapan kemarau di stesen Dengkil | 408 |


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## SENARAI SINGKATAN/SIMBOL

| | |
|---|---|
| ANOVA | Analisis Varian |
| BKM | Bahagian Keselamatan Negara |
| BMP | Bilion Meter Padu |
| BPK | Bilangan Peristiwa Kemarau |
| Bt | Batu |
| $CO^2$ | Karbon Dioksida |
| cth | contoh |
| $\tau$ | Kendall Tau |
| CUSUM | *cumulative sum* |
| CWC | Central Water Commission |
| DEB | Dasar Ekonomi Baru |
| DID/JPS | Jabatan Pengairan dan saliran |
| DK | Jumlah Defisit Kemarau |
| DKT | Jumlah Defisit Kumulatif Tahunan |
| DMT | Defisit Maksimum Tahunan |
| DPK | Jumlah Defisit Peristiwa Kemarau |
| DR | Jumlah Defisit Kumulatif Keseluruhan Rekod |
| DSAN | Dasar Sumber Air Negara |
| DT | Jumlah Defisit Tahunan |
| EDA | Analisis Data Penerokaan |
| *ef* | Kekerapan Lampauan |
| EM-DAT | Emergency Events Database |
| ENSO | El Nino Ayunan Selatan |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



| | |
|---|---|
| EPU | Unit Perancang Ekonomi |
| et al | dan lain-lain |
| F | Ujian F |
| $F_{crit}$ | Ujian F kritikal |
| $g$ | Aliran dasar |
| $G$ | Simpanan Air Bawah Tanah |
| GIS | Sistem Maklumat Geografi |
| GWP | *Global Water Partnership* |
| $H_0$ | Hipotesis Null |
| $H_1$ | Hipotesis Alternatif |
| Ha | hektar |
| $I$ | Aliran Antara Permukaan |
| IPCC | Panel Antarabangsa antara Kerajaan tentang Perubahan Iklim |
| IT | Kaedah Masa Antara Peristiwa |
| IWRM | Pengurusan Sumber Air Bersepadu |
| JICA | Japan International Cooperation Agency |
| JLH/jlh | Juta Liter Sehari |
| JMP | Juta Meter Padu |
| JPBD | Jabatan Perancang Bandar dan Desa |
| JPS | Jabatan Pengairan & Saliran Malaysia |
| JPS | Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia |
| JUPEM | Jabatan Ukur dan Pemetaan |
| KDNK | Keluaran Dalam Negara Kasar |
| KLIA | Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur |
| KM/km | Kilometer |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



| | |
|---|---|
| $KM^2$/ $km^2$ | Kilometer Persegi |
| KTA | Keluk-Tempoh-Alir |
| kV | Kilovolt |
| kW | Kilowatt |
| *L* | Simpanan Zon Pengudaraan |
| LM | Luahan Minimum |
| LMT | Luahan Minimum Tahunan |
| LRA | Loji Rawatan Air |
| LUAS | Lembaga Urus Air Selangor |
| LULC | Guna Tanah/Litupan Tumbuhan |
| m | meter |
| *M* | Simpanan Lembapan Tanih |
| *M* | Simpanan Lembapan Tanih |
| $m^3s^{-1}$ | Meter Padu Persaat |
| MA | Purata Larian Bergerak |
| MBD | Monsun Barat Daya |
| MD | Jarak orthogonal minimum |
| MET Malaysia | Jabatan Meteorologi Malaysia |
| MKN | Majlis Keselamatan Nasional |
| mm | milimeter |
| MNRE/NRE | Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar Malaysia |
| MP | Majlis Perbandaran |
| MTL | Monsun Timur Laut |
| MWP | Malaysian Water Partnership |
| n | Bilangan |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



| | |
|---|---|
| ND | Bilangan Kemarau |
| NDMC | The National Drought Mitigation Center |
| NIWA | Perisian Niwa Tideda |
| NOAA | *National Oceanic and Atmospheric Administration* |
| $^{o}$C | Darjah Celcius |
| PA | Paras Ambang |
| PDF | Fungsi Kepadatan Kebarangkalian |
| PDSI | Indeks Keparahan Kemarau Palmer |
| PHDI | Indeks Kemarau Hidrologi Palmer |
| PK | Peristiwa Kemarau |
| PMT | Purata Minimum Tahunan |
| PPAMPS | Projek Penyaluran Air Mentah Pahang-Selangor |
| Q | Luahan Sungai |
| $Q_d$ | Luahan musim kering |
| $Q_{dt}$ | Luahan musim kering mengikut tahun |
| $Q_{max}$ | Luahan maksimum |
| Qmean b | Purata Luahan bulanan |
| Qmean h | Purata luahan harian |
| Qmean hb | Purata luahan harian mengikut bulan |
| $Q_{mean\ hd}$ | Purata luahan harian mengikut musim kering |
| $Q_{mean\ ht}$ | Purata luahan harian mengikut tahun |
| $Q_{mean\ hw}$ | Purata harian mengikut musim basah |
| <Qmean | Luahan kurang daripada purata |
| Qmean | Purata Luahan |
| Qmin b | Luahan minimum mengikut bulan |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



| | |
|---|---|
| $Q_{min}$ | Luahan Minimum |
| $Q_t$ | Luahan Tahunan |
| $Q_w$ | Luahan musim basah |
| $Q_{wt}$ | Luahan musim basah mengikut tahun |
| *R* | Takungan Permukaan |
| rank, *i* | Kedudukan Nilai Luahan |
| RegHCM-PM | *Regional coupled hydrologic-atmospheric model* |
| *S* | Simpanan Alur |
| SDI | Indeks Kemarau Aliran Sungai |
| Sg. | Sungai |
| SOI | Indeks Ayunan Selatan |
| SPA | Algoritma Puncak Berturutan |
| SPI | Indeks Kerpasan Berpiawai |
| SRI | Indeks Air Larian Berpiawai |
| SSI | Indeks Aliran Sungai Berpiawai |
| SST | Suhu Permukaan Lautan |
| SWSI | Indeks Bekalan Air Permukaan |
| SYABAS | Syarikat Bekalan Air Selangor |
| TA | Tempoh Asas |
| $TA_{45}$ | Tempoh Asas Kemarau 45 hari |
| $TA_{90}$ | Tempoh Asas Kemarau 90 hari |
| TK | Tahun Kemarau |
| TKT | Tempoh Kumulatif Tahunan |
| TMT | Tempoh Maksimum Tahunan |
| TPK | Tempoh Bagi Setiap Peristiwa Kemarau |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



| | |
|---|---|
| TR | Tempoh Rekod / Tempoh Kumulatif Keseluruhan Rekod |
| TT | Tempoh Kemarau Dalam Setahun |
| UNDP | *United Nations Development Programme* |
| UPK | Ulangan Peristiwa Kemarau |
| UPUM | Unit Perundingan Universiti Malaya |
| WMO | *The World Meteorological Organization* |
| $\alpha$ | Alpha |
| $\sigma^2$ | Sisihan Piawai |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 1

# PENGENALAN

## 1.1 Pendahuluan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi

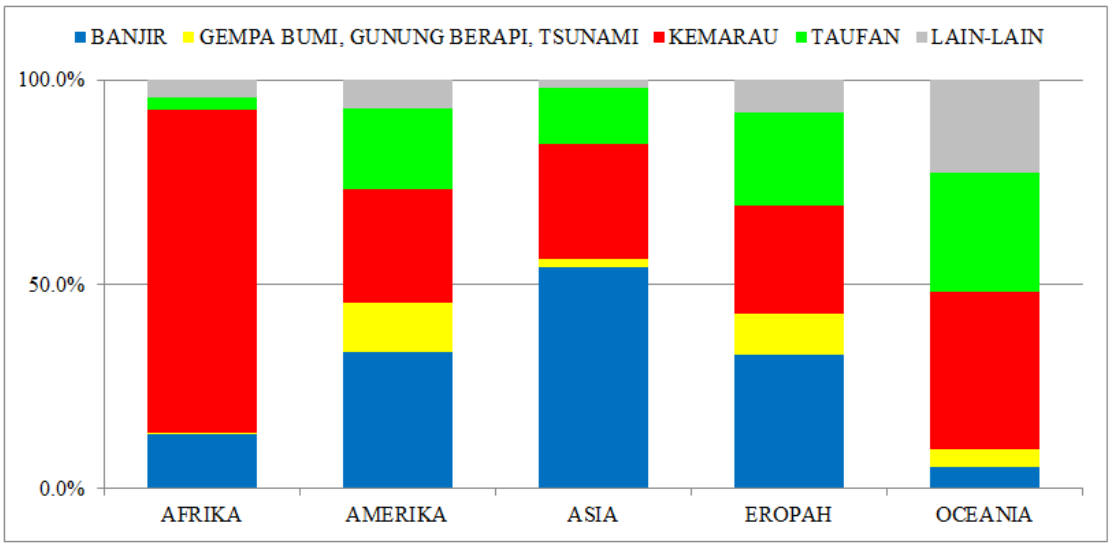
> "*Dan sesungguhnya Kami telah menghukum (Firaun dan) kaumnya dengan (mendatangkan) musim kemarau yang panjang dan kekurangan buah-buahan, supaya mereka mengambil pelajaran*."
> (Al-Quran : Al-A'Raaf : 130)

Dunia hari ini semakin mudah-terancam (*vulnerable*). Masyarakat dunia terpaksa berhadapan dengan bahaya semula jadi dan bencana alam. Di peringkat global, bilangan bencana telah berkembang sejak beberapa dekad lalu di mana ia telah mengundang penderitaan dan kehilangan nyawa serta mengancam sumber mata pencarian manusia (Rossi, 2011). Kemarau merupakan salah satu bencana yang paling memudaratkan dan menjejaskan ramai manusia berbanding bencana yang lain yang mana fenomena ini mendatangkan ancaman kelaparan dan kebuluran terutamanya di beberapa negara di benua Afrika (EM-DAT, 2014). Bencana ini juga turut mendatangkan impak yang negatif terhadap ekologi, ekonomi, pertanian, sosial dan politik (Lorenzo-Lacruz, Moran-Tejeda, Vicente-Serrano, & Lopez-Moreno, 2013).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 1.1.* Perkadaran Jumlah dan Mangsa yang terlibat mengikut Jenis Bencana. Diadaptasi EM-DAT (2014)

Kemarau merupakan fenomena yang kompleks dan ia kurang di fahami (Wilhite, Svoboda, & Hayes., 2007) kerana penerangannya amat bergantung kepada keadaan semasa dan ruangan di mana ia melanda. Ia berkembang secara perlahan-lahan dan kehadirannya tidak jelas, tidak disedari dan melanda dalam tempoh masa yang lama. Ia merupakan fenomena sisihan air yang berpanjangan daripada keadaan normal berkaitan kerpasan, aliran sungai, air bawah tanah dan lembapan tanih (Tallaksen & Van Lanen, 2004). Pelbagai sektor telah menerima kesan akibat kehadiran kemarau seperti bekalan air minuman, hasilan tanaman (pengairan), penyakit, sistem pengangkutan air, kebakaran hutan, penjanaan kuasa hidro dan aktiviti rekreasi berasaskan air (Van Loon, 2013). Impak dan kos akibat kemarau adalah sukar untuk dianggarkan dengan tepat. Ini kerana landaanya di peringkat serantau mencakupi kawasan yang luas dan melibatkan pelbagai sektor yang berbeza. Impak-impak yang terhasil, tidak semua boleh dianggarkan dari sudut ekonomi

Kemarau merupakan bencana iklim yang berlaku secara semula jadi yang melanda semua zon iklim dunia sama ada zon iklim basah mahupun kering. Kitaran air

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dunia pada semua zon iklim dijangka akan berubah pada abad ke 21 disebabkan oleh kesan perubahan iklim yang sukar dikawal. Ia adalah kesan daripada peningkatan gas-gas rumah hijau hasil pembakaran bahan fosil seperti petrol, diesel dan arang batu (IPCC, 2007). Berdasarkan laporan-laporan Panel Antarabangsa antara Kerajaan tentang Perubahan Iklim (IPCC), menjelang 2025 pemanasan suhu bumi dijangka akan lebih ketara. Kepekatan gas karbon dioksida dilaporkan semakin meningkat di Malaysia kesan perubahan daripada ekonomi berasaskan pertanian kepada industri. Menurut laporan Program Pembangunan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (UNDP), pelepasan gas karbon dioksida telah meningkat sebanyak 221% sepanjang tempoh 1990 to 2004 dan dijangkakan suhu akan meningkat kesan daripada pertambahan gas karbon dioksida. Situasi ini akan mengakibatkan perubahan penerimaan jumlah hujan antara -30% to +30% (The Associated Press, 2007). Peningkatan gas karbon dioksida menyebabkan atmosfera berupaya memerangkap haba yang menyebabkan suhu semakin meningkat dan mencetuskan fenomena pemanasan global. Dijangka suhu dunia akan meningkat sekitar 1.6ºC pada tahun 2050 (Zubaidi, 2010).

Peningkatan suhu ini telah menyebabkan wilayah Asia Tenggara dan bahagian Australia mengalami keadaan kering semasa peristiwa ENSO (El Nino – Ayunan Selatan) melanda. Kehadiran fenomena ENSO setiap ulangan masa 3-7 tahun berupaya mengubah trend suhu daratan dan lautan (Tangang, Juneng & Ahmad, 2007). Ini mengakibatkan Malaysia dan negara sekitarnya mengalami keadaan kering yang luar biasa (Ahmad Jamaluddin & Low, 2003; Fedorov & Philander, 2000). Di Malaysia, suhu telah meningkat antara 0.49 – 0.91ºC pada tahun 1968-2002 dan dijangka ia meningkat kepada 1.5ºC (Zubaidi, 2010). Peningkatan ini dijangka mendatangkan kesan ke atas sumber air yang akan mengalami perubahan lebih mendadak dengan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kekerapan berlaku banjir dan kemarau panjang (Zaini, 2009; Ahmad Jamalluddin, 2013) yang mana peristiwa kemarau akan kerap berlaku semasa monsun Barat Daya (Noorazuan, 2010). Peningkatan suhu dan permintaan air tinggi yang berterusan, sudah pasti akan meningkatkan persekitaran mudah-terancam terhadap bencana hidrologi dan tekanan sumber bekalan air tawar (Vorosmarty et al., 2000) terutamanya semasa musim kering dan kemarau. Ini kerana ia boleh mengundang kepada kejadian kemarau yang lebih ekstrem yang mendatangkan kesan kepada kesejahteraan penduduk.

Bencana kemarau telah melanda beberapa wilayah di Malaysia terutamanya di Lembah Kelang-Selangor (Hamirdin, 2008), Labuan (Hamirdin, 2012), Pulau Pinang (Chan, 2004) dan beberapa tempat lain seperti Kedah, Kelantan, Sarawak dan Sabah (Ahmad Jamaluddin & Low, 2003). Masalah kekurangan air dan kemarau di Malaysia telah direkodkan oleh Mohd. Ekhwan (2000) seawal tahun 1951 di mana ia berlaku selama 29 bulan di Lembangan Sungai Langat (Hamirdin, 2008). Bermula pada episod tersebut, bencana kemarau berterusan melanda Malaysia seperti digambarkan oleh krisis air di Melaka pada tahun 1990, diikuti dengan krisis air Lembah Klang pada bulan Februari – Mei 1998, kekurangan air berterusan di Hulu Langat Selangor pada tahun 2002 di Seremban, Negeri Sembilan pada tahun 2005 dan Labuan dan Sabah pada tahun 2010 (Hamirdin, 2012). Impak kejadian kemarau ini telah menyebabkan paras air di beberapa empangan air di Semenanjung Malaysia menjunam ke paras kritikal seperti yang berlaku pada episod kemarau 1997/98 (Jamaluddin, Mohd Ekhwan, Noorazuan, & Kadaruddin, 2003). Keparahan kemarau ditunjukkan oleh terdapat empangan menjadi kering seperti yang berlaku di empangan Durian Tunggal, Melaka pada tahun 1991 (Hamirdin, 2012). Dalam persekitaran perubahan iklim dunia dan persekitaran mudahterancam, kemarau

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



akan berterusan melanda. Ini berdasarkan unjuran luahan sungai di beberapa sungai terpilih di Malaysia menunjukkan aliran minimum bulanan dijangka berkurangan pada masa hadapan (Kavvas, Chen, & Ohara, 2006).

Malaysia yang merupakan negara mewah air dengan curahan hujan purata sebanyak 2940 mm setahun mampu menyumbang sebanyak 970.96 bilion meter padu (Baba, 2012). Sebanyak 51% daripadanya membentuk simpanan permukaan yang mengalir dalam 1800 batang sungai dengan kepanjangan 38000 km. Kemewahan sumber air ini bukan jaminan untuk tidak terkesan daripada fenomena perubahan iklim yang telah mengakibatkan kuantiti air dalam alur sungai menyusut. Penyusutan aliran air secara berterusan dalam satu tempoh tertentu, mengakibatkan tindakan catuan air terpaksa dilakukan dan ia memberi kesan kepada pengguna (Hamirdin, 2012). Situasi ini merupakan cabaran dalam merealisasikan matlamat Pengurusan Sumber Air Bersepadu (GWP, 2000), Visi Air Negara (MWP, 2001) dan Dasar Sumber Air Negara (NRE, 2012).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

## 1.2 Pernyataan masalah dan persoalan kajian

Dewasa ini, Malaysia sering dilanda bencana alam seperti banjir besar, tanah runtuh, kemarau. Kejadian-kejadian ini secara tabii nya dikaitkan dengan wujud ketidakseimbangan interaksi antara sistem-sistem fizikal yang berperanan untuk saling lengkap melengkapi bagi memperbaiki antara satu sama lain. Ahli sains tabii percaya bahawa kesemua sistem-sistem alam sekitar fizikal dan komponen-komponen yang lebih kecil, berinteraksi di antara satu dengan lain untuk mewujudkan keseimbangan dinamik mengikut ruang dan masa. Dalam setiap kes yang melibatkan alam sekitar fizikal, sekiranya terdapat gangguan melalui sesuatu proses, gangguan itu akan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



menyebabkan berlakunya tindak balas untuk memperbaiki keadaan sistem tersebut ke arah tahap keseimbangan dinamik. Penggunaan sistem-sistem alam sekitar melebihi tahap optimum di luar keupayaan, menyebabkan sistem tersebut akan menghadapi kemerosotan (Jamaluddin, 2004).




*Rajah 1.2*. Kemerosotan alam sekitar kesan interaksi sistem semula jadi dengan sistem kegunaan manusia. Diadaptasi dari Jamaluddin (2004).

Lembangan Sungai Langat merupakan contoh kawasan yang menghimpunkan hubungan yang kompleks dan rencam antara sistem semula jadi dan sistem kegunaan manusia. Kerencaman ini digambarkan oleh kejadian-kejadian bencana seperti banjir dan kemarau hasil daripada ketidakmampuan sistem-sistem fizikal berasimilasi dan menyerap segala perubahan akibat interaksi nya dengan sistem kegunaan manusia. Perubahan guna tanah amat pesat berlaku di Lembangan Langat telah menyebabkan sifat luahan telah berubah (Hafizan, Sharifuddin, Ahmad Zaharin, Mohd Kamil, Mohd Armi, & Mazlin, 2010; Hai, Othman, & Sharifah Mastura, 2011). Kepesatan perubahan guna tanah ini digambarkan melalui pertumbuhan ekonomi Selangor di mana ia penyumbang terbesar kepada Keluaran Dalam Negeri Kasar (KDNK) negara iaitu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sekitar 21 hingga 23 peratus bagi tempoh 2008 hingga 2012 (Media Selangorku, 2013). Paras urbanisasi di Selangor telah berkembang sekitar 91.4% pada tahun 2010 (Perangkaan Malaysia, 2013)

Gangguan permukaan tanah dan peningkatan kawasan permukaan tidak telap air telah berkembang di Sungai Langat. Secara teorinya ia telah mengurangkan peluang untuk air hujan menyusup menembusi tanih bagi mengisi simpanan air bawah tanah (Smedt & Batelaan, 2003). Akibatnya simpanan air bawah tanah di lembangan Sungai Langat yang menjadi menyumbang sekitar 50% kepada luahan sungai (Hai et al., 2011) semakin berkurangan. Pengurangan ini akan mengakibatkan proses aliran ke sistem alur sungai Langat semasa musim berselang hujan terutamanya di musim kering (Januari – Februari dan Jun – Ogos), akan turut mengalami penyusutan. Penyusutan luahan air ini diparahkan lagi oleh pengambilan air mentah untuk bekalan air terawat. Keadaan ini boleh memburukkan keadaan luahan aliran rendah dalam lembangan yang akhirnya akan meningkatkan persekitaran mudah-terancam terhadap bencana kemarau (Doll, Fiedler, & Zhang, 2009; Wada, Van Beek, Wanders, & Bierkens, 2013).

Perkembangan sektor ekonomi yang menawarkan peluang hidup yang lebih baik, telah berkembang dengan pesat di wilayah lembangan Sungai Langat. Perkembangan ini telah membuka banyak peluang pekerjaan dan menjadi daya penarik untuk manusia berhijrah dan menetap di kawasan sekitar khususnya di kawasan terbangun. Penghijrahan penduduk ini mengakibatkan jumlah penduduk di kawasan lembangan Sungai Langat (daerah Hulu Langat dan Sepang) telah meningkat kepada 1 juta orang pada tahun 2010 (Perangkaan Malaysia, 2011a) berbanding 147, 631orang pada tahun 1970 (Abdul Samad, Shaharudin, Ahmad Fariz, & Abdul Hadi, 2006) Peningkatan penduduk yang tinggi di kawasan ini dan kawasan sekitar telah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



mengakibatkan permintaan terhadap air mentah daripada sistem Sungai Langat juga turut meningkat. Peningkatan berterusan permintaan terhadap bekalan air mentah daripada sistem Sungai Langat menyebabkan infrastruktur simpanan (empangan Langat dan Semenyih) dan rawatan air (11 LRA) berkapasiti 1297.4 juta liter sehari (SYABAS, 2012 : 9 November) tidak mampu berfungsi dengan mapan terutamanya pada musim kering.

Di Malaysia, musim kering berlaku pada bulan Januari-Februari dan Jun-Ogos setiap tahun. Kebiasaannya, kejadian cuaca panas/kemarau menyebabkan permintaan air terawat turut meningkat. LRA terpaksa beroperasi di luar keupayaan. LRA Langat sebagai contoh, telah merawat sebanyak 468 juta liter sehari (JLH) berbanding kapasiti asas 386 JLH. Begitu juga dengan LRA Semenyih yang telah merawat 682 JLH berbanding kapasiti asasnya sebanyak 386 JLH. Peningkatan permintaan bekalan air terawat telah berlaku kesan daripada cuaca panas di Selangor seperti yang berlaku pada tahun 2012. Situasi ini dengan jelas berlaku di Selangor pada bulan Jun 2012 di mana berlaku peningkatan permintaan sebanyak 3.6% berbanding permintaan biasa iaitu 2.4% (Hamirdin, Mujirah, & Nordin, 2013). Kesannya, rizab bekalan air bersih di semua loji rawatan air di Selangor telah menunjukkan angka negatif (SYABAS, 2012 : 22 Jun) dan catuan-catuan bekalan air telah dilakukan. Keadaan yang sama juga telah berlaku pada awal 2014 di mana kesan daripada cuaca kering, berlaku catuan air kesan daripada bekalan air mentah dalam alur berkurangan.

Insiden catuan air telah berlaku berulang kali di lembangan Langat. Tragedi catuan air akibat kemarau panjang bermula pada Oktober 1997 hingga Mac 1998, merupakan krisis air terburuk di mana lebih kurang 1.2 juta penduduk terkesan di Lembah Kelang termasuk di lembangan Sungai Langat ternafi daripada menerima

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



bekalan air secara mapan. Ini merupakan natijah daripada penyusutan aliran Sungai Langat kesan daripada pengurangan hujan. Penyusutan ini diparahkan lagi dengan kehadiran beban cemar yang tidak mampu dilarutkan oleh jumlah air yang ada. Ketidakmampuan luahan sungai untuk menerima bahan cemar, mengakibatkan LRA Cheras dihentikan tugas dan catuan air dilakukan di sekitar Cheras, Kajang dan Bangi (Jamalia, 2004). Kejadian catuan dan henti tugas ini akibat jumlah aliran yang rendah dan kewujudan bahan cemar berterusan berlaku seperti pada bulan Mac 2002 (Hamirdin, 2012), April 2006, September 2010 dan Oktober 2013 (SYABAS, 2013 : 3 Oktober). Insiden catuan air dan henti tugas LRA air merupakan manifestasi daripada keadaan penyusutan aliran sungai.

Persoalannya ialah adakah penyusutan jumlah air yang kerap berlaku yang mengakibatkan gangguan bekalan air ini merupakan fenomena kemarau atau sekadar musim kering luar biasa. Ini kerana insiden musim kering awal 2014 menunjukkan bahawa pihak berwajib tidak mengisytiharkan tempoh penyusutan luahan sungai ketika itu sebagai fenomena kemarau di mana kejadian ini telah menyebabkan kesengsaraan penduduk akibat keperluan normal pengguna tidak dapat dipenuhi. Jika dilihat fenomena tersebut, ia sudah memenuhi sebahagian definisi kemarau yang antaranya menyatakan bahawa kemarau merupakan satu tempoh kekurangan air yang telah mengganggu kegunaan mapan pengguna. Berpandukan kepada permasalahan ini, beberapa persoalan timbul berkaitan penyusutan luahan dan peristiwa kemarau yang mengakibatkan bekalan air kepada pengguna terganggu.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Adakah kejadian catuan air semasa tempoh musim kering merupakan fenomena musim kering luar biasa atau boleh dianggap kemarau? Apakah kriteria yang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



boleh digunakan untuk menentukan sesuatu musim kering yang panjang itu adalah kemarau?

- ❖ Sekiranya ia boleh dianggap kemarau, sejauh mana liputan tempoh kemarau. Dalam konteks lembangan Sungai Langat, adakah ia menyeluruh atau terhad terjadi di kawasan/stesen tertentu atau tertumpu kawasan pembangunan sahaja?

- ❖ Berapa lama ia melanda lembangan Sungai Langat dan berapa banyak defisit air sungai yang dialami? Berapa kerap dan ulangan ia berlaku?

- ❖ Apa tahap keparahannya. Adakah keparahan peristiwa kemarau berada di tahap yang tinggi. Sekiranya tinggi, adakah ia serius?

Persoalan-persoalan ini diharap dapat merungkaikan permasalahan sama ada wujud kemarau atau tidak di Selangor khususnya di kawasan Hulu Langat dan Sepang. Ini kerana sumber air adalah penting untuk masyarakat dan ekosistem. Penentuan konsep kemarau dalam konteks Malaysia amatlah perlu kerana kebergantungan kita kepada sungai. Kita amat bergantung pada air untuk mengekalkan kesihatan kita penjanaan ekonomi, pertanian, tenaga hidro, navigasi, rekreasi, dan pembuatan. Sungai merupakan penyumbang utama sumber air mentah iaitu sekitar 97% untuk bekalan air terawat bagi kegunaan domestik dan industri serta bekalan air untuk pengairan pertanian (Ahmad Husaini, 2012). Dengan penentuan ini, perancangan berkaitan kemarau terhadap sungai dapat dilakukan agar impaknya dapat diminimumkan. Insiden kemarau dan kekurangan air yang telah dibincangkan oleh Ahmad Jamalluddin (2013), Wan Zawiah, Abdul Aziz, dan Kamarulzaman (2012), Hamirdin (2008) dan Kavvas et al. (2006) juga dapat diteliti kesesuaiannya. Kelompangan pemahaman kemarau dan impaknya kepada kehidupan sosial dan ekonomi menyebabkan ramai pengkaji kemarau

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



seperti Wilhite et al. (2007), Mishra &Singh (2010), Pozzi et al. (2013) dan Van Loon (2015) bersetuju agar kajian ini perlu dipergiat.

## 1.3 Matlamat dan objektif

Matlamat kajian ini adalah untuk menganalisis sifat-sifat kemarau hidrologi di kawasan hulu lembangan Sungai Langat (daerah Hulu Langat dan Sepang). Objektif kajian merangkumi :

- Mengenal pasti ciri-ciri luahan aliran rendah menggunakan parameter purata luahan ($Q_{mean}$) dan luahan minimum ($Q_{min}$).
- Menentukan tempoh yang sesuai dalam menetapkan sesuatu peristiwa kemarau (PK) hidrologi.
- Menganalisis sifat dan trend kejadian, tempoh kejadian dan defisit kemarau hidrologi.
- Menganalisis tahap keparahan kemarau berdasarkan sifat-sifat ekstrem kemarau.

## 1.4 Kerangka konseptual dan reka bentuk kajian

Bumi adalah sistem yang terbuka yang senantiasa menerima input (tenaga dan bahan) daripada atmosfera atas. Lantaran pernyataan ini, semua komponen dan pemboleh ubah yang wujud dalam sistem atmosfera-bumi akan senantiasa berkeadaan dinamik kesan interaksi komponen / pemboleh ubah melalui proses-proses tertentu (Jamaluddin, 2000). Oleh itu, dalam penyelidikan berkaitan apa sahaja fenomena alam sekitar, kerangka sistem yang terbentuk melalui interaksi yang kompleks antara pemboleh ubah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dan proses perlu diberi perhatian. Lantaran itu, dalam penyelidikan ini penggunaan kerangka sistem khusus untuk melihat proses-bentuk-respons yang mewujudkan fenomena kemarau di kawasan lembangan Langat.

Kitaran air dunia dijangka akan terkesan pada abad ke-21 disebabkan oleh kesan perubahan iklim dan kepesatan gangguan manusia. Akibatnya, perubahan dan gangguan ini dijangka akan mempengaruhi pola curahan hujan dan intensiti kemarau (Kavvas et al., 2006; Prudhomme et al., 2014). Kemarau merupakan fenomena alam yang berbahaya yang dikaitkan dengan kebolehcapaian air, kurang daripada purata biasa yang disebabkan oleh perubahan dan keragaman iklim. Berbeza dengan fenomena bahaya semula jadi yang lain, corak perkembangan kejadian kemarau adalah sangat kompleks dari sudut tempoh masa permulaan kejadian, kawasan yang diliputi nya, tahap keparahan dan proses pemulihannya. Fenomena ini tidak mudah difahami dan selalunya dapat dikesan setelah kehadirannya jelas telah berlaku (Mishra & Singh, 2010; Tallaksen & Van Lanen, 2004)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kejadian kemarau pada peringkat setempat/lembangan ada kaitan dengan perubahan di peringkat global (perubahan sistemik) dan perubahan setempat (perubahan kumulatif). Perubahan sistemik melibatkan perubahan iklim disebabkan oleh pertambahan konsentrasi gas rumah hijau, yang menyebabkan penyusutan jumlah hujan yang diterima. Kesannya, semua komponen simpanan dalam kitaran hidrologi lembangan seperti tanih dan akuifer yang menjadi perantara simpanan kepada sungai, gagal berfungsi dengan baik. Keadaan ini juga berlaku dalam konteks perubahan kumulatif. Perubahan yang berlaku dalam kawasan lembangan seperti perubahan litupan tumbuhan, perubahan penggunaan air dan perubahan morfologi alur sungai

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



akan mengubah sifat aliran dan simpanan air, masa konsentrasi pergerakan air dan kualiti air (Arnell, 2002).

Saling hubungan antara faktor sistemik dan kumulatif digambarkan melalui respons lembangan terhadap hujan. Respons lembangan ini adalah sangat berbeza antara satu lembangan dengan lembangan lain bergantung kepada ciri-ciri fisiografi (ciri kebolehtelapan, topografi, guna tanah dan litupan tumbuhan) keadaan cuaca (hujan dan sejat-peluhan) dan kawal selia air (Lopez-Moreno et al., 2009; Lorenzo-Lacruz et al., 2010). Perbezaan ciri input hujan, proses pemindahan air, proses kehilangan air melalui sejat-peluhan, proses-proses simpanan dan gangguan manusia telah menghasilkan ciri luahan (Fleig, Tallaksen, Hisdal, & Hannah, 2011) yang melambangkan respons tersebut. Kehadiran manusia sebagai agen pengurus dan perubah persekitaran lembangan, telah mengundang pelbagai petaka dan bencana air seperti kekurangan air, pencemaran air dan kemarau seperti digambarkan oleh model perubahan-kesan-akibat (Arnell, 2002) dalam Rajah 1.3.

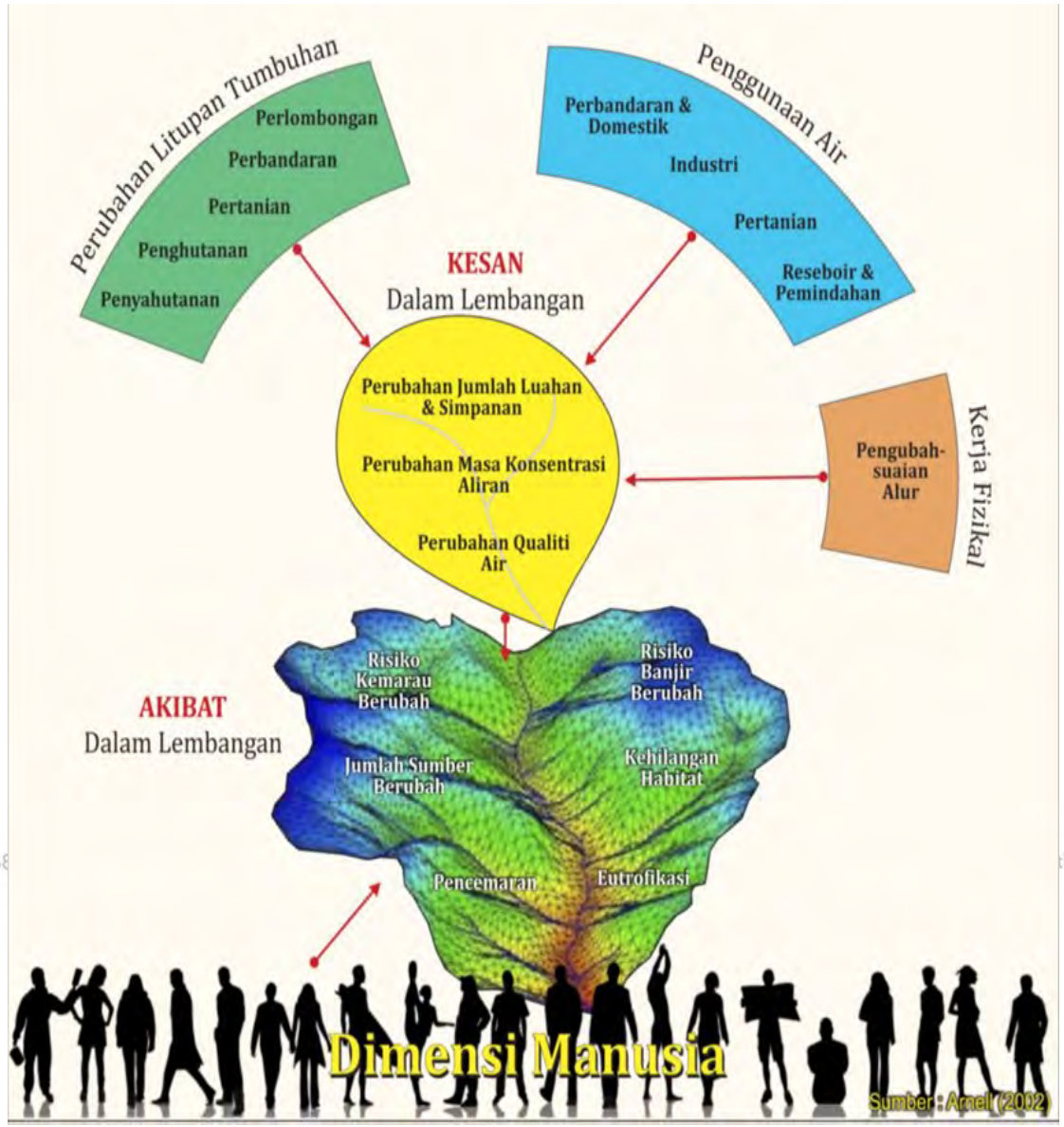
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Penyusutan luahan air/kemarau merupakan bukan sahaja disebabkan oleh kekurangan hujan, tetapi respons daripada persekitaran kumulatif lembangan. Respons ini kesan daripada manusia mengubah ekosistem lembangan. Perubahan-perubahan terhadap litupan tumbuhan, penggunaan air dan kerja fizikal telah mengubah ciri dan sifat luahan air di dalam alur. Pemboleh ubah bagi setiap jenis perubahan telah dibincangkan oleh Arnell (2002), Hamirdin (2008) dan Chan (2004). Pemboleh ubah ini sebahagian besarnya menyediakan persekitaran mudah-terancam yang mempercepatkan atau memarahkan kejadian kemarau. Himpunan dan saling kaitan pemboleh ubah ini seperti digambarkan dalam Rajah 1.4.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



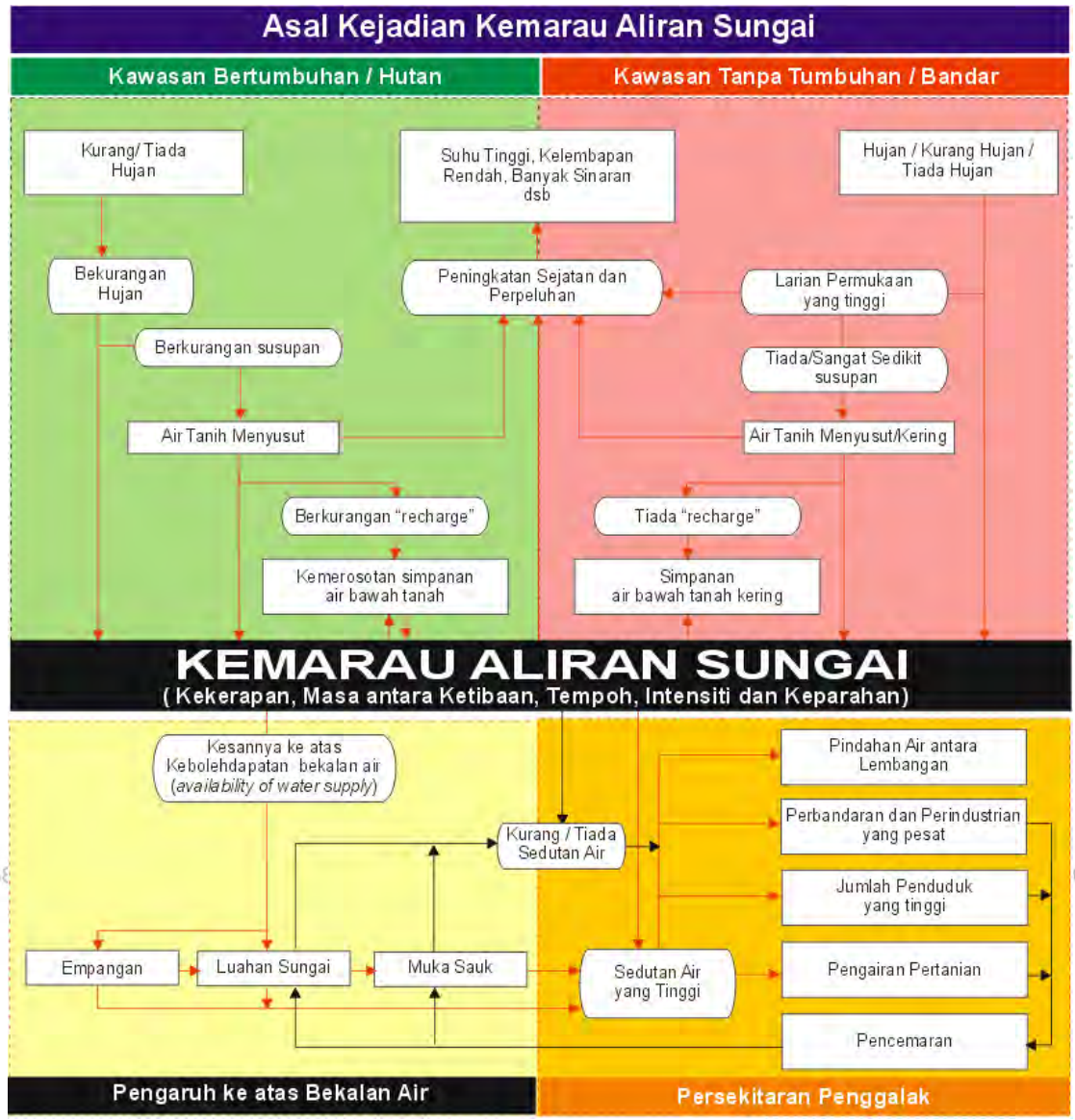



*Rajah 1.3*. Model perubahan-kesan-akibat . Diadaptasi dari Arnell (2002)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 1.4*. Model Perubahan-kesan-akibat bagi peristiwa kemarau.

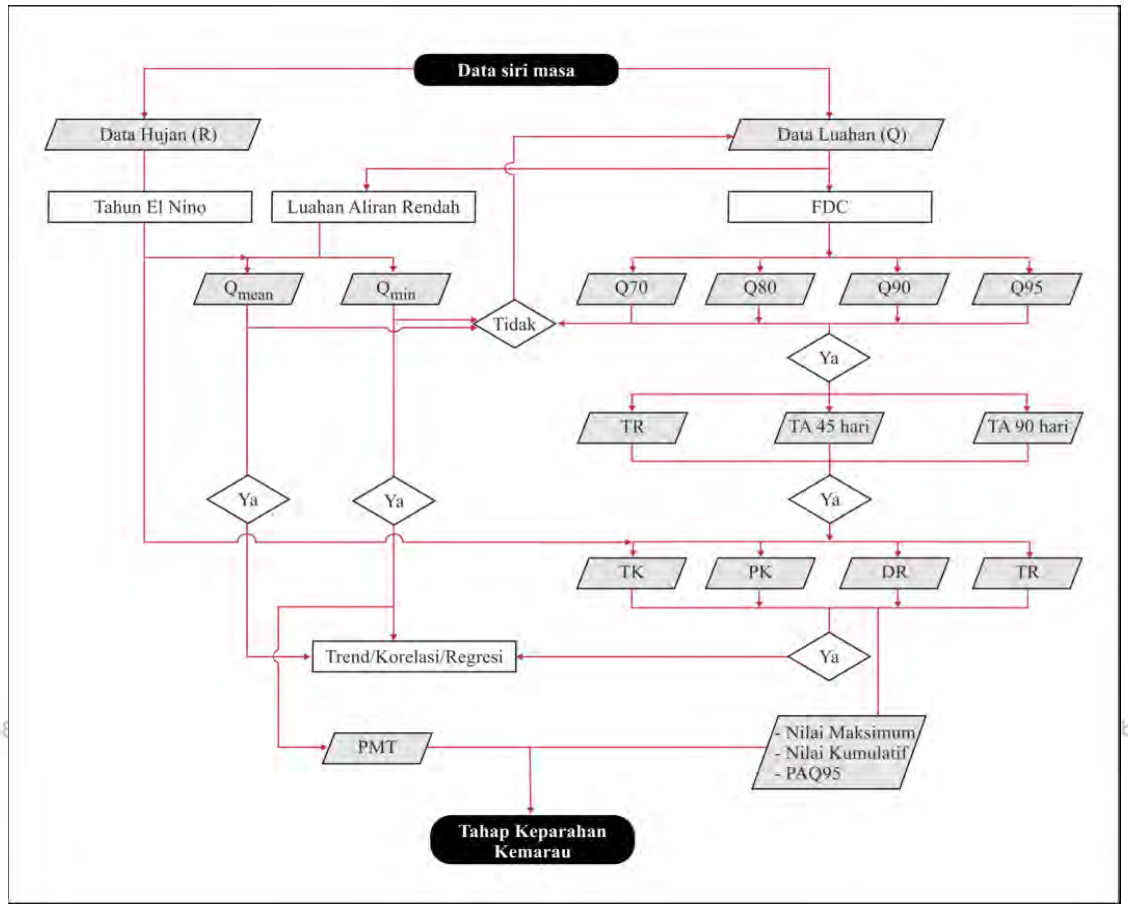
Dalam konteks kajian kemarau di lembangan Sungai Langat, fokus hanya diberi kepada elemen kesan seperti diutarakan dalam model perubahan-kesan-akibat oleh Arnell (2002). Dua elemen yang ditumpukan iaitu perubahan rejim aliran dan tempoh masa. Ini sesuai dengan apa yang diutarakan oleh Van Loon & Laaha (2014) yang mengatakan bahawa tahap keparahan kemarau boleh digambarkan melalui elemen tempoh atau jumlah defisit sesuatu kemarau. Penjelasan kedua-dua elemen ini amat bergantung kepada jumlah peristiwa kemarau yang melanda lembangan Sungai Langat. Oleh itu sifat-sifat bilangan peristiwa, tempoh dan defisit kemarau akan digunakan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebagai asas dalam penyelidikan ini untuk melihat tahap keparahan kemarau. Reka bentuk kajian ini seperti ditunjukkan dalam Rajah 1.5.




*Rajah 1.5*. Reka bentuk kajian

Bilangan peristiwa kemarau merupakan petunjuk yang penting. Ia merupakan petunjuk yang cuba menggambarkan pola kekerapan dan ulangan sesuatu kejadian kemarau. Sifat ini dapat dilihat dengan menggunakan parameter jumlah tahun yang terlanda, jumlah peristiwa kemarau dan kekerapan dan ulangan tahun dan peristiwa kemarau. Tempoh kemarau pula merujuk kepada bilangan hari sesuatu sungai mengalami jumlah luahan di bawah paras normal. Sifat tempoh ini dapat dijelaskan dengan menggunakan petunjuk tempoh sepanjang rekod siri masa, tempoh dalam setahun dan tempoh bagi setiap peristiwa kemarau. Bagi defisit atau magnitud pula, elemen ini merujuk kepada jumlah kumulatif luahan dibawa paras normal dalam satu-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



satu tempoh kemarau. Antara sifat defisit yang digunakan ialah defisit kumulatif sepanjang tempoh rekod, defisit kumulatif tahunan dan defisit bagi setiap peristiwa kemarau.

## 1.5 Kepentingan kajian

Kemarau merupakan fenomena yang amat memberi kesan kepada bekalan air untuk kegunaan domestik. Kehadirannya sukar dijangka dan fenomena ini hanya disedari apabila ia telah berlaku dan kesannya telah dirasai terutamanya oleh sektor yang membabitkan air. Oleh itu, dalam konteks kawasan kajian, penyelidikan ini sangat penting dilakukan kerana:

- Kajian ini cuba mengisi kelompangan dari segi teknik menganalisis kemarau di Malaysia. Kebanyakan kajian menggunakan kaedah purata minimum tahunan (PMT) seperti digunakan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran dan kaedah indeks seperti dilakukan oleh Wan Zawiah et al. (2012), Fadhilah et al. (2012), Wan Zawiah, Siti Aishah, Abdul Aziz, dan Marina. (2014), Siti Aishah, Wan Zawiah, Abdul Aziz, dan Rokiah (2011) dan MET Malaysia. Oleh itu kajian ini cuba mengetengahkan pendekatan defisit yang telah digunakan oleh pengkaji kemarau hidrologi seperti Fleig, Tallaksen, Hisdal, dan Demuth (2006), Awass, (2009), Van Loon (2013) dan sebagainya.

- Lembangan Sungai Langat merupakan kawasan penyedia penting bekalan air mentah di sekitar Selatan Selangor dan Putrajaya. Dengan siapnya kajian ini, ia sebagai pelengkap kepada kajian-kajian aliran rendah yang lain di lembangan Sungai Langat seperti yang dilakukan oleh Hai et al. (2011).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Dari sudut sumbangan ilmu, kajian ini mampu menambahkan lagi koleksi kajian terutamanya untuk mendapat maklumat mengenai tahap keparahan kemarau dan pengaruhnya terhadap bekalan air kawasan yang pesat membangun.

- Menyediakan maklumat kepada badan berkaitan untuk perancangan dan langkah-langkah adaptasi bagi menghadapi kesan daripada perubahan iklim/ kemarau yang melanda di kawasan kajian.

## 1.6 Skop dan batasan kajian

Episod kejadian kemarau berlaku di Selangor merupakan peristiwa yang perlu dipandang serius. Kejadian kekurangan air yang dilihat semakin kerap berlaku beberapa tahun kebelakangan ini dilihat mempunyai keupayaan untuk mengancam kemapanan bekalan air kepada penduduk. Terdapat 4 kategori kemarau iaitu kemarau meteorologi, pertanian, hidrologi dan sosioekonomi (sila rujuk 2.2.1b). Dalam kajian ini, fokus hanya diberikan kepada kemarau hidrologi dengan menggunakan data luahan sungai. Ini kerana di Malaysia termasuk negeri Selangor amat bergantung kepada sungai untuk mendapatkan sumber bekalan air mentah. Data-data empangan dan air bawah tanah tidak diambil kira dalam pentafsiran kemarau dalam kajian ini.

Untuk memudahkan kajian lembangan Sungai Langat dijadikan tapak kajian. Ini kerana peranannya sebagai pembekal air bersih di bahagian selatan Selangor. Stesen JPS Dengkil (2917401) digunakan sebagai sempadan kajian. Ia meliputi daerah Hulu Langat dan sebahagian Sepang.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 1.7 Kesimpulan

Kemarau merupakan bencana alam sekitar yang telah menarik perhatian rama penyelidik, bukan sahaja di kalangan ahli hidrologi dan meteorologi, tetapi di kalangan ahli alam sekitar, ekologi, geologi dan ahli sains pertanian. Ini kerana kesan kemarau adalah menyeluruh dari segi masa dan ruang. Kawasan-kawasan yang mempunyai kepadatan penduduk dan proses urbanisasi yang melebar, sangat terancam dengan kehadiran bencana ini. Selangor yang merupakan negeri yang maju dan banyak kawasannya diliputi oleh kawasan bandar, sudah pasti akan terkesan dengan kehadiran kemarau. Ini ditambah lagi dengan permintaan air yang tinggi akibat daripada pertambahan penduduk, peningkatan taraf hidup masyarakat, kerancakan aktiviti ekonomi dan sosial dan proses urbanisasi yang pesat. Akibatnya, infrastruktur simpanan dan LRA sedia ada, dikatakan tidak mampu menampung untuk menyediakan bekalan air bersih bermula 2014. Keadaan ini sudah pasti memberi tekanan kepada pihak konsesi air dan kerajaan negeri Selangor. Walaupun pembinaan infrastruktur tambahan seperti pembinaan projek Penyaluran Air Mentah Pahang-Selangor (PPAMPS) dan Loji Rawatan Langat II dalam proses pembikinan, namun ia merupakan penyelesaian kejuruteraan bertempoh. Ini kerana kesemua infrastruktur ini amat bergantung dengan kandungan dan paras air sungai sebagai sumber bekalan air mentah bagi mengisi stok/simpanan. Sekiranya infrastruktur ini tidak menerima bekalan air mentah yang mencukupi akibat daripada fenomena musim kering/kemarau yang panjang, sudah pasti stok/simpanan air akan berkurangan dan akan merencatkan sistem rawatan bekalan air bersih.

Oleh itu pemahaman fenomena kemarau khususnya kemarau aliran sungai merupakan suatu yang agak mustahak terutamanya di Selangor. Petunjuk-petunjuk

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kemarau sedia ada perlu digunakan bagi mengenal pasti sifat-sifat kemarau seperti jumlah defisit, tempoh, kekerapan dan ulangan serta tahap keparahan. Pemahaman terhadap sifat-sifat ini dalam skala lokal/setempat dirasakan akan mampu memberi gambaran secara jelas berkaitan dengan tahap keparahan kebolehsediaan bekalan air. Maklumat-maklumat yang dihasilkan berpandukan petunjuk-petunjuk kemarau yang digunakan, amat berguna dalam perancangan dan pengurusan bekalan air sama ada ketika mewah air atau sebaliknya (kemarau). Ini secara tidak langsung dapat menyokong objektif Pengurusan Sumber Air Bersepadu (PSAB), Visi Air Negara dan Dasar Sumber Air Negara (DSAN) yang menjadi panduan ketika ini untuk merealisasikan pengurusan air mapan di Malaysia.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 2

# SOROTAN LITERATUR

## 2.1 Pendahuluan

Kemarau yang merupakan fenomena yang dikaitkan dengan kekurangan air, kebiasaannya mendatangkan impak yang signifikan ke atas ekonomi, sosial dan juga alam sekitar di kawasan yang terlanda. Fenomena ini amat berbeza dengan fenomena yang berkaitan dengan ketidakcukupan air yang lain seperti kegersangan, kekurangan air dan penggurunan (Pereira, Cordery & Iacovides, 2009). Ia berbeza dengan 31 jenis bencana semula jadi yang lain kerana kemarau bermula secara perlahan dan menghasilkan jaringan impak yang kompleks yang mendatangkan keparahan kepada pelbagai sektor ekonomi. Kerencaman jaringan impak ini sebahagian besarnya disebabkan oleh terlalu bergantungnya banyak sektor kepada sumber air untuk menghasilkan produk dan perkhidmatan mereka (Wilhite et al., 2007). Ia merupakan fenomena yang kompleks dan ia kekal kurang di fahami kerana penerangannya amat bergantung kepada keadaan dan ruangan semasa serta persekitaran mudah-terancam di sekeliling kawasan terlanda.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Mencari definisi yang sama adalah sangat sukar kerana tidak ada dua kemarau mempunyai tahap, tempoh, intensiti atau impak yang sama. Walaupun semua jenis kemarau berpunca daripada kekurangan hujan yang diterima (Wilhite & Glantz, 1985), namun setiap pengguna air mempunyai pandangan yang berbeza antara satu sama lain tentang kemarau (Bradford, 2000). Oleh itu terdapat keperluan untuk mentafsirkan kemarau secara berbeza kerana kesan ke atas pelbagai sektor dalam masyarakat juga berbeza.

Bab ini dibahagikan kepada dua bahagian iaitu perbincangan konseptual dan sorotan beberapa kajian-kajian lepas. Oleh kerana kepelbagaian tafsiran yang wujud, bahagian pertama bab ini cuba untuk mengupas beberapa konsep penting yang menjadi kerangka dalam penyelidikan ini. Kemarau aliran sungai yang merupakan cabang daripada kemarau hidrologi dijadikan fokus perbincangan. Perbincangannya meliputi definisi yang pelbagai, pengelasan, parameter dan elemen utama yang digunakan untuk mengkuantifikasi tahap keparahan kemarau. Pemahaman tentang kemarau aliran sungai adalah penting untuk pelbagai tujuan, misalnya pengurusan empangan untuk bekalan air minuman dan penjanaan tenaga hidro, pemahaman kualiti air dan juga untuk tujuan pengangkutan sungai. Pada bahagian kedua, perbincangan lebih menjurus kepada kajian lepas yang berkaitan dengan kemarau aliran sungai.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

## 2.2 Konsep kemarau

Kemarau adalah sebahagian daripada fenomena iklim semula jadi yang dianggap sebagai salah satu peristiwa yang rawak dan jarang berlaku. Ia merupakan satu fenomena iklim berulang yang berlaku pada semua zon iklim di dunia. Sifat-sifat kemunculan kemarau yang berbeza dari satu kawasan dengan kawasan yang lain,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

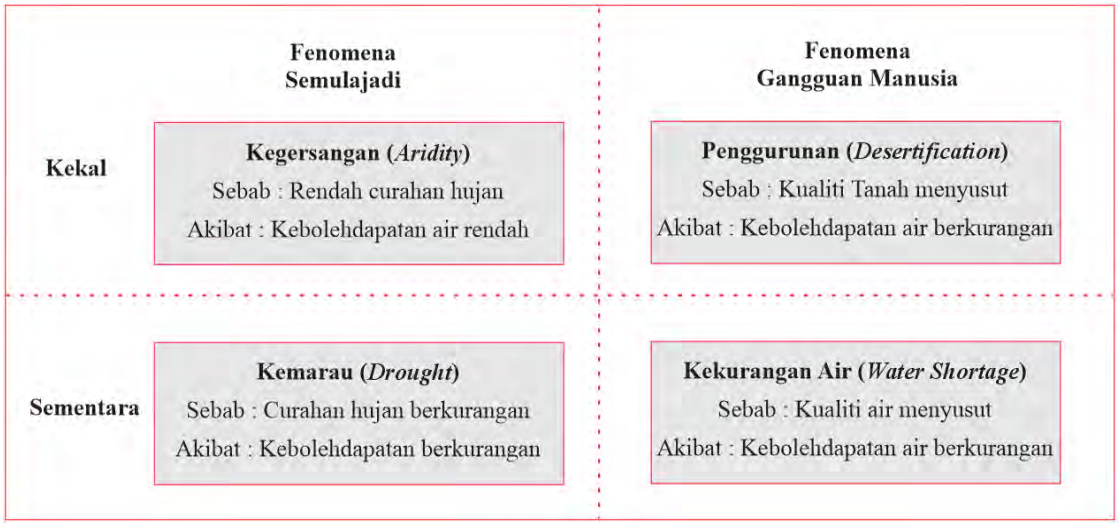
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



menunjukkan ia satu fenomena yang kompleks dan kekal kurang di fahami (Wilhite et al., 2007). Saling kebergantungan antara pemboleh ubah cuaca, hidrologi, geologi, bentuk bumi, ekologi dan masyarakat, menyebabkan agak sukar untuk menerima satu definisi yang dapat menerangkan fenomena kemarau keseluruhannya dan impak yang dihasilkan (Awass, 2009). Penjelasannya amat bergantung kepada perbezaan ruang dan konteks di mana ia melanda, objektif kajian, kesediaan data dan kepentingan individu pengkaji.

Kemarau adalah fenomena sementara dan ia berbeza dengan beberapa fenomena ketidakcukupan air yang lain seperti kegersangan, penggurunan dan kekurangan air. Kemarau merupakan fenomena iklim yang berlaku secara semula jadi berbanding penggurunan dan kekurangan air yang wujud disebabkan oleh gangguan dan campur tangan manusia. Walaupun fenomena kegersangan merupakan fenomena kekurangan air secara semula jadi, namun ia berbeza dengan kemarau kerana kegersangan bersifat kekal manakala kemarau bersifat sementara (Pereira et al., 2009). Hubungan dan perbezaan fenomena ini dapat dilihat melalui matriks dalam Rajah 2.1.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 2.1.* Kekurangan air hasilan persekitaran dan pengaruh manusia. Diadaptasi dari Pereira et al. (2009)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Mencari satu takrifan yang sesuai berkaitan kemarau adalah penting untuk mendapat pemahaman yang lebih baik. Ia bertujuan memudahkan penganalisisan terhadap fenomena yang kompleks ini (Loukas & Vasiliades, 2004). Untuk menghasilkan satu definisi yang sama bagi mewakili semua peristiwa kemarau adalah sangat sukar kerana tidak ada dua kemarau yang mempunyai tahap, tempoh, intensiti atau impak yang sama. Di samping itu perbezaan pemboleh ubah hidrometeorologi dan faktor sosioekonomi serta sifat stokastik permintaan air di kawasan yang berbeza di seluruh dunia, menjadi penghalang untuk mendapatkan definisi yang tepat berkenaan kemarau (Mishra & Singh, 2010). Lantaran itu usaha untuk menyatukan definisi dilihat malap dan beberapa definisi berlainan terus kekal digunakan (Wilhite, Hayes, Knutson & Smith, 2000). Selagi wujud perbezaan dari segi konsep, parameter yang dilihat dan prosedur pengukuran oleh kalangan pakar dalam pelbagai bidang, adalah sukar untuk menggunakan satu definisi yang diterima pakai oleh semua manusia di bumi (Awass, 2009).

Secara jelasnya, mendefinisikan istilah kemarau bukanlah satu perkara yang mudah. Adalah tidak cukup untuk mengatakan bahawa ia merupakan tempoh waktu tanpa hujan atau kekurangan jumlah hujan yang diterima berbanding jumlah hujan biasa. Ini kerana mungkin ketika tempoh masa tiada hujan, tempat takungan air atau takungan masih mempunyai jumlah air yang mencukupi, paras air bawah tanah masih tinggi dan mencukupi untuk membekalkan air kepada tumbuhan ataupun sungai bagi menjamin kegunaan air. Terdapat penyelidik yang merujuk kemarau sebagai satu jangka waktu di mana jumlah hujan tidak mampu untuk memenuhi keperluan bagi menjamin pertumbuhan dan kesuburan tumbuhan. Perlu diingat bahawa setiap

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



tumbuhan mempunyai keperluan dan penggunaan air yang berbeza-beza seperti kubis memerlukan lebih banyak air berbanding kaktus (Allaby, 2003).

Palmer (1965) menyatakan bahawa kemarau mempunyai maksud yang pelbagai mengikut keragaman manusia, bergantung kepada kehendak dan kepentingan tertentu mereka. Walaupun semua jenis kemarau berpunca daripada kekurangan hujan yang diterima (Wilhite & Glantz, 1985), namun fenomena ini dilihat berbeza oleh pengguna air yang berbeza (Bradford, 2000) dan pentakrifannya bergantung kepada siapa yang menggunakannya (Allaby, 2003). Untuk petani, kemarau bermakna kekurangan kelembapan dalam zon akar tanaman. Untuk ahli hidrologi, kemarau bermaksud keadaan air di sungai, tasik dan kolam berada di bawah paras normal. Bagi ahli ekonomi pula, ia bermakna kekurangan yang menjejaskan perkembangan ekonomi. Oleh itu terdapat keperluan untuk mendefinisikan kemarau secara berbeza kerana ia mempengaruhi pelbagai sektor dalam masyarakat (Wilhite & Glantz, 1985).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 2.2.1 Definisi Kemarau

Secara umumnya, kemarau boleh disifatkan sebagai satu keadaan sisihan yang berpanjangan daripada keadaan normal sesuatu pemboleh ubah air seperti kerpasan, aliran sungai, air bawah tanah dan lembapan tanih (Tallaksen & Van Lanen, 2004). Kemarau sangat berkait dengan proses-proses dalam kitaran hidrologi kerana setiap jenis dan tahapan kemarau saling mempengaruhi antara satu sama lain (Nguyen, 2006). Ini kerana semua jenis kemarau bertitik tolak daripada kekurangan kerpasan yang mengakibatkan kekurangan bekalan air untuk sesetengah aktiviti atau kumpulan (Wilhite & Glantz, 1985). Dalam kitaran hidrologi, setiap peringkat kemarau mempunyai saling kaitan antara satu sama lain. Ini kerana kemarau yang berlaku pada

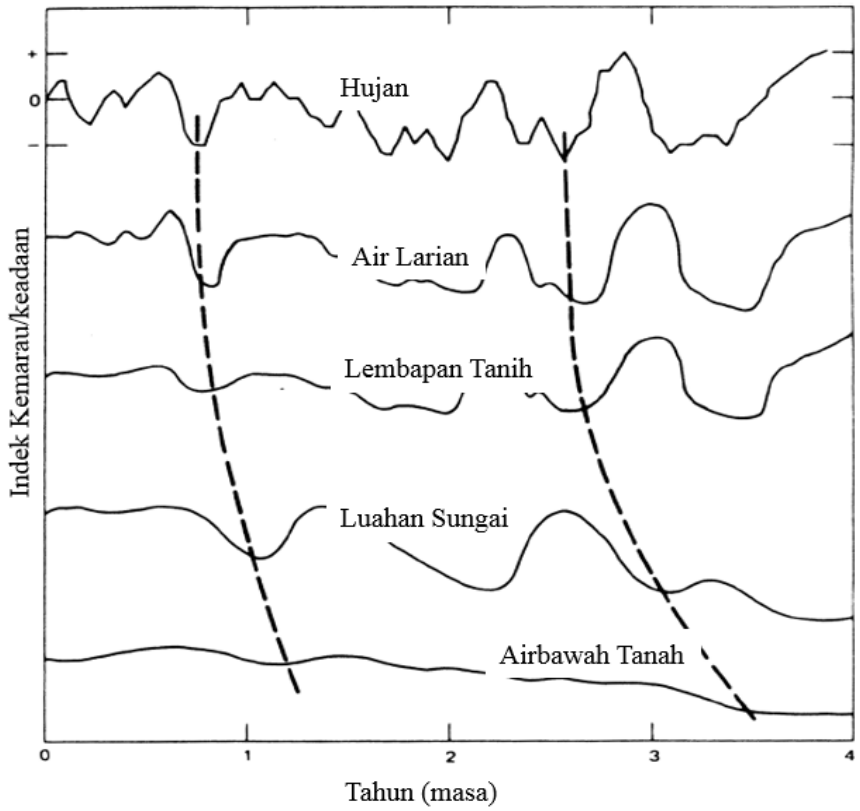
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



satu peringkat, boleh menyebabkan kemarau pada peringkat yang lain. Saling hubungan kemarau dilihat dengan permulaan pengurangan ketara jumlah kerpasan yang diterima berbanding dengan purata hujan normal. Pada masa yang sama situasi ini diiringi oleh peningkatan suhu yang mewujudkan persekitaran kering yang menyebabkan peningkatan kadar sejat-peluhan dan pengurangan kadar susupan dan pergerakan masuk air ke dalam tanah. Jika hujan ini terus berkurangan, ia boleh membawa kepada air tanah akan defisit dengan ketara yang boleh menyebabkan tekanan air ke atas tanaman dan produktiviti menyusut. Peringkat terakhir evolusi kemarau ialah di mana apabila penurunan hujan terus berkurangan dalam tempoh masa yang panjang, akan memberi kesan ke atas aliran sungai. Akibatnya aliran masuk bagi mengisi takungan, tasik dan ekosistem tanah lembap yang dikaitkan dengan badan air akan turut terjejas. Saling kaitan defisit air pada peringkat kitaran hidrologi, ditunjukkan dalam Rajah 2.2.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 2.2* Impak defisit hujan ke atas peringkat kitaran hidrologi. Diadaptasi dari Changnon (1987)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Wilhite & Glantz (1985) dan Allaby (2003) menyatakan terdapat lebih daripada 150 definisi berkaitan kemarau yang telah diterbitkan yang setiap satunya dikaitkan dengan aktiviti atau cabang sains tertentu. Antaranya

- Mishra & Singh (2010) menyatakan ia satu tempoh yang di mana sumber air permukaan dan sub permukaan tidak mencukupi untuk kegunaan air yang telah ditetapkan terhadap sesuatu sistem pengurusan air.

- Biro Meteorologi Australia (2006) menyatakan kemarau merupakan tempoh musim kering yang tidak normal dan panjang di mana air tidak mencukupi untuk keperluan normal pengguna.

- Wilhite (2009) mendefinisikan kemarau sebagai satu ciri ulangan iklim yang mana wujud kekurangan air yang bersifat sementara berbanding dengan bekalan normal. Ia berlaku dalam tempoh masa yang panjang - satu musim, setahun, atau beberapa tahun yang meliputi kawasan yang luas.

- Rossi (2011) mengatakan ia merupakan satu tempoh di mana jumlah luahan semasa kurang daripada jumlah luahan normal. Dalam kajian berorientasikan permintaan air, ia merupakan tempoh di mana luahan tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan semasa.

Walaupun pelbagai definisi yang diutarakan, Hisdal & Tallaksen (2000b) menyatakan terdapat 3 pendekatan yang boleh digunakan untuk memahami kepelbagaian definisi kemarau iaitu melalui pendekatan indikator, pendekatan disiplin dan pendekatan konseptual-operasi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 2.2.1.1. Takrifan mengikut perspektif petunjuk dan dimensi

Mawdsley, Petts, dan Walker (1994) mendefinisikan kemarau berdasarkan 2 petunjuk iaitu petunjuk alam sekitar dan petunjuk sumber. Petunjuk alam sekitar adalah terdiri daripada petunjuk hidro-meteorologi dan hidrologi, yang mengukur kesan langsung kemarau ke atas kitaran hidrologi. Kemarau merupakan fenomena fizikal yang berpaksikan kepada kekurangan air yang dikaitkan dengan hujan, aliran sungai atau lembapan tanih. Perubahan iklim yang berlaku menyebabkan berlaku penyusutan air yang mengancam kelestarian ekosistem di semua peringkat kitaran hidrologi sama ada di daratan, di bawah permukaan dan dalam tanih mahupun di persekitaran akuatik. Kesannya akan membentuk bahaya semula jadi yang digunakan sebagai petunjuk alam sekitar (Lake, 2011; Wilhite & Buchanan-Smith, 2005). Petunjuk ini boleh membantu mengenal pasti tempoh dan keparahan kemarau dan boleh digunakan untuk menganalisis kekerapan kemarau. Takrifan alam sekitar ini biasanya menentukan tahap perubahan air daripada keadaan normal (Mawdsley et al., 1994).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kemarau tidak boleh dilihat semata-mata sebagai fenomena fizikal. Ia mesti juga mengambil kira impaknya terhadap masyarakat (Bordi & Sutera, 2007). Impak kekurangan air di pelbagai peringkat kitaran hidrologi telah memberi kesan ke atas banyak aktiviti-aktiviti manusia yang bergantung dengan air. Halangan untuk mendapatkan bekalan air oleh aktiviti-aktiviti sosio-ekonomi menunjukkan keadaan sumber air yang tidak mapan dan situasi ini akan mendatangkan bencana alam sekitar. Kewujudan bencana ini merupakan petunjuk kepada kelestarian sumber air yang digunakan sebagai petunjuk sumber air.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 2.2.1.2. Takrifan mengikut perspektif disiplin.

Seperti yang dinyatakan sebelum ini, kemarau yang berpunca daripada kekurangan hujan mempunyai kesan yang berjaring mengikut kitaran hidrologi. Kekurangan hujan yang diterima di bawah paras normal menunjukkan kemarau meteorologi telah berlaku. Kesan kekurangan hujan menyebabkan lembapan tanih berkurangan disebabkan penyusupan air ke dalam tanih telah terencat. Pada masa yang sama proses sejat-peluhan berterusan berlaku. Situasi ini telah merencatkan pertumbuhan dan kesuburan tanih yang boleh menyebabkan kemarau ekologi atau pertanian berlaku. Kekurangan lembapan tanih menyebabkan proses pengisian semula air bawah tanah tidak berlaku menyebabkan aras air tanah (*water table*) menyusut. Penyusutan air bawah tanah sehingga mencecah di bawah paras normal, mengakibatkan kemarau air bawah tanah berlaku. Penyusutan air bawah tanah akan memberi kesan ke atas pembekalan air ke dalam alur sungai kerana aliran masuk akan terhenti. Paras air sungai jatuh lebih rendah berbanding paras normal, mengakibatkan kemarau hidrologi berlaku. Sungai yang menjadi sumber utama bekalan air, tidak mampu untuk membekalkan air untuk aktiviti-aktiviti sosio-ekonomi. Berlaku krisis air di mana penawaran air tidak mampu memenuhi permintaan air menyebabkan kemarau sosio-ekonomi terbentuk.

Berpandukan impak kekurangan air pada pelbagai peringkat kitaran hidrologi seperti dinyatakan di atas, kemarau boleh dikelompokkan kepada 4 kategori mengikut disiplin tertentu (Rajah 2.3). Ia meliputi kemarau meteorologi, kemarau hidrologi, kemarau pertanian/ekologi dan kemarau sosio-ekonomi. (Dracup, Lee, & Paulson, 1980b; Wilhite & Glantz, 1985; Mishra & Singh, 2010). Kemarau meteorologi dinyatakan hanya berdasarkan kepada pengukuran tahap kekeringan dari sudut kekurangan hujan (Keyantash & Dracup, 2004). Kemarau pertanian dinyatakan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



berdasarkan defisit kelembapan tanah (Mishra & Singh, 2010). Kemarau hidrologi merupakan kekurangan kebolehsediaan air dari segi jumlah aliran sungai, simpanan takungan dan air bawah tanah (Wilhite, 2000). Kemarau hidrologi berkembang lebih perlahan kerana ia melibatkan penyusutan terhadap medium simpanan tetapi pada masa yang sama tidak ada penambahan ke atas medium tersebut (Dai, 2011). Manakala kemarau sosio-ekonomi merupakan kemarau yang berlaku apabila kekurangan air secara fizikal mula menjejaskan kesihatan, kesejahteraan dan kualiti hidup manusia. Kemarau ini mula memberi kesan kepada bekalan dan permintaan produk ekonomi seperti air, pengeluaran ikan, penjanaan kuasa hidroelektrik dan lain-lain (Barua, 2010).

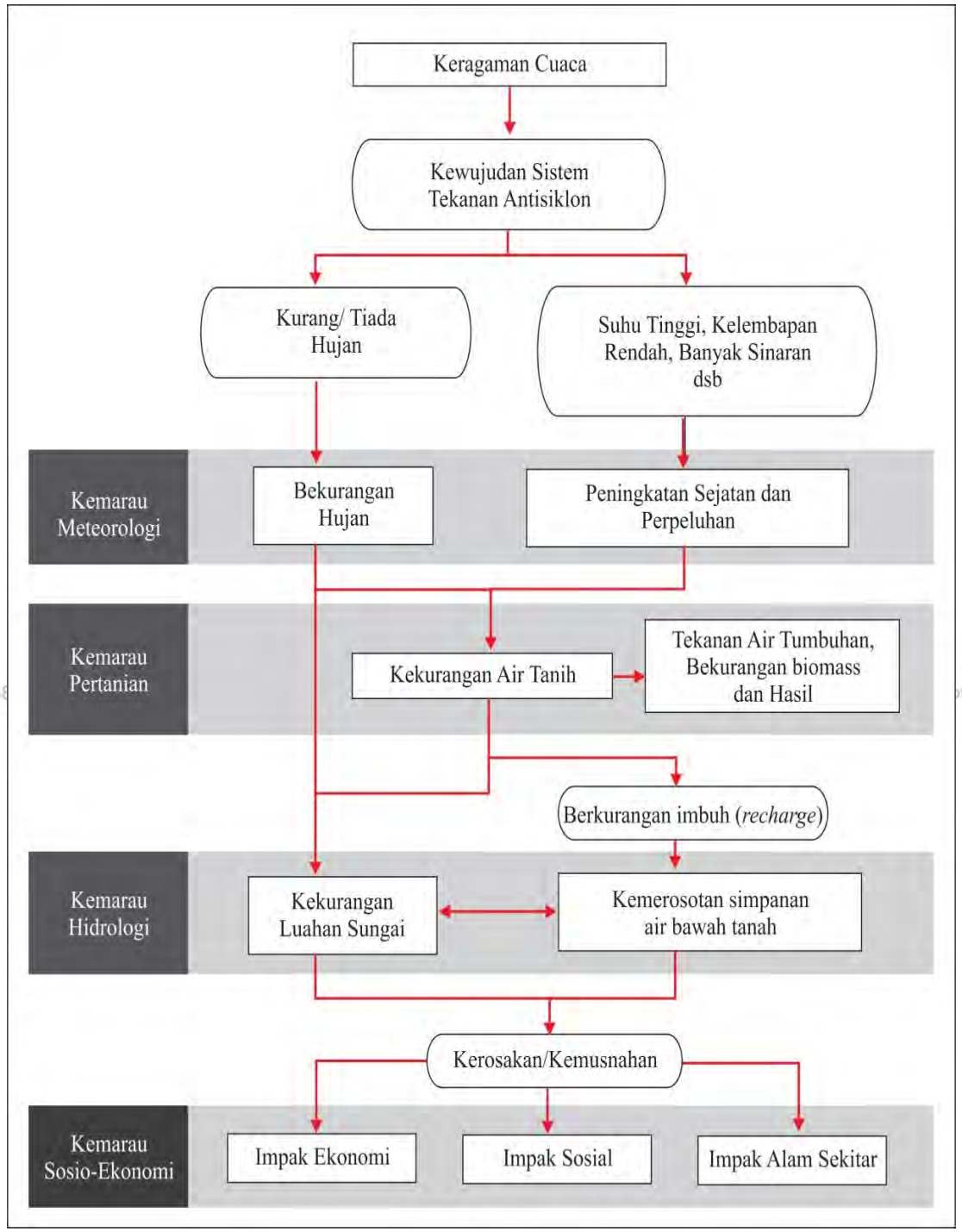
#### 2.2.1.3. Takrifan mengikut perspektif konseptual dan operasi.

Penjelasan konseptual merujuk kepada penjelasan dari segi istilah secara umum kemarau dan biasanya lebih mudah untuk difahami (Wilhite & Glantz, 1985). Perspektif konseptual ini digambarkan secara relatif kepada kejadian kemarau yang merujuk kepada satu tempoh yang panjang yang berlaku dalam tempoh musim kering. Bagi perspektif operasi pula, penjelasannya adalah sangat luas. Ia bergantung pada proses kejadian kemarau mengikut konteks dan ruang di mana kemarau melanda. Definisi operasi dapat mengenal pasti permulaan, keparahan dan pengakhiran kemarau (Mishra & Singh, 2010). Melalui perspektif operasi, ia dapat membantu penyelidik untuk memahami lebih banyak butiran berkaitan sifat-sifat kemarau seperti tempoh, kekerapan, dan keparahan dalam pelbagai skala masa (Nguyen, 2006) dan ruang. Di samping itu, potensi impak kemarau juga turut dijelaskan dalam sesetengah definisi operasi (Wilhite & Glantz, 1985; Rossi, 2011).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 2.3*. Pengkelasan kemarau mengikut peringkat kitaran hidrologi. Diadaptasi dari Wilhite & Glantz (1985)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Walaupun apa pun pendekatan pendefinisian yang digunakan sama ada definisi bersifat petunjuk, perspektif atau disiplin, perlu diakui ramai penyelidik bersetuju bahawa kemarau terhasil daripada kekurangan kerpasan yang diterima berbanding dengan keadaan normal. Ia berlanjutan melebihi tempoh tertentu dan tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan bekalan air untuk aktiviti-aktiviti manusia dan operasi alam sekitar (Wilhite & Buchanan-Smith, 2005).

### 2.2.2 Definisi Kemarau Hidrologi

Kemarau hidrologi secara umumnya dapat diterangkan mengikut skala lembangan sungai atau kawasan tadahan air (Lake, 2011; Nagarajan, 2010). Ia adalah gambaran kepada penyusutan air di semua peringkat sistem hidrologi pada semua medium simpanan air di daratan. Kemarau hidrologi dimanifestasikan melalui keadaan luahan aliran rendah di sungai yang tidak normal, begitu juga di tasik, reseboir dan simpanan air bawah tanah (Tallaksen & Van Lanen, 2004). Terdapat banyak definisi yang diutarakan oleh para pengkaji berhubungan kemarau hidrologi. Antaranya:-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Lorenzo-Lacruz et al. (2013) dan Nalbantis & Tsakiris (2009) menyatakan bahawa kemarau hidrologi ditakrifkan sebagai penurunan ketara terhadap kebolehsediaan air terhadap semua bentuknya yang terdapat dalam fasa kitaran hidrologi terutamanya fasa tanah. Bentuk-bentuk ini digambarkan melalui pelbagai pemboleh ubah hidrologi seperti luahan sungai, tasik dan paras takungan air dan paras air bawah tanah

- Fleig, Tallaksen, Hisdal, Stahl, dan Hannah. (2010) menyatakan bahawa kemarau hidrologi merujuk kepada suatu keadaan penyusutan air permukaan atau air bawah tanah berbanding dengan keadaan normal.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Smakhtin (2001) menjelaskan bahawa kemarau hidrologi bertujuan mengukur kesan pengurangan jumlah hujan dalam tempoh tertentu ke atas penyusutan bekalan air di atas dan bawah permukaan seperti luahan sungai, reseboir, tasik dan paras air bawah tanah.

- Van Lanen et al. (1997) mengatakan kemarau hidrologi adalah tempoh apabila luahan sungai berada di bawah paras ambang tertentu.

- Linsley, Kohler, & Paulhus (1975) dan Dracup et al., (1980b) menyatakan kemarau sungai sebagai satu tempoh di mana luahan sungai adalah tidak mencukupi untuk membekal air yang telah ditetapkan dalam sistem pengurusan air tertentu.

Berdasarkan kepada definisi di atas beberapa terma penting seperti "luahan sungai di bawah paras ambang tertentu", "penyusutan air berbanding keadaan normal", "tidak mencukupi untuk membekalkan air" dan "penurunan ketara kebolehsediaan air" menjadi teras dalam memahami konsep kemarau. Apa yang dapat disimpulkan ialah kemarau hidrologi merupakan fenomena kekurangan air terhadap pemboleh ubah air berbanding dengan keadaan normal yang berlaku dalam "tempoh tertentu". Beberapa pemboleh ubah air yang biasa digunakan bagi menerangkan kemarau hidrologi seperti luahan sungai, paras air bawah tanah, simpanan reseboir dan lembapan tanih. Daripada senarai pemboleh ubah tersebut, aliran sungai merupakan pemboleh ubah yang telah digunakan secara meluas dalam analisis kemarau hidrologi (Dracup et al., 1980a; Hisdal, Stahl, Tallaksen, & Demuth, 2001; Kasparek & Novicky, 2002; Shiau, Feng, & Nadarajah, 2007; Van Loon, 2013).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Van Loon (2013) telah membahagikan kemarau hidrologi kepada 6 jenis berdasarkan perbezaan perilaku nya seperti digambarkan dalam Rajah 2.4. Penjenisan itu meliputi :

- Kemarau defisit hujan klasik (*classical rainfall deficit drought*). Ia adalah disebabkan semata-mata oleh kekurangan yang berpanjangan hujan (kemarau meteorologi) yang menjalar melalui kitaran hidrologi dan berkembang menjadi kemarau hidrologi.

- Kemarau musim hujan hingga salji (*rain-to-snow-season drought*). Ia adalah disebabkan oleh defisit hujan (kemarau meteorologi) di musim hujan (biasanya musim panas dan / atau musim luruh) yang berterusan memasuki musim salji (biasanya musim sejuk). Kemarau meteorologi yang berakhir dengan hujan, bagaimanapun jatuh sebagai salji kerana suhu telah menurun di bawah sifar. Akibatnya storan lembapan tanih dan air bawah tanah tidak diisi semula oleh proses *recharge* pada musim hujan, musim di mana pengisian semula lembapan tanih dan air bawah tanah biasanya berlaku. Oleh itu, nilai awal kemelesetan musim sejuk biasa adalah lebih rendah daripada simpanan normal dan air bawah tanah dan luahan, kekal di bawah paras ambang sehingga puncak salji cair semasa musim bunga akan datang.

- Kemarau musim basah hingga kering (*wet-to-dry-season drought*). Ia disebabkan oleh keadaan defisit hujan (kemarau meteorologi) di musim basah (biasanya musim sejuk) yang berterusan ke dalam musim kering (biasanya musim panas). Prinsip yang hampir sama kemarau musim hujan hingga salji. Hanya dalam kemarau kategori ini, tidak ada salji yang terlibat tetapi sejatan potensi yang sangat tinggi pada musim kemarau. Kemarau meteorologi yang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



berakhir dengan hujan, secara sepenuhnya hilang melalui proses sejat-peluhan kerana potensi sejatan pada musim ini lebih tinggi berbanding hujan. Akibatnya storan lembapan tanih dan air bawah tanah tidak diisi semula oleh proses *recharge* pada musim basah, musim di mana pengisian semula lembapan tanih dan air bawah tanah biasanya berlaku. Oleh itu, nilai awal kemelesetan musim panas biasa adalah lebih rendah daripada kadar simpanan normal. Air bawah tanah dan jumlah luahan kekal di bawah paras ambang sehingga musim basah seterusnya.

- Kemarau musim salji yang dingin (*cold snow season drought*). Ia disebabkan oleh suhu rendah yang tidak normal pada musim salji (musim sejuk), namun tidak semestinya, ia berlaku dalam kombinasi dengan kemarau meteorologi pada musim yang sama.

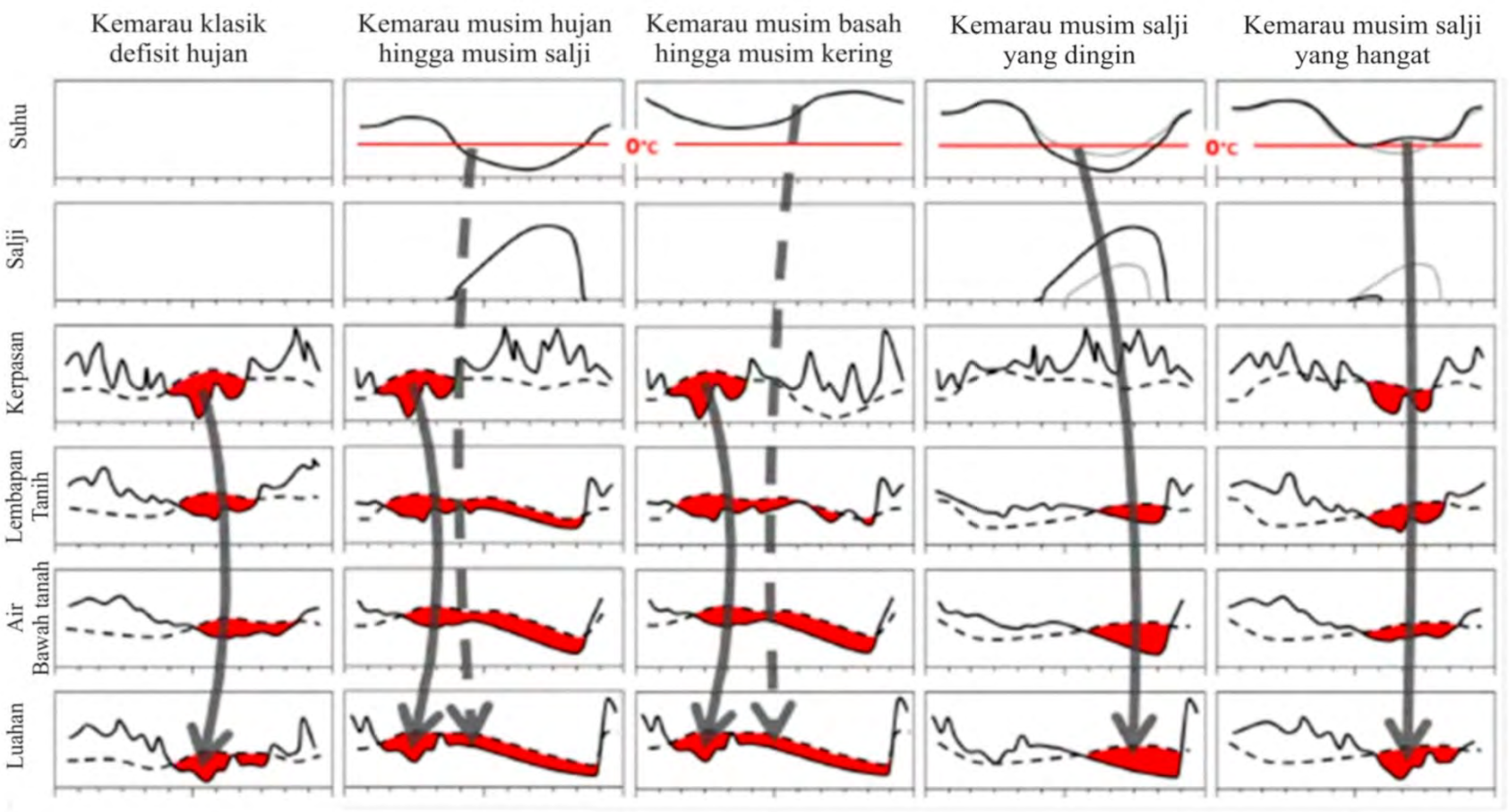
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Kemarau musim salji yang hangat (*warm snow season drought*). Ia adalah disebabkan oleh suhu hangat yang luar biasa tinggi semasa musim salji (musim sejuk). Dalam beberapa kes ia berlaku dalam kombinasi dengan defisit hujan (kemarau meteorologi) pada musim yang sama.

- Kemarau komposit (*composite drought*). Ia menggabungkan beberapa mekanisme penjanaan kemarau seperti disebutkan di atas. Dalam kemarau jenis ini, beberapa peristiwa kemarau (dari jenis yang sama atau berbeza) yang berlaku dalam musim yang berbeza, tidak dapat dibezakan. Ciri utama kemarau ini ialah kemarau seterusnya akan melanda sesuatu sistem sebelum ia pulih dari landaan kemarau hidrologi sebelumnya.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 2.4*. Pengelasan kemarau hidrologi. Diadaptasi dari Van Loon (2013)

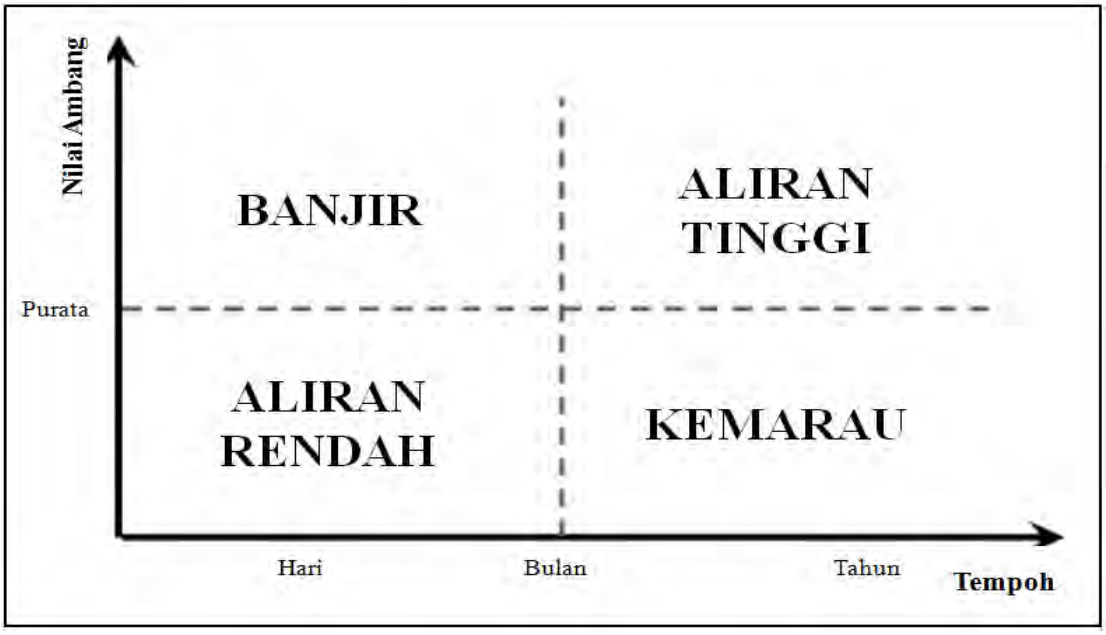
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 2.2.3 Definisi Kemarau Luahan Sungai

Sungai merupakan petunjuk penting dalam kelompok kemarau hidrologi. Ini kerana luahan sungai merupakan pemboleh ubah yang paling ketara dari segi kuantiti air (Lorenzo-Lacruz et al., 2013) dan pemboleh ubah utama untuk menyatakan status sumber air permukaan (Nalbantis & Tsakiris, 2009). Dalam sistem terbuka, lembangan sungai terdedah kepada banyak faktor yang menyebabkan wujud keadaan dinamik terhadap aliran sungai. Kedinamikan curahan hujan dan kepelbagaian sifat persekitaran kawasan tadahan, menjadikan rejim aliran sungai boleh menjadi normal dan ekstrem. Pola ekstrem ini boleh jadi bersifat aliran tinggi atau aliran rendah (Rajah 2.5). Aliran tinggi yang ekstrem kebiasaannya digambarkan oleh jumlah luahan yang luar biasa seperti banjir di mana ia berlaku kurang daripada sebulan. Manakala peristiwa aliran rendah yang ekstrem digambarkan melalui jumlah luahan yang sedikit seperti kejadian kemarau dan kebiasaannya berlaku lebih daripada tempoh sebulan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 2.5*. Pengelasan peristiwa hidrologi. Diadaptasi dari Dracup et al., (1980b)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kemarau amat berkait dengan sifat luahan semasa aliran rendah yang biasa digunakan untuk menggambarkan sesuatu rejim aliran sungai (Smakhtin, 2001). Ia terhasil kesan daripada pengurangan curahan hujan, sumbangan aliran permukaan dan aliran keluar daripada simpanan air bawah tanah (Awass, 2009). Terdapat beberapa sarjana seperti Zelenhasic & Salvai (1987), Clausen & Pearson (1995) dan Tallaksen, Madsen, dan Clausen (2009) mengatakan kejadian aliran rendah berpanjangan boleh dianggap sebagai kemarau tahunan. Namun dari segi operasi, fenomena kemarau dan aliran rendah mempunyai perbezaan.

Istilah tempoh aliran rendah kebiasaannya digunakan untuk merujuk rejim sungai yang menggambarkan pola perubahan turun-naik aliran sungai normal tahunan yang dikaitkan kepada kitaran tahunan sesuatu wilayah iklim (Rossi, 2011). Bergantung kepada jenis iklim, rejim sungai boleh menunjukkan satu atau lebih daripada satu musim aliran rendah atau aliran tinggi. Iklim khatulistiwa sebagai contohnya, mempunyai dua musim aliran rendah dan dua musim aliran tinggi yang mana musim-musim ini menggambarkan kejadian musim basah dan kering. Di Malaysia, musim kering berlaku pada bulan Januari – Februari dan Jun – Ogos manakala musim basah berlaku pada bulan Mac – Mei dan September – Disember (Mohamad Suhaily Yusry, 2007). Aliran rendah di Malaysia berlaku pada setiap musim kering dalam kalendar hidrologi tahunan.

Kemarau mesti berlaku dalam tempoh aliran rendah tetapi aliran rendah tidak semestinya mendatangkan kemarau. Kemarau merupakan aliran rendah yang dikaitkan aliran minimum semasa tempoh musim kering (Tallaksen & Van Lanen, 2004). Sebab itu terdapat kaedah yang mengukur kemarau menggunakan pendekatan purata minimum tahunan (PMT). Ia tidak berlaku secara tahunan seperti aliran rendah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Fenomena ini berlaku dalam tempoh 5, 10, 100 tahun dan sebagainya. Dari sudut penyelidikan, kajian aliran rendah bertujuan untuk memahami perkembangan fizikal aliran sungai pada poin di sepanjang sungai dalam tempoh jangka pendek. Manakala kajian kemarau aliran sungai cuba mengkaji sifat defisit aliran sungai sepanjang tempoh ia berlaku (Hisdal, Tallaksen, Stahl, Zaidman, & Gustard, 2000).

Kemarau luahan sungai merupakan fenomena di mana berlaku penyusutan jumlah luahan sehingga mengalami defisit. Hisdal, Tallaksen, Clausen, Peters, dan Gustard (2004) mengatakan bahawa sungai dikatakan mengalami defisit apabila jumlah luahan sungai berada di bawah nilai paras ambang tertentu pada satu tempoh yang lama. Berpandukan kepada konsep defisit luahan sungai, beberapa sarjana telah mengutarakan beberapa pandangan berkaitan definisi kemarau luahan sungai. Antaranya:

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Beran & Rodier (1985) menyatakan kemarau luahan sungai merujuk kepada penyusutan jumlah air di mana luahan air sungai berada di bawah paras normal dalam satu tempoh tertentu.

- Hisdal et al. (2001) menyatakan ia merujuk kepada satu tempoh di mana jumlah luahan sungai tidak mencukupi untuk membekalkan air kepada pengguna yang telah ditetapkan dalam satu-satu sistem pengurusan air tertentu.

- Dracup et al., (1980b) dan Zelenhasic & Salvai (1987) menyatakan ia adalah satu keadaan aliran rendah di bawah paras ambang tertentu.

Berpandukan kepada definisi di atas terma “penyusutan air di bawah paras normal”, “luahan air tidak mencukupi untuk membekalkan air” dan “luahan aliran rendah di bawah paras ambang tertentu”, dapatlah disimpulkan bahawa kemarau luahan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sungai merupakan satu keadaan paras atau jumlah luahan air sungai telah mengalami penyusutan sehingga satu paras/jumlah tertentu (paras ambang). Penyusutan dan kekurangan air sungai ini berlaku dalam satu tempoh tertentu yang kebiasaannya merujuk kepada satu tempoh had yang menyebabkan permintaan air normal pengguna telah terganggu.

Bagi memahami kemarau luahan sungai secara mendalam, adalah lebih baik difahami asal-usul kejadian luahan sungai dalam konteks kitaran hidrologi lembangan (Rajah 2.6). Ini kerana kehadiran kemarau akan mempengaruhi semua komponen dalam kitaran hidrologi (Wilhite, 2000). Luahan sungai terhasil daripada integrasi ruangan lembangan terhadap air larian dan ia merupakan komponen utama dalam imbangan air tahunan sesuatu lembangan. Ia terdiri daripada komponen aliran lambat dan aliran cepat. Aliran lambat biasanya dirujuk sebagai aliran dasar, yang sebahagian besarnya disumbangkan oleh simpanan bawah tanah atau daripada sumber tertangguh yang lain (Smakhtin, 2001). Manakala aliran "cepat" turut dikenali sebagai aliran ribut. Aliran ribut boleh terhasil secara aliran atas permukaan dan aliran ribut bawah permukaan. Aliran ribut atas permukaan terhasil apabila intensiti hujan melebihi keupayaan susupan tanih dan disokong oleh keadaan ruang udara tanih yang tepu. Ia juga boleh wujud sebagai aliran ribut bawah permukaan dalam bentuk aliran lateral cepat di atas horizon tidak telap (atau batuan dasar) apabila paras air bawah tanah meningkat dan bahagian bawah permukaan tepu bersambungan atau melalui aliran paip cepat melalui saluran paip-paip dalam tanih dan rongga-rongga makro yang lain pada kedudukan kedalaman yang rendah dalam keadaan hampir tepu (Arnell, 2002). Sifat-sifat luahan sungai dikawal oleh sifat-sifat lembangan yang dikaitkan dengan geologi, tanih, topografi, cuaca dan litupan tumbuhan (Price, 2011), intensiti hujan (Arnell,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

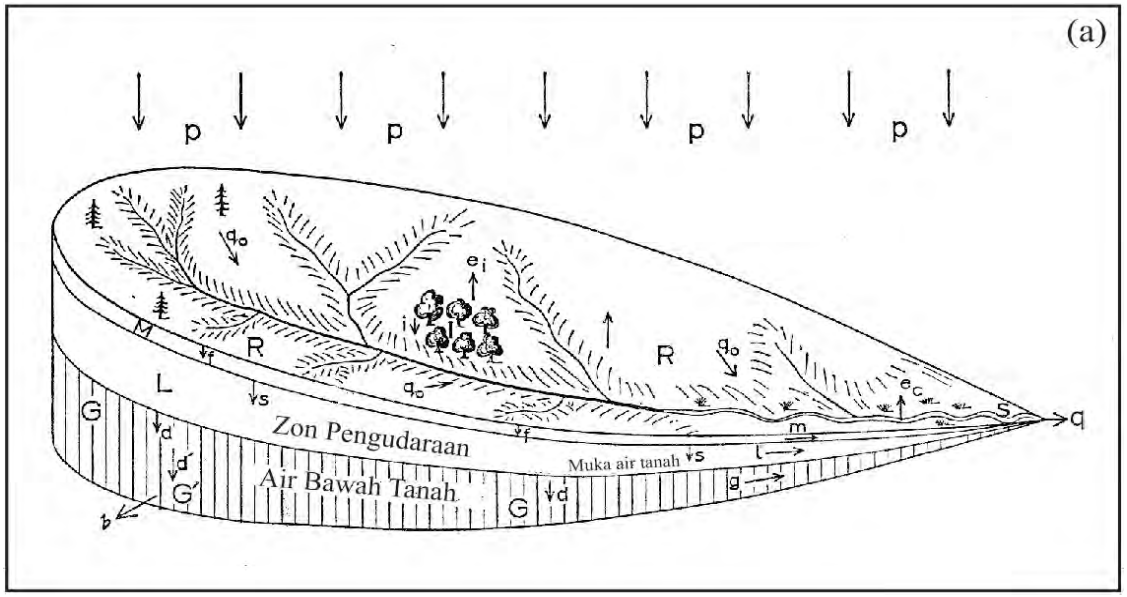
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



2002) dan jumlah kandungan antecedent air tanih (Meyles, Williams, Ternan, & Dowd, 2003).

Berpandukan Rajah 2.6a dan b, kejadian kemarau boleh dilihat dalam dua persekitaran iaitu persekitaran tabii dan gangguan manusia. Dalam persekitaran tabii, hujan berperanan untuk mengisi medium simpanan/takungan yang menjadi tempat transit sebelum air dialirkan ke dalam alur sungai seperti tumbuhan (I), takungan permukaan (*R*), simpanan lembapan tanih (*M*), simpanan zon pengudaraan (L) dan simpanan air bawah tanah (G). Pengurangan jumlah curahan hujan akan menyebabkan jumlah air dalam medium simpanan transit ini akan turut mengalami penyusutan. Penyusutan simpanan air ini, sudah pasti akan merencatkan proses pembekalan air ke dalam alur melalui proses aliran permukaan (*qo*), aliran sub permukaan (*m*), aliran antara permukaan (*l*) dan aliran dasar *(g*). Sekiranya pengurangan curahan hujan berterusan hingga ke tahap kritikal dibantu oleh sejatpeluhan yang tinggi, kemarau aliran sungai akan berlaku walaupun mengambil masa yang lama untuk muncul dan tidak seiring/sefasa dengan penyusutan hujan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

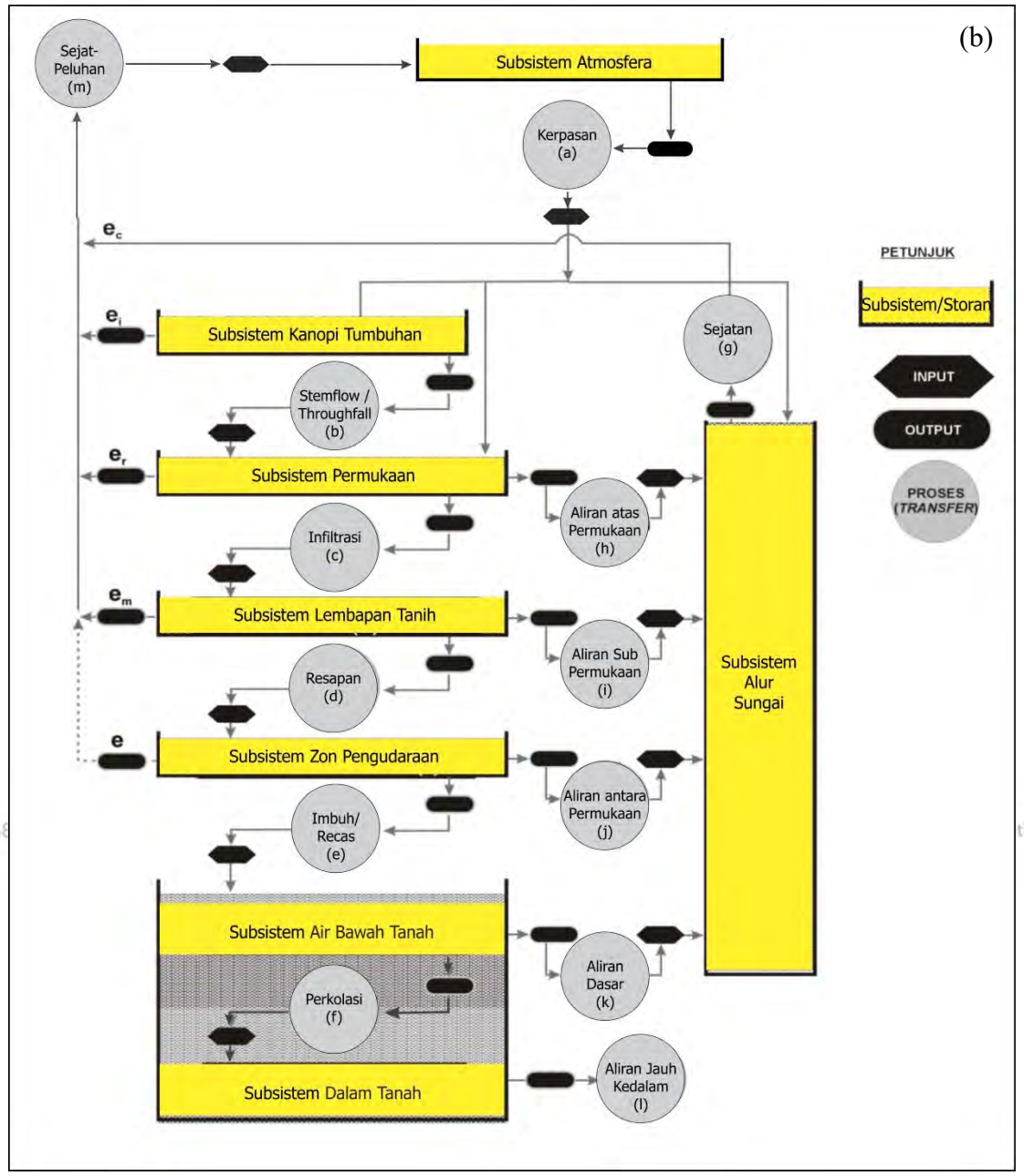



*Rajah 2.6.(a).* Kitaran hidrologi lembangan sungai. Diadaptasi dari More (1979)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 2.6.(b)*. Kitaran hidrologi lembangan sungai. Diadaptasi dari More (1979)

Kejadian kemarau aliran sungai dipercepatkan lagi sekiranya ia berlaku dalam persekitaran antropogenik yang mudah-terancam. Kebiasaannya, persekitaran antropogenik dicorakkan oleh ketiadaan tumbuhan dan wujud permukaan tidak telap air yang diliputi oleh objek pembangunan. Persekitaran bandar merupakan contoh terbaik persekitaran antropogenik. Hall (1984) menyatakan bahawa antara aspek perbandaran yang sangat mempengaruhi proses-proses hidrologi ialah peningkatan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kepadatan bangunan dan penduduk dalam kawasan bandar. Kehadiran persekitaran sebegini dalam lembangan, akan mengakibatkan proses pengisian semula medium simpanan transit terutama medium simpanan bawah tanah (M, L dan G) akan terencat disebabkan pengurangan susupan (Douglas, 1983). Curahan hujan yang melimpahi lembangan, akan dialirkan secara terus ke dalam alur (S) melalui permukaan. Keadaan ini menyebabkan simpanan M dan L akan kering dan paras G akan menyusut teruk kerana proses pengisian semula semasa hujan dihalang oleh lapisan tidak telap air. Akibatnya, medium simpanan ini tidak dapat menyalurkan air ke dalam alur (S) menyebabkan berlaku penyusutan ke paras kritikal dan boleh menyebabkan kekeringan alur. Keadaan ini diparahkan lagi dengan aktiviti penyedutan air untuk tujuan pengairan dan bekalan air domestik serta pembuangan secara terus sisa cemar ke dalam alur.

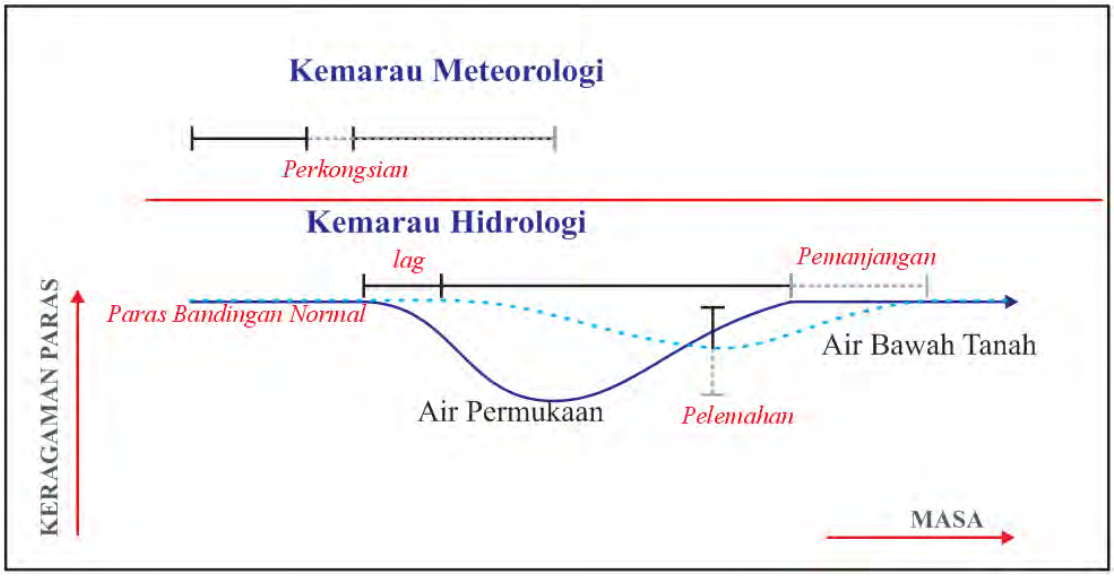
Walaupun ia dikaitkan dengan kemarau meteorologi, ia berbeza fasa dengan kejadian kemarau hidrologi (Wilhite & Glantz, 1985; Van Loon, 2013). Ia mengambil masa yang lama untuk muncul dalam komponen sistem hidrologi selepas berlaku kekurangan hujan. Kemarau hidrologi biasanya melanda selepas berlakunya kemarau meteorologi dan pertanian (Tate & Gustard, 2000; Tokarczyk, 2013) kerana aliran air terpaksa melalui fasa-fasa kemarau lembapan tanih (Van Loon, 2013). Penjelasan penyerakan kemarau meteorologi kepada kemarau hidrologi dapat digambarkan berdasarkan Rajah 2.7. Apa yang dapat dilihat ialah dalam terdapat perkongsian tempoh kemarau meteorologi di dalam tempoh peristiwa kemarau hidrologi yang panjang. Namun kemarau meteorologi menjadi lemah apabila simpanan sudah mencapai tahap tinggi pada permulaan peristiwa kemarau. Apa yang diperhatikan ialah, wujud jurang masa di antara kejadian kemarau meteorologi dengan kemarau air bawah tanah dan daripada kemarau bawah tanah kepada kemarau hidrologi. Ini kerana interaksi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



komponen-komponen hidrologi dalam sistem lembangan dalam pelbagai jaringan yang kompleks. (Wilhite &Glantz, 1985; Van Loon 2013; Lorenzo-Lacruz et al., 2013).




*Rajah 2.7.* Penyebaran kemarau meteorologi kepada kemarau hidrologi. Diadaptasi dari Van Loon (2013)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi

Masa dan tahap keparahan kemarau hidrologi tidak sentiasa selari dengan kemarau meteorologi kerana kekompleksan proses-proses yang mengubah curahan hujan kepada luahan sungai (Ben-zvi, 1987). Jika dilihat daripada kejadian kemarau, kemarau luahan sungai tidak semestinya disebabkan oleh peristiwa semula jadi. Ia terhasil daripada gabungan kompleks terhadap kemarau meteorologi, infrastruktur sumber air dan keputusan dalam pengurusan operasi (Awass, 2009). Analisis kemarau luahan sungai mengalami kesan daripada pengaruh elemen tidak asli dalam banyak kes (contoh pembandaran, bahan pencemar, pengambilan air) yang menjadikan pengiraan tahap keparahan kemarau adalah sukar.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 2.3 Penentuan kemarau dan indeks kemarau

Terdapat dua kaedah yang biasa digunakan untuk menentukan kejadian kemarau daripada data siri masa iaitu pendekatan aliran minimum tahunan (AMT) dan pendekatan paras ambang (PA) - (Peters, 2003). Kedua-dua pendekatan ini telah dibincangkan dengan panjang lebar oleh Hisdal, Tallaksen, Clausen, Peters, & Gustard (2004) dengan merujuknya kepada sifat aliran rendah dan sifat defisit. Ringkasan kedua-dua pendekatan ini dapat dilihat dalam Rajah 2.8.

### 2.3.1 Petunjuk aliran rendah

Rejim aliran rendah sesuatu sungai boleh dianalisis dalam pelbagai kaedah bergantung pada data yang ada dan jenis output yang dikehendaki (Smakhtin, 2001). Hisdal et al. (2004) telah menerangkan terdapat dua kaedah yang digunakan untuk menghasilkan petunjuk-petunjuk aliran rendah yang berupaya menerangkan sifat dan karakter kejadian dan peristiwa kemarau (Rajah 2.8 – jalur I dan II). Ia terdiri daripada keluk-tempoh-alir (KTA) dan luahan minimum tahunan, (LMT n-hari).

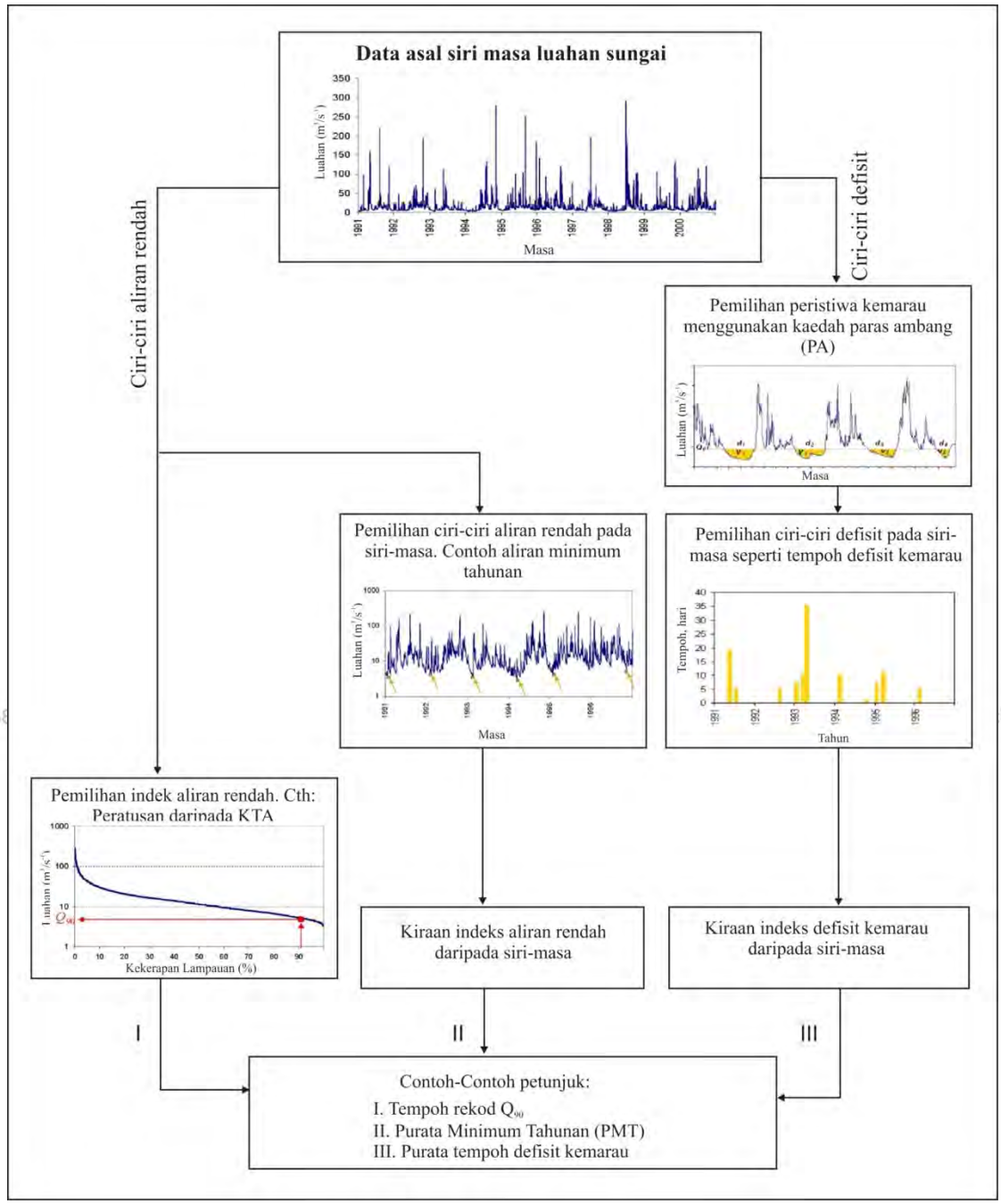
#### 2.3.1.1. Persentil daripada keluk tempoh alir (KTA)

KTA merupakan salah satu kaedah yang sangat informatif bagi memaparkan jujukan luahan sungai daripada aliran terendah hinggalah kepada kejadian banjir (Smakhtin, 2001). Ia merupakan pelengkap kepada fungsi taburan kumulatif terhadap luahan sungai secara harian, mingguan dan bulanan (Vogel & Fennessey, 1994). Ia merupakan pemetaan empirikal luahan sungai sebagai fungsi peratusan masa di mana jumlah luahan sungai dilampaui (Hisdal et al., 2004). Terma peratusan masa dan luahan lampauan/kekerapan lampauan dapat dijelaskan seperti berikut:-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 2.8*. Petunjuk ciri-ciri kemarau luahan sungai. Diadaptasi dari Hisdal et al. (2004).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Peratusan masa merujuk kepada kekerapan lampauan sesuatu luahan sungai dapat dianggarkan melalui hubungan antara magnitud dengan kekerapan masa (harian, mingguan, bulanan ataupun tahunan atau selang masa yang lain) sesuatu luahan sungai sepanjang tempoh pemerhatian sesuatu siri masa pada keluk KTA (Vogel & Fennessey, 1994).

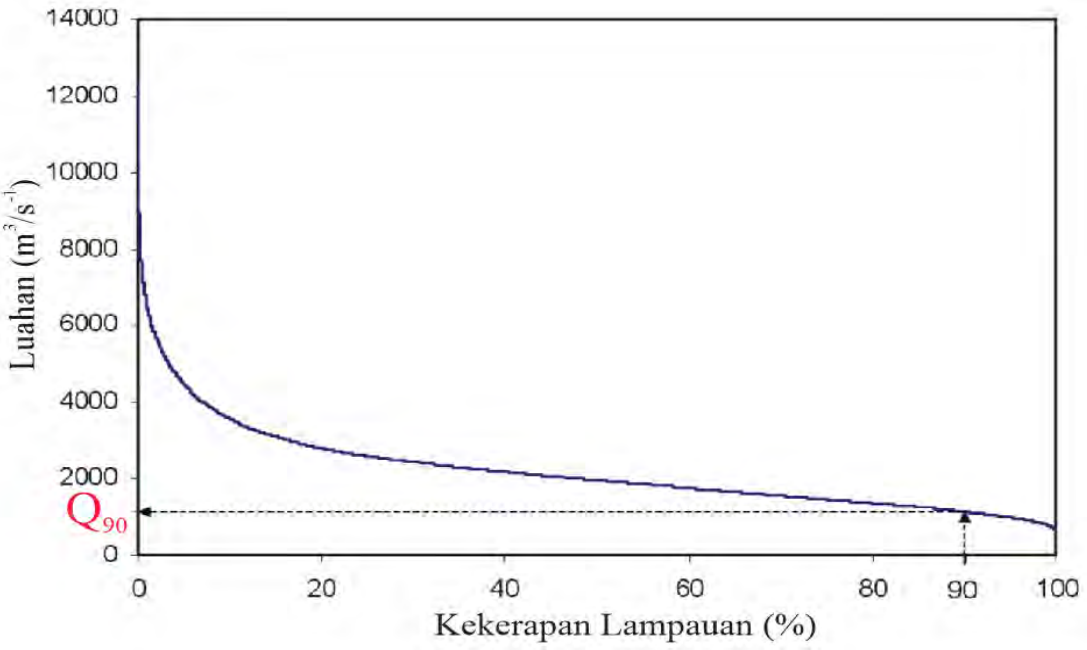
- Aliran lampauan/kekerapan lampauan merupakan indeks tanpa dimensi yang menggambarkan peratusan masa pada sesuatu luahan sungai tertentu telah menyamai atau dilampaui sepanjang tempoh sesuatu rekod siri masa (Gustard, Bullock & Dixon, 1992). Aliran lampau merujuk kepada nilai persentil yang selalu digambarkan dengan simbol $Q_0$.

KTA dibentuk dengan menyusun semula nilai aliran siri masa dalam bentuk susunan mengecil. Data-data luahan yang telah disusun secara mengecil, diplotkan melawan peratusan pangkat masa. Kaedah yang paling sesuai bagi membentuk KTA dengan menggunakan plot kebarangkalian log-normal (Smakhtin, 2001). Daripada pemetaan data-data luahan ini, petunjuk aliran rendah yang ekstrem yang dikenali sebagai aliran rendah lampauan akan dapat diperoleh seperti di tunjukkan dalam Rajah 2.9. Aliran rendah lampauan ini merupakan satu indeks yang menyatakan peratusan masa di mana aliran harian tertentu adalah dilampaui sepanjang tempoh rekod. Nilai aliran rendah lampauan ini sering diistilahkan sebagai persentil. Sebagai contoh 90-persentil atau $Q_{90}$ merujuk kepada jumlah luahan telah melampaui 90% daripada tempoh rekod. Berdasarkan kajian-kajian lepas, nilai persentil, Q yang biasa digunakan sebagai petunjuk aliran rendah sesuatu kejadian kemarau antara $Q_{90} – Q_{70}$ bagi sungai saka dan $Q_{70} – Q_{20}$ bagi sungai seketika dan sungai berjeda (Fleig et al., 2006)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 2.9*. Penentuan aliran rendah-kemarau berpandukan KTA

### 2.3.1.2. Purata Minimum Tahunan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Luahan minimum antara petunjuk yang baik dalam kajian kemarau. Purata minimum tahunan (PMT) merupakan antara kaedah yang telah digunakan untuk menerangkan kejadian kemarau (Pyrce, 2004; Smakhtin, 2001). PMT merujuk kepada luahan purata daripada luahan minimum tahunan (LMT) dalam tempoh rekod. LMT n-hari merupakan nilai luahan terendah dalam satu siri luahan harian (n-hari yang berurutan) dalam setahun (Fleig, 2004) seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.10. Untuk memastikan siri luahan tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai yang ekstrem, penapis purata bergerak antara kaedah yang digunakan untuk memilih dan menapis siri masa luahan minimum (LM) daripada siri luahan harian (n-hari). Siri masa luahan minimum tahunan, LMT yang terhasil ini, akan digunakan untuk hasilkan nilai PMT (n-hari) yang merupakan purata nilai aliran rendah terkecil dalam tempoh rekod. PMT (n-hari) merupakan petunjuk aliran rendah yang digunakan untuk menerangkan kejadian kemarau.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

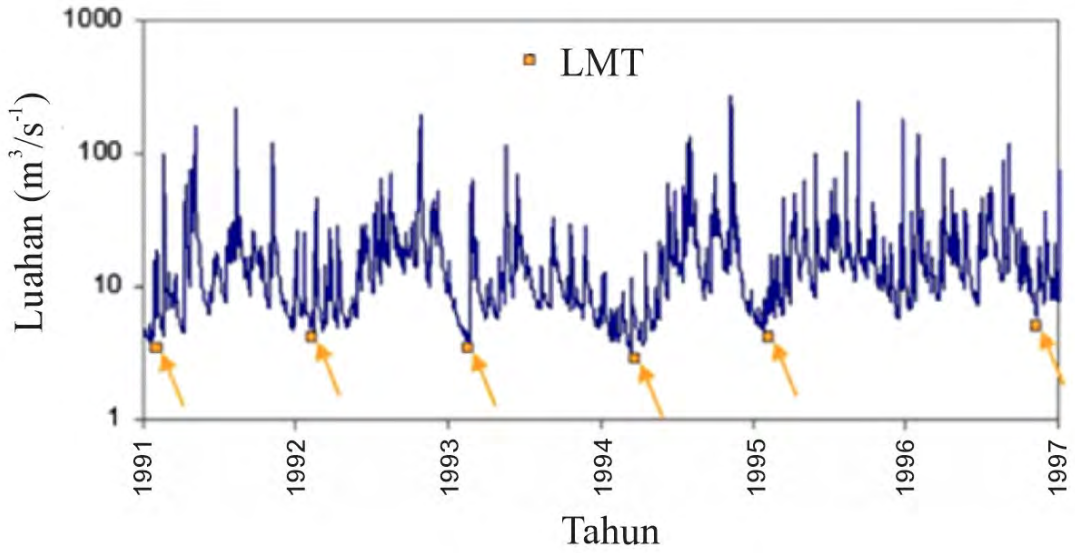
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Bilangan atau tempoh julat pemurataan n-hari yang biasa digunakan iaitu 1, 7, 10 dan 30 hari. (rujuk lajur II dalam Rajah 2.8).

Walaupun nilai PMT (n-hari) dan nilai persentil daripada KTA dapat menerangkan kejadian kemarau, namun petunjuk dan siri masa ini dikatakan hanya mampu memberi gambaran pada permulaan tempoh kemarau (Hisdal et al., 2004). Perkembangan sepanjang kejadian kemarau tidak diambil kira kerana pendekatan ini tidak melihat siri luahan aliran sungai sebagai satu proses yang bergantung kepada masa. Pendekatan ini hanya dapat mengenal pasti dan menerangkan satu sifat kemarau sahaja iaitu magnitud yang digambarkan dalam bentuk nilai luahan (Tallaksen, Hisdal, dan Van Lanen, 2009). Ia tidak mampu untuk memberi maklumat lengkap berkaitan kejadian kemarau seperti bila ia bermula, bila ia berakhir, tempoh kejadian dan tahap keparahan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 2.10*. Contoh penentuan LMT daripada siri luahan harian. Diadaptasi dari Hisdal et al. (2004)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 2.3.2 Petunjuk defisit

Pendekatan ciri defisit merupakan pendekatan yang banyak digunakan dalam kajian kemarau. Melalui pendekatan ini kaedah nilai paras ambang digunakan sebagai asas untuk memahami bukan sahaja kejadian kemarau tetapi peristiwa kemarau dalam siri luahan aliran sungai (rujuk lajur III, Rajah 2.8). Peristiwa kemarau digunakan untuk menentukan kejadian kemarau dalam data siri masa yang meliputi permulaan dan akhir kemarau (Hisdal & Tallaksen, 2000a). Pengasingan peristiwa kemarau (PK) daripada sesuatu data siri masa merupakan kunci utama dalam pendekatan ini di mana penggunaan paras ambang (PA) merupakan asas dalam penentuan peristiwa kemarau. Pendekatan defisit kemarau cuba melihat siri luahan sungai sebagai satu proses yang bergantung kepada masa dan dapat mengenal pasti tempoh kejadian kemarau daripada hari pertama hinggalah tamat kejadian pada satu-satu peristiwa kemarau. Beberapa kaedah digunakan untuk mendapatkan nilai paras ambang antaranya nilai aliran minima tahunan (LMT), nilai persentil lampauan daripada keluk tempoh alir (KTA), perbandingan atau nisbah antara jumlah defisit aliran rendah menggunakan paras ambang luahan tertentu dengan defisit jumlah aliran rendah untuk aliran purata serta nilai ambang luahan dari keluk menurun (Tokarczyk, 2013).

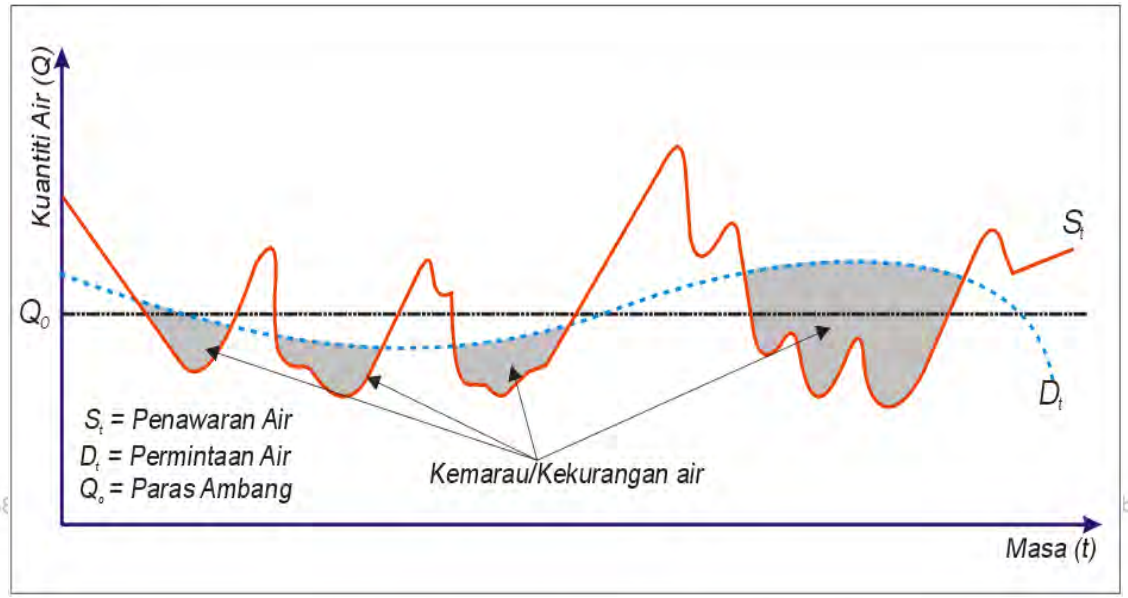
Kaedah paras ambang dibangunkan berdasarkan siri-siri luahan yang resolusi masanya dalam lingkungan sebulan atau lebih. Namun kaedah ini boleh juga digunakan ke atas siri-siri luahan bersifat harian (Fleig et al., 2006). Ia merupakan kaedah paras pemisah antara kejadian kemarau dan tidak kemarau yang diperoleh daripada teori larian atau teori pintasan. Ia merupakan kaedah yang banyak digunakan dalam analisis kemarau. Kaedah ini pertama kali dibangunkan oleh Rice pada tahun 1945 dan dikembang-baikkan oleh Cramer dan Leadbetter pada 1967 (Hisdal et al., 2000).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Yevjevich (1967) antara salah seorang terawal yang mengaplikasikan kaedah ini terhadap kemarau. Dengan menggunakan keluk siri masa penawaran-tolak-permintaan, Yevjevich (1967) mengatakan bahawa kemarau berlaku apabila garisan permintaan air semasa (paras ambang) berada di atas garisan bekalan air. Ini menunjukkan bekalan air yang ada tidak mampu memenuhi permintaan air semasa (Rajah 2.11).



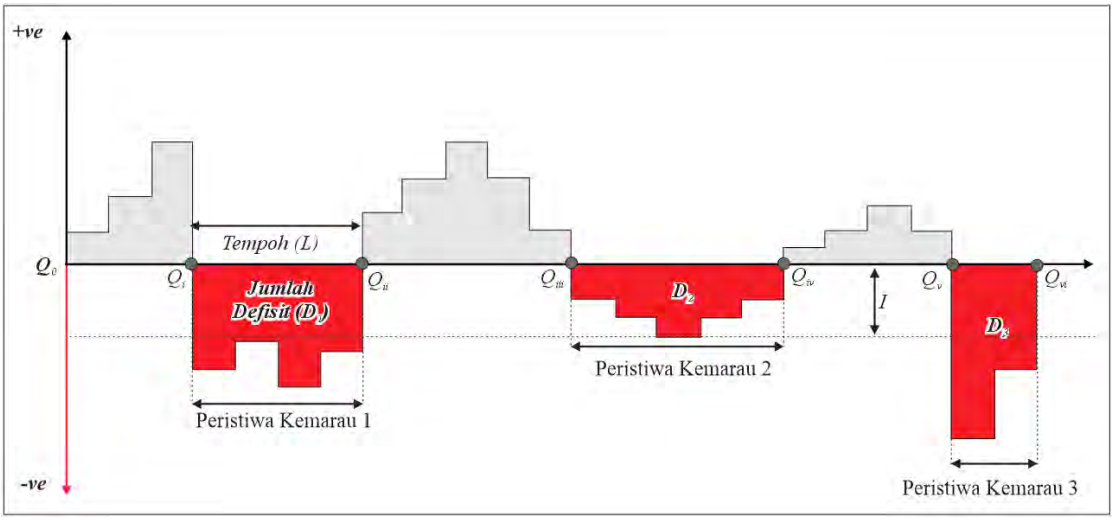

*Rajah 2.11*. Keluk penawaran-tolak-permintaan untuk pendefinisian kemarau. Diadaptasi dari Yevjevich (1983)

Dalam konteks statistik, keluk penawaran-tolak-permintaan (*supply-minus-demand* ) adalah kompleks kerana garis permintaan air ($D_t$) yang dijadikan nilai paras ambang sentiasa berubah. Oleh itu bagi memudahkan analisis kemarau, nilai ambang yang konstan ($Q_0$) digunakan bagi menggantikan nilai $D_t$ yang berubah. Penentuan nilai ambang yang konstan, membolehkan peristiwa kemarau didefinisikan sebagai satu urutan nilai negatif yang tidak putus/tidak terganggu dalam siri penawaran-tolak-permintaan, Y(t) = S(t) – D(t). (Fleig, Tallaksen, Hisdal, & Demuth, 2006).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 2.12*. Definisi peristiwa kemarau di bawah paras ambang

Secara umumnya, penentuan nilai ambang boleh dibuat melalui beberapa cara dan ia bergantung pada jenis kekurangan air yang dikaji (Dracup et al., 1980b). Dalam kajian lepas, beberapa kaedah telah digunakan untuk menentukan nilai paras ambang. Antaranya penggunaan nilai purata (Bonacci, 1993), nilai median (Griffiths, 1990), purata dan 75% daripada purata (Clausen & Pearson, 1995), nilai purata tolak 1 sisihan piawai (Maneo Lain, 2008) dan nilai persentil Q daripada KTA (Hisdal et al., 2000; Zelenhasic & Salvai, 1987), nilai aliran minima tahunan (LMT), nisbah antara jumlah defisit aliran rendah menggunakan paras ambang luahan tertentu dengan defisit jumlah aliran rendah untuk aliran purata serta nilai ambang luahan dari keluk menurun (Tokarczyk, 2013).

Nilai persentil daripada KTA merupakan kaedah yang banyak digunakan dalam kajian kemarau (Birkel, 2005). Berdasarkan pengalaman penulisan lepas, nilai persentil yang biasa dijadikan PA antara $Q_{95}$ – $Q_{70}$ bagi sungai saka dan ia bersesuaian untuk analisis nilai ekstrem sesuatu kemarau. Kebiasaannya paras ambang yang rendah adalah disarankan untuk siri data yang mempunyai tempoh yang pendek manakala paras ambang yang lebih tinggi adalah digunakan untuk tempoh kemarau berakhir

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



melebihi setahun (Croitoru & Toma, 2011). Fleig et al. (2006) menyatakan PA yang sesuai bagi sungai saka berdasarkan analisisnya ke atas sungai Honokohau, Hawai ialah $Q_{95}$. Waluyo (2011) berdasarkan kajiannya di Indonesia menggunakan 3 paras persentil iaitu $Q_{80}$, $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ untuk mengelaskan tahapan kemarau.

Bergantung pada rejim aliran tahunan, kemarau boleh dianalisis berasingan dengan menggunakan nilai ambang yang tetap untuk keseluruhan rekod atau nilai berasaskan musim seperti nilai ambang musim panas dan nilai ambang musim sejuk (Stahl, 2001) atau berubah-ubah mengikut bulanan atau harian (Rajah 2.13). Dalam kajian Birkel (2005), paras ambang $Q_{90}$ sesuai digunakan untuk keseluruhan tempoh rekod siri masa manakala $Q_{70}$ sesuai untuk rekod-rekod secara musiman. Croitoru & Toma (2011) pula memilih $Q_{80}$ untuk rekod musiman.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

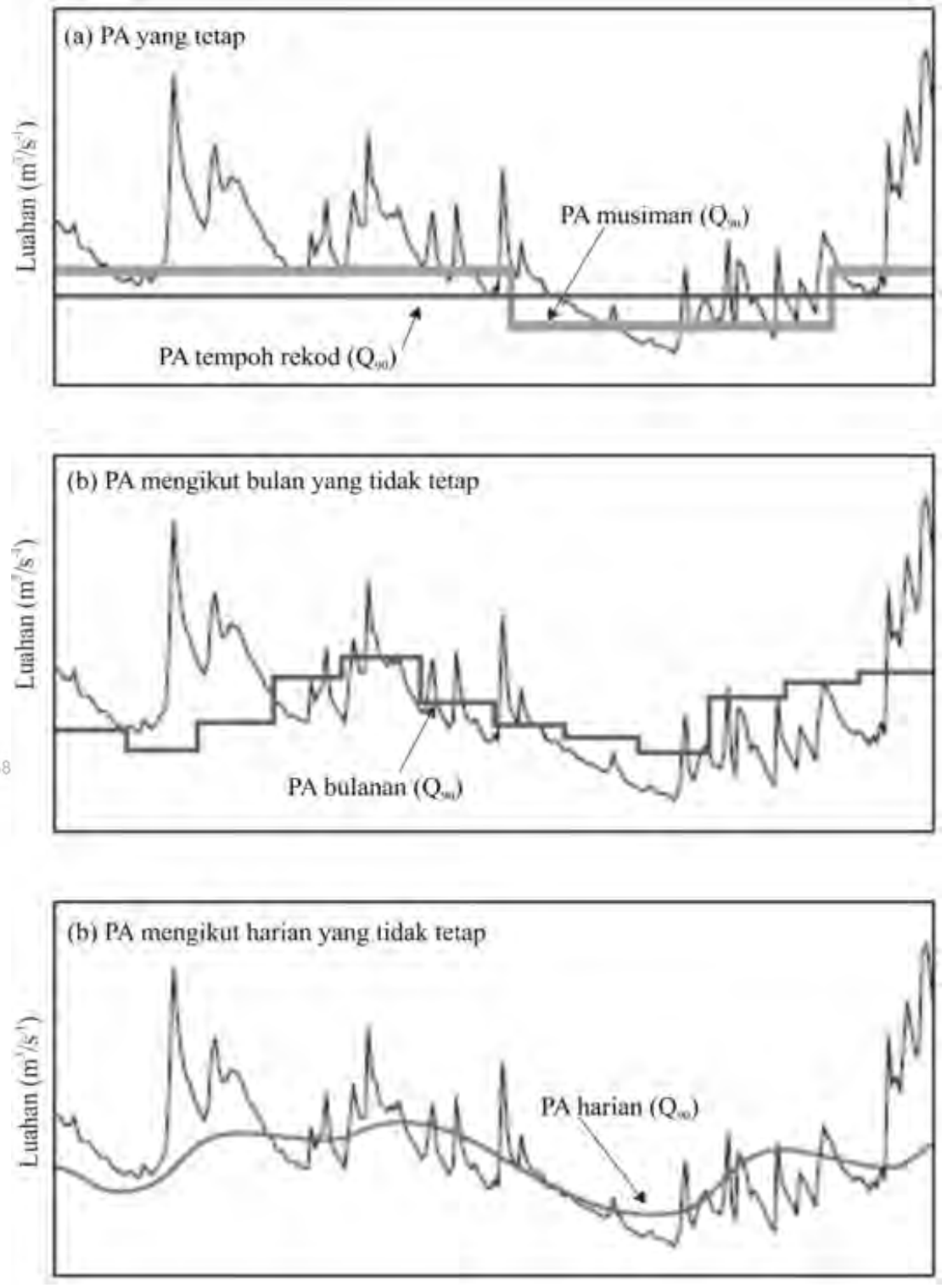
#### 2.3.2.1 Peristiwa kemarau

Pengenalpastian kejadian kemarau di sesuatu tempat dapat dilihat dengan kewujudan peristiwa kemarau (PK). Pengenalpastian peristiwa-peristiwa kemarau ini akan dapat menjelaskan sifat magnitud dan tempoh sesuatu kejadian kemarau melalui penetapan nilai paras ambang (PA). Nilai PA dapat digunakan untuk mengeluarkan PK dalam siri masa. Berpandukan pemetaan hidrograf, PK merujuk kepada apabila nilai luahan merentas garis PA ke arah bawah dan berterusan sehingga nilai luahan bergerak naik dan memotong semula garis PA.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





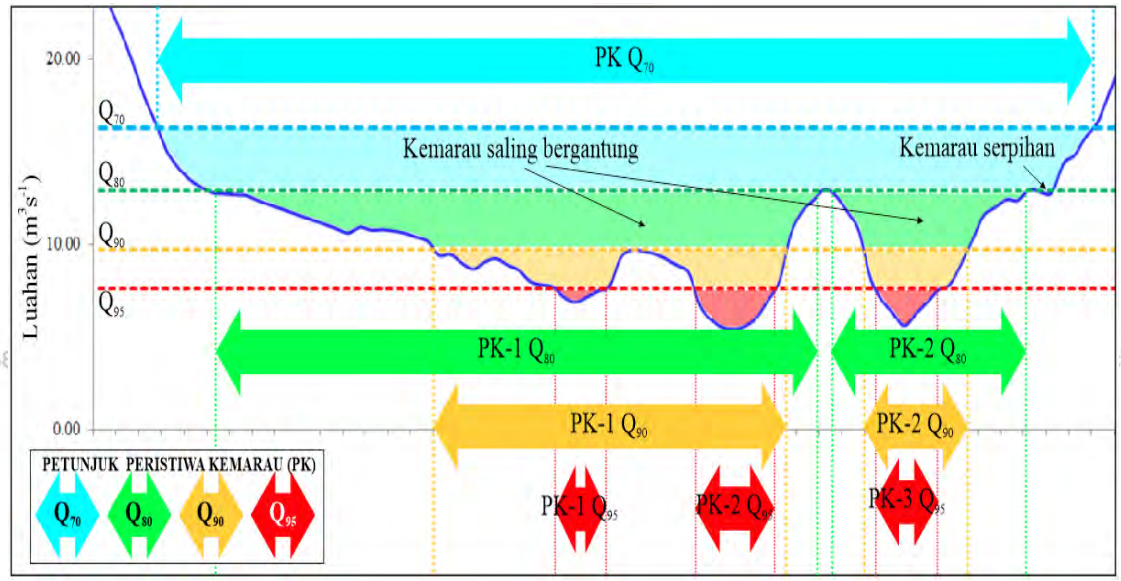

*Rajah 2.13*. Paras ambang yang berbeza dalam penentuan kemarau. Diadaptasi dari Hisdal et al. (2000)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Pemilihan PA akan mempengaruhi sifat-sifat kemarau yang dikaji dari sudut bilangan peristiwa kemarau (Fleig et al., 2006). Pemilihan nilai persentil yang rendah akan mengakibatkan peningkatan kuantiti bilangan kejadian, tempoh dan jumlah defisit kemarau (Birkel, 2005) dan begitu sebaliknya. Terdapat dua isu dalam menentukan peristiwa kemarau dengan menggunakan paras ambang iaitu saling bergantung antara peristiwa kemarau dan kehadiran kemarau serpihan (Fleig et al., 2006; Hisdal et al., 2000).




*Rajah 2.14.* Pengaruh PA ke atas bilangan PK, kemarau saling bergantung dan kemarau serpihan.

Peristiwa kemarau yang saling bergantung merujuk kepada peristiwa kemarau yang berlaku yang hanya dipisahkan oleh satu tempoh yang pendek dengan peristiwa kemarau yang lain. Masalah ini berlaku semasa tempoh aliran rendah yang panjang di mana terdapat nilai luahan yang berada di atas paras nilai ambang yang membahagi-bahagikan tempoh aliran rendah kepada beberapa peristiwa kemarau. Kejadian lebihan luahan dalam tempoh yang sangat pendek ini boleh disebabkan oleh kejadian hujan yang pendek dan gangguan persekitaran antropogenik. Oleh itu proses cantuman kemarau saling bergantung perlu dilakukan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Kedua ialah wujudnya peristiwa kemarau yang kecil/serpihan. Kemarau serpihan ini merupakan peristiwa kemarau yang mempunyai tempoh yang pendek dan jumlah defisit yang kecil. Kehadiran kemarau serpihan dengan kadar yang banyak akan mengganggu dalam penganalisisan nilai-nilai yang ekstrem. Oleh itu kemarau serpihan perlu disingkirkan (Fleig et al., 2006). Untuk mengelakkan masalah ini daripada mengherotkan analisis nilai ekstrem, keseragaman dalam penentuan peristiwa kemarau seharusnya menggunakan beberapa jenis kaedah penggabungan dalam usaha untuk menentukan peristiwa kemarau individu yang tidak bergantung (Tallaksen, 2000).

#### 2.3.2.2 Penggabungan peristiwa kemarau saling bergantung

Menurut Fleig et al. (2006) terdapat tiga prosedur berbeza yang boleh digunakan untuk melakukan penggabungan peristiwa kemarau yang saling bergantung. Prosedur tersebut meliputi iaitu prosedur purata larian-bergerak (MA), algoritma puncak berturutan (SPA) dan kaedah masa antara peristiwa (IT). Dalam konteks statistik, kaedah purata bergerak merupakan pengiraan untuk menganalisis poin data dengan menghasilkan satu sub-set data siri purata yang berlainan daripada set data asal. Dengan menggunakan satu siri nombor dan saiz sub-set yang tetap, elemen pertama purata bergerak diperoleh dengan mengambil purata sub-set awal tetap siri nombor. Kemudian sub-set diubah suai melalui proses "beralih ke hadapan" iaitu dengan mengabaikan nombor pertama dalam siri data dan memasukkan nombor yang berikutnya daripada sub-set asal dalam siri ini. Ini mewujudkan satu subset nombor baru, yang telah dipuratakan. Proses ini diulang sehingga meliputi keseluruhan siri data. Pemetaan nilai yang menggabungkan semua nilai purata, dikenali purata larian/bergerak (Yaffee & McGee, 2000).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dalam kajian ini, tapisan purata larian dengan jeda purata n-hari digunakan. Dalam proses pelicinan siri-siri luahan ini, peristiwa tempoh yang sangat pendek akan ditapis keluar dan kemarau saling bergantung akan digabungkan. Melalui kaedah ini, tempoh masa antara dua peristiwa kemarau dan nilai magnitud luahan di atas dan bawah paras ambang, mengawal proses penggabungan peristiwa kemarau. Set siri luahan asal diubah melalui proses pelicinan di mana peristiwa kemarau yang tergabung selalunya bermula beberapa hari selepas hari pertama dan berakhir beberapa hari sebelum hari terakhir pada luahan di bawah paras ambang. Jumlah lebihan di atas paras normal ditolak secara automatik daripada keseluruhan jumlah defisit peristiwa kemarau yang tergabung (Fleig et al., 2006).

Oleh kerana nilai harian dikira sebagai purata n-hari, terdapat kemungkinan untuk menonjolkan kebergantungan antara peristiwa kemarau jika satu peristiwa yang berlaku kurang daripada n-hari selepas satu peristiwa sebelumnya tanpa digabungkan dengannya. Terdapat beberapa cadangan berkaitan penentuan bilangan selang n-hari antara dua peristiwa kemarau yang saling bergantung. Tallaksen, Hisdal, dan Van Lanen . (2009) berdasarkan kajian di Denmark, mencadangkan n = 10 hari manakala Fleig et al. (2006) berdasarkan kajiannya ke atas Sungai Honokohau, Hawai, mencadangkan n = 7 hari.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**a. Penyingkiran Kemarau Serpihan**

Zelenhasic & Salvai (1987) mengatakan proses penyisihan kemarau yang jumlah defisit lebih kecil daripada peratusan tertentu daripada nilai maksimum jumlah defisit perlu dilakukan. Madsen & Rosbjerg (1995) menyingkirkan kemarau yang jumlah defisit atau tempoh masanya lebih kecil daripada peratusan yang telah ditetapkan daripada

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



nilai purata jumlah defisit atau tempoh masa. Satu lagi yang boleh digunakan iaitu menyingkirkan kemarau yang tempoh kemarau lebih pendek daripada nilai minimum yang telah ditentukan (Jakubowski & Radczuk, 2003). Kaedah purata larian juga boleh digunakan. Fleig et al. (2006) menyatakan bahawa melalui kaedah ini, penyingkiran kemarau serpihan akan berlaku secara automatik semasa proses penggabungan kemarau saling bergantung.

**b. Sifat Dan Petunjuk Kemarau**

Keparahan dan keterukan sesuatu peristiwa kemarau bergantung pada beberapa parameter atau elemen penting kemarau. Ia meliputi intensiti, tempoh masa kejadian, keparahan, luas kawasan yang terlibat (Bonacci, 1993; Wilhite, 2000), jumlah defisit (Dracup et al., 1980b), kebarangkalian ulangan/kekerapan dan masa bermula dan berakhir , masa antara ketibaan (Shiau, 2006) serta permintaan terhadap keperluan air (Wilhite & Glantz, 1985).

Namun apabila menganalisis kemarau hidrologi antara parameter penting yang perlu dipertimbangkan ialah tempoh atau jangka masa kejadian kemarau, jumlah defisit, bilangan dan kekerapan kejadian kemarau, kebarangkalian kejadian (Kaznowska & Banasik, 2011), masa kejadian, jumlah defisit terbesar dan tempoh kemarau terpanjang (Zelenhasic & Salvai, 1987). Maklumat ini adalah penting untuk pengguna air kerana kesan-kesan negatif yang wujud berkaitan dengan kejadian kemarau aliran sungai dapat dilihat dan dirasai melalui parameter tersebut. Chang & Stenson (1990) menyatakan bahawa terdapat dua elemen kemarau yang sangat penting perlu dilihat terutamanya dalam pengurusan air iaitu elemen tempoh dan jumlah defisit/keparahan kemarau. Untuk melihat dengan mendalam ciri-ciri kemarau, sifat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

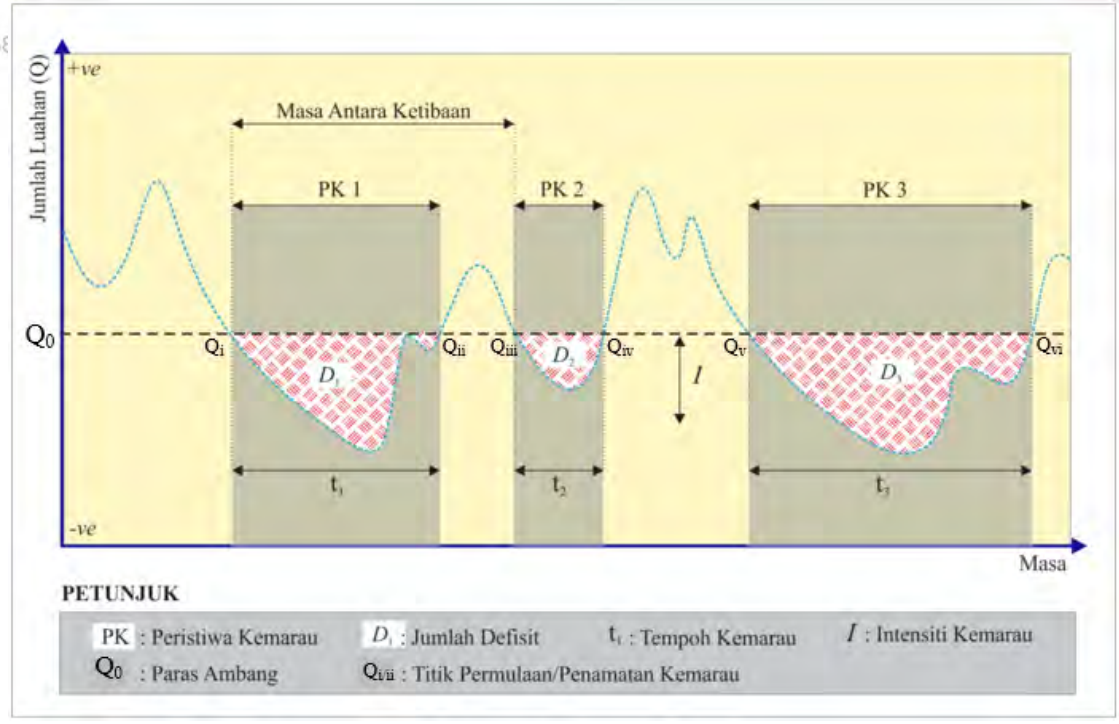
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dan petunjuk kemarau perlu dirinci. Beberapa ciri-ciri kemarau aliran sungai dapat dijelaskan berpandukan Rajah 2.15:-

### i. Permulaan Dan Penamatan

Komponen permulaan dan penamatan sesuatu episod kemarau berlaku apabila nilai luahan sungai memotong garisan PA, $Q_0$. Dracup et al. (1980a) menyatakan apabila nilai luahan sungai memotong di poin $Q_i$, $Q_{iii}$, $Q_v$ ke arah paksi negatif, pada masa ini dikatakan berlaku episod permulaan kekurangan air yang juga menunjukkan permulaan peristiwa kemarau. Episod kekurangan air ini akan berakhir apabila garisan aliran sungai memotong semula di poin $Q_{ii}$, $Q_{iv}$, $Q_{vi}$ ke arah paksi positif . Pada poin ini tempoh kemarau dikatakan telah berakhir.




*Rajah 2.15*. Elemen kemarau berdasarkan teori larian. Diadaptasi dari Salas et al. (2005)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**ii. Tempoh Kemarau**

Ia merujuk kepada satu jangka masa di mana nilai luahan sungai kekal di bawah PA (Mckee, Doesken, & Kleist, 1993). Byun & Wilhite (1999) menyatakan bahawa tempoh kemarau sebagai bilangan siri masa yang berurutan yang mana siri masa tersebut berada di bawah paras ambang tertentu ($Q_0$). Sebagai contoh bagi PK1, tempoh kemarau bermula dari poin permulaan $Q_1$ hingga poin penamatan $Q_2$. Tempoh bagi PK2 bermula dari poin permulaan $Q_3$ hingga poin penamatan $Q_4$. Tempoh masa kemarau adalah tidak tetap. Ada tempoh kemarau yang singkat iaitu seminggu dan da yang berlanjutan hingga beberapa tahun (Zargar et al., 2011). Tempoh kemarau terpanjang merupakan ciri kemarau penting untuk dilihat (Zelenhasic & Salvai, 1987). Tempoh kemarau adalah berbeza antara satu tempat dengan tempat yang lain. Antara tempoh-tempoh masa yang telah digunakan untuk menggambarkan peristiwa kemarau seperti yang disenaraikan di bawah:-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Menggunakan julat jam : 48 jam sekiranya hujan kurang daripada 2.5 mm telah digunakan di Amerika Syarikat (Blumcnstock, 1942)

- Menggunakan julat hari : Tempoh 6 hari berturutan tanpa hujan telah digunakan di Bali (Hudson & Hazen, 1964), 10 hari jika luahan di bawah paras $Q_{90}$ telah digunakan di Poland (Kaznowska & Banasik, 2011) dan 64 hari berturutan di mana luahan di bawah paras $Q_{70}$ telah digunakan di Kurdistan (Byzedi et al., 2012).

- Menggunakan julat bulan : 3 bulan berturutan di mana nilai luahan di bawah paras normal telah digunakan di Malaysia (MKN, 2011)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- ❖ Menggunakan julat tahun/multi-tahun : 2 tahun sekiranya hujan kurang daripada 180 mm telah digunakan di Libya (Hudson & Hazen, 1964)

### iii. Kekerapan Dan Masa Antara Ketibaan.

Kekerapan kemarau merujuk kepada bilangan PK dalam skala masa yang ditentukan. Kekerapan merupakan ulangan kejadian sesuatu kemarau. Zargar et al. (2011) mengatakan bahawa kekerapan sebagai purata masa antara peristiwa kemarau yang mempunyai nilai keparahan yang sama atau lebih besar. Manakala masa antara ketibaan merujuk kepada selang masa antara permulaan berlakunya kemarau semasa hingga permulaan kemarau berikutnya. Sebagai contoh masa antara ketibaan bagi peristiwa PK 1 dengan PK 2 ialah jangka masa daripada poin $Q_1$ hingga $Q_3$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

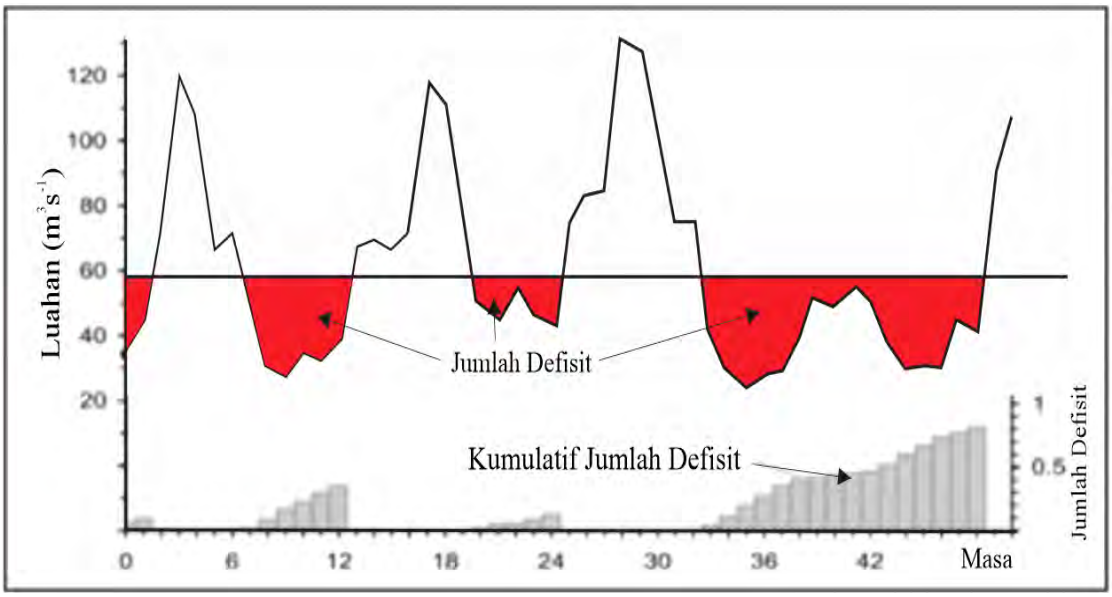
### iv. Jumlah Defisit Kemarau

Ia merujuk kepada jumlah kumulatif kekurangan aliran sungai di bawah PA yang sama dalam satu tempoh tertentu (Sheffield & Wood, 2007; Zargar et al., 2011) seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.16 di bawah. Wilhite (2011) menyatakan ia merujuk kepada darjah kekurangan air dan/atau impak keparahan yang disebabkan oleh kekurangan tersebut semasa tempoh kemarau. Zelenhasic & Salvai (1987) menyatakan bahawa jumlah defisit terbesar merupakan elemen yang penting untuk dilihat dalam mentafsirkan keparahan kemarau.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 2.16* . Jumlah defisit kemarau. Diadaptasi dari Tipaporn, Kobikiat, Yoshihiko, dan Shinjiro (2012).

**v. Intensiti kemarau**

Intensiti kemarau merujuk kepada nisbah jumlah defisit berbanding dengan tempoh masa kemarau (Sheffield & Wood, 2007; Zargar et al., 2011).

### 2.3.3 Indeks dan petunjuk kemarau aliran sungai

Kepelbagaian tafsiran berhubung dengan kemarau dapat dimudahkan dengan kewujudan petunjuk yang mampu menjelaskan sesuatu peristiwa kemarau. Pelbagai kaedah telah dicadangkan untuk mengenal pasti, mengkuantifikasi dan meramal fenomena ini. Seawal 1960an, beberapa petunjuk dan kaedah telah dibangunkan mengikut definisi kemarau yang berbeza Penghasilan perbagai petunjuk ini merupakan usaha penting bagi memudahkan pemahaman terhadap kemarau yang mempunyai hubungan yang kompleks dengan persekitaran. Sifat-sifat kemarau seperti tempoh, keparahan dan jumlah defisit dapat dijelaskan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Untuk menjadikan sesuatu petunjuk ini berguna dan baik, ia perlulah memiliki ciri-ciri berikut (Rossi, 2011):-

- ❖ Mampu mensintesiskan set-set maklumat kepada petunjuk tunggal (indeks)
- ❖ Mudah untuk diinterpretasikan dan dikomunikasikan walaupun kepada bukan pakar.
- ❖ Mampu mentaksirkan situasi keparahan semasa dengan merujuk kepada siri data yang tidak berubah mengikut masa.
- ❖ Untuk menjadikan ia normal, harus ada perbandingan antara dua tempat yang berbeza.
- ❖ Untuk menjadikan ia mudah, harus dalam terma kebarangkalian terdapat usaha untuk memudahkan kefahaman berkenaan bahaya.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi

Terdapat banyak indeks yang telah digunakan seperti yang telah diulas oleh Quiring et al. (2007) dan Zargar et al., (2011). Daripada pelbagai indeks kemarau yang telah dibangunkan, terdapat beberapa indeks yang kerap digunakan dalam mengkuantifikasi kemarau hidrologi seperti Indeks Kemarau Hidrologi Palmer (Karl 1986), Indeks Bekalan Air Permukaan (Shafer & Dezman 1982), Indeks Air Larian Berpiawai (Shukla & Wood 2008), Indeks Kemarau Aliran Sungai (SDI; Nalbantis 2008) dan Indeks Aliran Sungai Berpiawai (SSI) – (Vicente-Serrano et al., 2012). Indeks kemarau hidrologi diperoleh melalui proses transformasi siri masa luahan kepada piawaian skor Z (Lorenzo-Lacruz et al., 2013). Kaedah ini adalah proses biasa dilakukan untuk sesuaikan siri masa yang bertabur secara tidak normal kepada taburan kebarangkalian tertentu (Vicente- Serrano et al., 2012). Ia bertujuan agar proses

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



penyeragaman atau pemiawaian dapat dilakukan dengan mudah (Lorenzo-Lacruz et al., 2013).

#### 2.3.3.1 Indeks Kemarau Hidrologi Palmer (PHDI)

Indeks Kemarau Hidrologi Palmer (*Palmer Hydrological Drought Index* - PHDI) merupakan indeks yang dibentuk berasaskan Indeks Keparahan Kemarau Palmer (*Palmer Drought Severity Index* - PDSI). PDSI merupakan indeks kemarau meteorologi yang digunakan untuk mengelaskan tempoh kering dan basah (Palmer, 1965). Indeks PDSI dikira menggunakan algoritma imbangan air/lembapan tanih yang memerlukan data siri masa harian suhu dan kerpasan dan maklumat kesediaan kandungan air tanah (Quiring et al., 2007). Antara kekurangan PDSI ialah ia hanya sensitif dengan cuaca dan kesediaan kandungan air tanah tetapi tidak sensitif dengan parameter hidrologi. Ini ditunjukkan dengan penamatan sesuatu peristiwa kemarau berlaku apabila tempoh kering kembali kepada normal atau basah (Karl & Knight, 1985) di mana kandungan lembapan mula untuk berterusan pulih bagi menghilangkan situasi defisit air (Heim, 2002). Ia tidak mengambil kira pengaruh luahan dan takungan permukaan yang lain serta kesan sistem hidrologi yang lain dalam jangka masa panjang (Karl & Knight, 1985). Oleh itu PDSI diubah kepada PHDI agar lebih sensitif kepada parameter hidrologi. PHDI dikatakan berakhir apabila paras defisit air telah hilang (Heim, 2002). Respon PHDI terhadap keragaman kerpasan adalah lambat dan mengambil masa, membuatkan indeks ini sesuai untuk memantau kemarau hidrologi/bekalan air (Keyantash & Dracup, 2004).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 2.1.

*Pengelasan tahap kekeringan mengikut PHDI*

| PENERANGAN | KATEGORI |
|---|---|
| Hampir Normal | 0 hingga -0.49 |
| Musim Kering Baru Bermula | -0.5 hingga -0.99 |
| Agak Kering | -1.0 hingga -1.99 |
| Sederhana Kering | -2.0 hingga -2.99 |
| Sangat Kering | -3.0 hingga -3.99 |
| Ekstrem Kering | -4.0 ke bawah |

Diadaptasi dari Palmer (1965)

### 2.3.3.2. Indeks Kerpasan Berpiawai (SPI)

Indeks Kerpasan Berpiawai (*Standardized Precipitation Index* – SPI) telah dibangunkan oleh Mckee, Doesken, & Kleist (1993) bagi menyediakan indeks kandungan kelembapan yang lebih baik berbanding PDSI. Ia merupakan satu indeks statistik kebarangkalian kerpasan dan telah direka untuk menjadi petunjuk tak varian secara ruangan terhadap kemarau untuk sebarang skala masa (Quiring et al, 2007). SPI dikira berdasarkan skala masa 3, 6, 9, 12 dan 24 bulan . Berdasarkan satu siri masa hujan dalam tempoh tertentu, nilai-nilai hujan diseragamkan mengikut skala masa yang dikehendaki. Data hujan ditukarkan kepada taburan normal di mana nilai purata ditukarkan kepada nilai 0 (skor Z). Penyeragaman ini akan menghasilkan nilai antara +2 hingga 0 hingga -2. Nilai-nilai positif (+ve) menunjukkan keadaan basah manakala nilai negatif (-ve) menunjukkan keadaan kering (Mckee, Doesken, & Kleist, 1993) Walaupun SPI direka khusus untuk menaksir kemarau meteorologi berdasarkan data hujan, namun ia boleh digunakan untuk kemarau aliran sungai (Shukla &Wood, 2008).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 2.2.

*Pengelasan tahap kekeringan mengikut SPI*

| PENERANGAN | KRITERIA |
|---|---|
| Hampir Normal | -0.99 hingga 0 |
| Sederhana Kering | -1.0 hingga -1.49 |
| Sangat Kering | -1.5 hingga -1.99 |
| Ekstrem Kering | Kurang daripada -2.0 |

Diadaptasi dari Mckee et al. (1993)

### 2.3.3.3. Indeks Air Larian Berpiawai (SRI)

Pembentukan Indeks Air Larian Berpiawai (*Standardized Runoff Index* – SRI) menggunakan konsep yang diguna pakai dalam pembangunan SPI. Indeks ini merupakan piawaian sisihan normal yang dikaitkan dengan persentil air larian yang dikumulatifkan melalui tempoh tertentu. Seperti juga indeks SPI, SRI boleh dikira untuk jumlah kumulatif air larian terhadap tempoh yang berbeza (contoh: 1 bulan, 9 bulan) dan juga pengelompokan ruang yang berbeza. Pengiraan indeks bergantung kepada kesediaan dan resolusi data dan objektif kajian (Shukla &Wood, 2008). Penyesuaian data membabitkan proses pemadanan fungsi kepadatan kebarangkalian (PDF) kepada kekerapan taburan tertentu terhadap data larian bulanan. Parameter PDF kemudiannya digunakan untuk menghasilkan nilai kebarangkalian kumulatif. Kebarangkalian kumulatif kemudian ditukar kepada taburan normal dengan 1 varian dan purata = 0 yang menghasilkan nilai SRI. Nilai keparahan SRI antara +3 hingga 0 hingga -3. Unit SRI adalah tidak linear dibandingkan dengan nilai persentil..

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 2.3.

*Pengelasan tahapan kemarau mengikut SRI*

| TAHAP | PENERANGAN | KRITERIA |
|---|---|---|
| D0 | Hampir Normal | -0.7 hingga 0 |
| D1 | Agak Kemarau | -0.8 hingga -1.2 |
| D2 | Sederhana Kemarau | -1.3 hingga -1.5 |
| D3 | Sangat Kemarau | -1.6 hingga -1.9 |
| D4 | Ekstrem Kemarau | -2 Ke atas |

Diadaptasi dari NOAA (2012)

### 2.3.3.4. Indeks Bekalan Air Permukaan (SWSI)

Indeks Bekalan Air Permukaan (*Surface Water Supply Index* – SWSI) di perkenalkan oleh Shafer & Dezman (1982). Dibangunkan sebagai alternatif kepada PDSI yang tidak mampu menggambarkan kemarau di kawasan dominasi salji. Ia memodelkan kemarau terutamanya kawasan di mana hujan tempatan bukan penyumbang utama kepada luahan sungai (Shafer & Dezman, 1982) terutamanya di kawasan pergunungan yang signifikan dengan penerimaan salji. Seperti juga PDSI, SWSI juga menggabungkan parameter hidrologi dan meteorologi untuk hasilkan satu indeks. Empat parameter hidrologi dan meteorologi yang digunakan iaitu salji, luahan sungai, hujan dan simpanan empangan. Ia dapat meramal dan membenarkan perbandingan keadaan bekalan air antara dua lembangan. Petunjuk keparahan SWSI dibahagikan kepada 7 kelas iaitu antara -4.2 hingga 0 hingga +4.2 di mana pengelasan tempoh kering hanya 3 kelas seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.4.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 2.4.

*Pengelasan tahap kekeringan dan kebasahan mengikut SWSI*

| PENERANGAN | KRITERIA |
|---|---|
| Sangat Kering | -4.2 hingga -3.0 |
| Sederhana Kering | 2.9 hingga -2.0 |
| Agak Kering | -1.9 hingga -1.0 |
| Normal | -0.9 hingga 0 |

Diadaptasi dari Garen (2011)

### 2.3.3.5. Indeks Kemarau Aliran Sungai (SDI)

Pembangunan Indeks Kemarau Aliran Sungai (*Streamflow Drought Index* – SDI) oleh Nalbantis (2008) dibuat sebagai alternatif kepada PHDI dan SWSI yang memerlukan data dan pengiraan yang intensif (Nalbantis & Tsakiris, 2009). Pendekatan SDI menggunakan kaedah yang mudah dan efektif seperti diguna oleh Mckee, Doesken, & Kleist (1993) ke atas SPI. Pengiraannya berdasarkan kepada jumlah aliran sungai terkumpul untuk tempoh asas bertindih 3-bulan, 6.bulan, 9-bulan dan 12-bulan dalam setiap kalendar tahunan hidrologi. Ia membolehkan pentakrifan keadaan kemarau yang dimodelkan sebagai rantaian markov bukan pegun (Nalbantis, 2008). Nilai luahan yang mengikuti taburan kebarangkalian terpencong dapat dianggarkan melalui kelompok fungsi taburan gamma. Taburan ini kemudiannya diubah kepada taburan normal yang menjadi indeks SDI. Tahap kemarau dibahagikan kepada 5 kategori seperti digambarkan dalam Jadual 2.5.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 2.5.

*Pengelasan tahap kemarau mengikut SDI*

| TAHAP | KELAS | KRITERIA |
|---|---|---|
| 0 | Normal | 0 dan ke bawah |
| 1 | Agak Kemarau | -1.0 hingga <0.0 |
| 2 | Sederhana Kemarau | -1.5 hingga <-1.0 |
| 3 | Sangat Kemarau | -2.0 hingga <-1.5 |
| 4 | Ekstrem Kemarau | Lebih besar daripada -2.0 |

Diadaptasi dari Nalbantis (2008)

### 2.3.3.6. Indeks Aliran Sungai Berpiawai (SSI)

Seperti kebanyakan indeks kemarau luahan, Indeks Aliran Sungai Berpiawai (*Standardized Streamflow Index* – SSI) juga menggunakan konsep yang sama dengan SPI yang dibangunkan oleh Mckee, Doesken, & Kleist (1993). Indeks ini cuba memperbaiki SRI (Shukla & Wood, 2008) dan SDI (Nalbantis & Tsakiris, 2009) yang mempunyai kejituan petunjuk nya yang terhad disebabkan oleh proses pelarasan nilai kepada taburan kebarangkalian yang unik (Lorenzo-Lacruz et al., 2013). Oleh itu SSI telah diselaraskan mengikut taburan kebarangkalian yang paling sesuai mengikut jarak orthogonal minimum (MD). Kaedah digunakan dengan menghubungkan peristiwa-L (L-moment) dengan 6 taburan kebarangkalian iaitu nilai ekstrem umum (GEV), jenis Pearson III (PIII), log-logistic, log-normal, Pareto digeneralisasikan dan taburan Weibull. Siri taburan terbaik dipilih dan fungsi taburan kumulatif akan dihasilkan. Taburan kumulatif ini kemudiannya di tukar kepada nilai SSI (skor Z) mengikut anggaran klasik seperti ditunjukkan oleh Vicente-Serrano et al. (2012). Nilai SSI dikelaskan seperti pengelasan SRI.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 2.6.

*Pengelasan tahapan kemarau mengikut SSI*

| PENERANGAN | KRITERIA |
|---|---|
| Hampir Normal | -0.7 hingga 0 |
| Agak Kemarau | -0.8 hingga -1.2 |
| Sederhana Kemarau | -1.3 hingga -1.5 |
| Sangat Kemarau | -1.6 hingga -1.9 |
| Kemarau Ekstrem | -2 dan Ke atas |

## 2.4 Kajian lepas berkaitan kemarau aliran sungai

Kajian-kajian berkaitan kemarau bersetuju mengatakan ia berlaku disebabkan penerimaan hujan yang rendah dan sejatan yang tinggi akibat peningkatan suhu. Kewujudannya semakin meningkat disebabkan fenomena pemanasan global (Feyen & Dankers, 2009; Dai, 2011, 2012; Forzieri et al., 2014). Penyelidikan berkaitan kemarau kebelakangan ini telah meningkat dengan ketara berkaitan pemahaman saintifik terhadap fenomena kemarau, mekanisme penyebab, kesannya dan perubahan mengikut masa dan ruang (Van Loon, 2015). Secara umumnya Byun & Wilhite (1999) menyatakan bahawa kajian kemarau boleh dikelaskan kepada empat kategori. Kategori pertama berkaitan dengan punca-punca kemarau dan cuba untuk lebih memahami sirkulasi atmosfera yang berkaitan dengan kejadian kemarau. Kategori kedua terarah untuk memahami kekerapan dan keparahan kemarau dalam usaha untuk menerangkan kebarangkalian berlakunya kemarau pada pelbagai magnitud. Kategori ketiga cuba untuk menerangkan dan memahami kesan kemarau. Kategori ini memberi tumpuan kepada kos dan kerugian yang berkaitan dengan kemarau. Kerugian ini boleh diklasifikasikan dalam konteks ekonomi, sosial atau alam sekitar dan kesannya dilihat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sama ada secara langsung atau tidak langsung. Kategori terakhir cuba melihat tindak balas, langkah mitigasi yang sesuai dan strategi persediaan di mana ia memberi tumpuan kepada pengurangan kesan yang berkaitan dengan kemarau. Oleh kerana pengaruh kemarau terhadap alam sekitar, ekonomi dan masyarakat, semakin banyak kerja-kerja penyelidikan dan pelaksanaan ditumpukan kepada isu-isu berkaitan dengan kejadian, penilaian risiko, pemantauan dan ramalan terhadap kemarau (Tokarczyk, 2013).

Dalam konteks kajian kemarau hidrologi, kesediaan sumber-sumber literatur masih dikira terhad khususnya berkaitan dengan kaedah kuantitatif untuk menganalisis kemarau (Tokarczyk, 2013). Masih terdapat banyak kesamaran dan jurang dalam ilmu pengetahuan berkaitan dengan kemarau hidrologi (Van Loon, 2015). Kelompangan dan ketidakpastian ini seharusnya menjadikan kajian kemarau hidrologi perlu mendapat perhatian utama kerana ia telah mendatangkan kesan yang besar kepada kehidupan sosial dan ekonomi. Kenyataan ini dipersetujui oleh ramai pengkaji kemarau seperti Wilhite et al. (2007), Mishra & Singh (2010), Pozzi et al. (2013) dan Van Loon (2015)

Pentafsiran kemarau amat bergantung pada konsep dan definisi yang diguna pakai. Sebab itu banyak kajian-kajian lepas telah memperincikan definisi di setiap penulisan mereka. Banyak makalah yang telah membuat tinjauan semula berkaitan dengan definisi kemarau dan kemarau hidrologi antaranya Wilhite & Glantz (1985), Tate & Gustard (2000), Hisdal et al. (2004), Mishra & Singh (2010), Dai (2011) dan Van Loon (2015). Berpandukan beberapa definisi yang diutarakan oleh beberapa sarjana berkaitan kemarau, beberapa terma-terma penting yang boleh digunakan dalam menentukan asas mentafsirkan sesuatu kejadian kemarau. Terma-terma seperti "tempoh di bawah paras normal" (Dracup et al.,1980b; Tallaksen & Van Lanen, 2004),

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



"satu tempoh di mana aliran sungai tidak mencukupi untuk membekalkan kegunaan air yang telah ditetapkan di bawah sistem pengurusan bekalan air tertentu" (Linsley et al.,1975; Mishra & Singh, 2010), "satu tempoh dimana air tidak mencukupi untuk keperluan normal pengguna" (Biro Meteorologi Australia, 2006) dan "tempoh luahan semasa tidak mencukupi" (Rossi, 2011). Apa pun penjelasan, definisi yang diutarakan oleh Sheffield & Wood (2007) dirasakan mencakupi semua definisi. Definisi tersebut menyatakan bahawa kemarau merupakan keadaan defisit air dibandingkan dengan keadaan normal.

Pentafsiran kemarau aliran sungai sebagai satu keadaan di "bawah paras normal" membuka ruang perbahasan terhadap terma tersebut. Secara umumnya, terma tersebut merujuk kepada tempoh aliran rendah di mana ahli hidrologi bersetuju dengan kenyataan ini. Oleh itu, terdapat banyak literatur menunjukkan bahawa kemarau hidrologi sering dikaitkan dengan tempoh aliran rendah di sungai (Zelenhasic & Salvai 1987; Smakhtin, 2001; WMO, 2008; Tokarczyk, 2013). Oleh itu terdapat beberapa pengarang cuba mengatakan bahawa tempoh aliran rendah yang berterusan sehingga mencecah tahunan boleh digelar sebagai kemarau (Zelenhasic & Salvai, 1987; Clausen & Pearson, 1995; Tallaksen, & Hisdal,1997; Tallaksen , 2000). Namun Hisdal et al. (2004) dan Tokarczyk (2013) cuba menyatakan bahawa tidak semua aliran rendah itu adalah kemarau tetapi kemarau itu merupakan salah satu daripada sifat aliran rendah. Ini kerana aliran rendah berlaku pada setiap kalendar hidrologi tahunan sedangkan kejadian kemarau adalah tidak menentu.

Di samping membincangkan konsep dan definisi kemarau, para pengkaji kemarau juga turut melihat punca dan sebab berlakunya kemarau. Punca berlakunya kejadian kemarau boleh dilihat dalam dua konteks iaitu pada peringkat global dan lokal.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Pada peringkat global (sistemik), kemarau hidrologi dikatakan berlaku akibat bahangan daripada pemanasan global ( Dai, 2011, 2012) yang mengakibatkan curahan hujan rendah dan sejatan yang tinggi akibat peningkatan suhu (Kaznowska, 2011). Antara yang dibincangkan berkaitan fenomena kemarau pada skala global (skala lautan dan atmosfera) ialah fenomena Ayunan Selatan-El Nino (ENSO). El Nino biasanya digunakan untuk menggambarkan kehadiran air hangat di sepanjang pantai Peru dan Ecuador, manakala Ayunan Selatan merujuk kepada perbezaan jongkang-jongket tekanan atmosfera antara rantau Australia-Indonesia dan timur tropika Lautan Pasifik. Fenomena ENSO dapat ditunjukkan melalui Indeks Ayunan Selatan (SOI) dan suhu permukaan lautan (SST) - (Chiew, Piechota, Dracup, & McMahon, 1998; Birkel, 2005). Terdapat beberapa kajian yang telah melihat pengaruh fenomena ENSO terhadap kejadian kemarau yang memberi kesan secara tidak langsung kepada kejadian kemarau aliran sungai akibat pengurangan curahan hujan. Antaranya Chiew et al. (1998) mendapati terdapat hubungan yang signifikan antara SOI dan SST terhadap aliran sungai di Australia melalui analisisnya terhadap Indeks keparahan Kemarau Palmer (PDSI). Shabbar & Skinner (2004) mengatakan bahawa ENSO turut menyebabkan defisit terhadap kelembapan musim panas di dua pertiga bahagian barat Kanada. Begitu juga dengan kajian Vicente-Serrano (2006) menyatakan terhadap hubungan yang signifikan terhadap ENSO terhadap kejadian kemarau di Semenanjung Iberian melalui analisis Indeks Kerpasan Piawai (SPI). Fenomena ENSO sangat mempengaruhi penyusutan hujan. Namun dapat disimpulkan bahawa Fenomena ENSO telah mengakibatkan curahan hujan menyusut yang mengakibatkan kemarau meteorologi. Namun, Raziei, Bordi, Pereira, dan Sutera, (2010) dalam kajiannya di Tehran pula berpendapat sebaliknya. Dalam kajiannya, ia mendapati tiada bukti yang jelas kaitan antara ENSO dengan kejadian kemarau hidrologi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Di peringkat setempat (kumulatif), beberapa kajian dijalankan untuk memahami saling kaitan pemanasan global dengan kejadian kemarau aliran sungai melalui analisis terhadap penyebaran kemarau meteorologi kepada kemarau hidrologi. Namun kajian berkaitan penyebaran kemarau meteorologi sehingga berlakunya kemarau hidrologi sangat terhad (Tallaksen & Van Lanen, 2004; Wong, Van Lanen, & Torfs, 2013). Dalam kajian Wong et al., (2013), konsep kopula yang digunakan dalam meneliti perkaitan tersebut menunjukkan terdapat maklumat yang menunjukkan kejadian kemarau hidrologi ada kaitan dengan kemarau meteorologi Terdapat kes di mana, peristiwa kemarau hidrologi berkembang adalah respon siri-siri peristiwa-peristiwa kemarau meteorologi yang kecil. Oleh itu, adalah penting untuk melihat pengaruh setempat terhadap kejadian kemarau (Van Loon & Van Lanen, 2012).

Terdapat beberapa kajian yang cuba mengaitkan pengaruh cuaca dan sifat lembangan terhadap kejadian kemarau hidrologi (Peters et al., 2003; Van Loon & Van Lanen, 2012, Van Loon, 2013; Wong et al., 2013 dan Van Loon & Laaha, 2014). Van Loon &Van Lanen (2012) menyatakan antara sifat lembangan yang mempengaruhi penyebaran kemarau meliputi jenis tanih, guna tanah, keadaan hidro-geologi, tasik dan jaringan sungai. Manakala sifat cuaca merangkumi hujan dan suhu. Penyebaran kemarau meteorologi kepada kemarau hidrologi adalah ditentukan oleh sifat-sifat kitaran hidrologi yang melalui komponen daratan tersebut (Peters et al., 2003) dan ia dikawal oleh jumlah simpanan terutamanya sistem bawah tanah (Van Lanen, Wanders, Tallaksen, & Van Loon, 2013). Van Loon & Laaha (2014) menyatakan bahawa tempoh kemarau dikawal oleh komponen storan/simpanan berdasarkan kajiannya ke atas 44 lembangan di Australia. Kemarau Tempoh kemarau dipengaruhi oleh simpanan di tanah, akuifer, tasik dan defisit kemarau dipengaruhi oleh simpanan bermusim dalam

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



salji dan glasier. Di samping itu tempoh musim kering hujan dan darjah kebasahan lembangan juga turut mempengaruhi sifat defisit dan tempoh kemarau. Interaksi proses-proses hidrologi dengan sifat cuaca dan lembangan turut menyebabkan cara penyebaran kemarau berbeza. Perbezaan ini telah digambarkan oleh kajian Van Loon & Van Lanen (2012) dan Van Loon (2013) di Eropah melalui 6 jenis kemarau hidrologi yang dibincangkan, Ia meliputi kemarau defisit hujan klasik (*classical rainfall deficit drought*), kemarau musim hujan hingga salji (*rain-to-snow-season drought*), kemarau musim basah hingga kering (*wet-to-dry-season drought*), kemarau musim salji yang dingin (*cold snow season drought*), kemarau musim salji yang hangat (*warm snow season drought*) dan kemarau komposit (*composite drought*).

Selain daripada faktor cuaca dan sifat lembangan, kejadian kemarau juga disebabkan oleh penggunaan air oleh manusia bagi tujuan pengairan, industri dan domestik. Perkara ini telah dijelaskan oleh kajian Wada et al. (2013) yang menyatakan kekerapan kemarau dunia sekitar 27 (+6)% dan jumlah magnitud kemarau sekitar 10-500%. Dijangkakan faktor ini akan kekal sebagai faktor penyebab utama yang mempengaruhi intensiti dan kekerapan kemarau di masa akan datang. Begitu juga dengan kajian Forzieri et al., (2014) menunjukkan bahawa selatan Eropah telah mengalami aliran rendah yang teruk di mana penggunaan air telah memburukkan penyusutan luahan antara 10 – 30% kawasan tersebut. Ada sesetengah tempat di bahagian barat, tengah dan timur Eropah yang menunjukkan tanda pengurangan kemarau, kemungkinan akan beralih ke arah penyusutan luahan disebabkan oleh peningkatan penggunaan air.

Selain punca, pengkaji-pengkaji kemarau juga turut melihat taburan dan kekerapan kejadian kemarau serta keparahannya. Keparahan kejadian kemarau

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



hidrologi boleh digambarkan melalui tempoh atau jumlah defisit kemarau (Van Loon & Laaha, 2014). Oleh itu terdapat beberapa kajian cuba membincangkan sifat-sifat kemarau yang meliputi jumlah dan kekerapan kemarau, tempoh dan defisit (cth: Hisdal et al., 2004; Fleig et al., 2006; Lorenzo-Lacruz et al., 2013; Van Lanen et al., 2013; Tokarczyk, 2013; Bahremand, 2014). Bagi menerangkan sifat-sifat kemarau tersebut, beberapa kaedah telah dibangunkan dalam usaha menyeragamkan penerangan berkaitan kemarau. Kaedah-kaedah ini dibangunkan dengan mengambil kira definisi yang pelbagai agar sifat-sifat homogen kemarau di sesuatu tempat dapat diterangkan (Fleig et al., 2011). Ia meliputi indeks kemarau, kaedah aliran minimum dan kaedah paras ambang menggunakan teori larian.

Dalam usaha penyeragaman tafsiran kemarau, terdapat dua asas/parameter yang digunakan oleh pengkaji berdasarkan terma-terma tempoh dan magnitud kemarau dalam definisi-definisi kemarau. Bagi parameter tempoh, pelbagai tempoh asas (TA) masa yang telah digunakan sesuai dengan persekitaran dimana kemarau itu melanda. Antaranya ialah tempoh selama 10 hari berturutan (Kaznowska & Banasik, 2011), 14 hari berturutan (Zelenhasic & Salvai, 1987), 15 hari berturutan (Huschke, 1970), 25 hari berturutan (Steila, 1986). Tempoh tahunan adalah tempoh yang banyak digunakan.

Bagi jumlah defisit, terma “paras normal/tidak mencukupi” yang biasa digunakan dalam definisi merujuk satu nilai yang dikenali paras ambang (PA). PA ini dianalisis berdasarkan teori larian (Yevjevich, 1967; Dracup et al., 1980b, Wu et al., 2008). Antara nilai PA yang digunakan adalah nilai purata (Bonacci, 1993), nilai median (Griffiths, 1990), purata dan 75% daripada purata (Clausen & Pearson, 1995), nilai purata tolak 1 sisihan piawai (Maneo Lain, 2008), purata minimum tahuan (Kaznowska , 2011) dan nilai lampauan peratusan terendah yang diperolehi daripada

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



keluk tempoh alir (Zelenhasic & Salvai, 1987). Nilai persentil $Q_{70}$ $Q_{80}$, $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ yang diperolehi daripada keluk tempoh alir (KTA) merupakan kaedah yang menjadi pilihan banyak penyelidik (Tallaksen, & Hisdal,1997; Hisdal et al., 2001; Hisdal & Tallaksen, 2003; Fleig et al., 2006; Yahiaoui, Touaïbia, & Bouvier,2009; Byzedi & Saghafian, 2009; Waluyo, 2011; Rossi, 2011; Fleig et al., 2011;Van Loon & Lanen, 2012; Wada, Van Beek, & Bierkens, 2012; Van Huijgevoort et al., 2012; Tokarczyk, 2013). Sebagai contoh Zelenhasic & Salvai (1987) menggunakan $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ untuk menganalisis defisit kemarau di Sungai Sava, Sr. Mitroviea dan Sungai Tisa, Senta, Yugoslavia. Fleig et al. (2006) menggunakan $Q_{70}$, $Q_{80}$, $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ dan mendapati penggunaan nilai persentil yang rendah ($Q_{80}$) boleh menghasilkan peristiwa kemarau multi tahun berbanding persentil yang tinggi ($Q_{95}$). Berdasarkan kajian-kajian lepas, nilai persentil, Q yang biasa digunakan sebagai petunjuk aliran rendah sesuatu kejadian kemarau antara $Q_{90}$ – $Q_{70}$ bagi sungai saka dan $Q_{70}$ – $Q_{20}$ bagi sungai seketika dan sungai berjeda (Fleig et al., 2006). Bagi melihat pola sifat-sifat kemarau, analisis trend seperti Mann-Kendall telah digunakan (Wu et al., 2008; Stahl et al., 2010; Zelenakova et al., 2012).

Selain itu kaedah PA, banyak kajian juga telah menggunakan indeks kemarau untuk menerangkan sifat kemarau. Indeks PHDI oleh Yan et al. (2013), SDI oleh Zamani, Tabari, & Willems (2015), SRI oleh Shukla & Wood. (2008), SSI oleh Lorenzo-Lacruz, Moran-Tejeda, Vicente-Serrano, & Lopez-Moreno (2013). Petunjuk lain yang digunakan ialah jumlah defisit maksimum tahunan (DMT) dan jumlah defisit kumulatif tahunan (DKT), tempoh maksimum tahunan (TMT) dan tempoh kumulatif tahunan (TKT) dan bilangan kemarau (BK). Petunjuk ini telah digunakan oleh Birkel, 2005; Wu et al., 2008).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Di Malaysia, kajian berkaitan kemarau adalah sangat terhad. Beberapa kajian dewasa ini hanya tertumpu kepada kemarau meteorologi. Antara yang mengkaji kemarau meteorologi iaitu Ahmad Jamalluddin & Low (2001, 2002, 2003), Fadhilah et al. (2012), Fadhilah et al. (2013), Wan Zawiah et al. (2012) dan Wan Zawiah et al. (2014). Kesemua pengkaji menggunakan Indeks Kerpasan Berpiawai (SPI) bagi menganalisis pola kejadian kemarau berdasarkan siri data hujan di beberapa stesen di Semenanjung Malaysia. Fadhilah et al. (2013) telah mengkaji corak kemarau di Semenanjung Malaysia menggunakan data hujan bermula November 1975 hingga October 2008 di 75 stesen hujan. Didapati melalui trend SPI peristiwa musim basah semakin menurun dan peristiwa kemarau semakin meningkat. Wan Zawiah et al. (2012) juga turut mengkaji corak kemarau di Semenanjung Malaysia menggunakan data hujan terhadap 50 stesen curahan Semenanjung Malaysia daripada 1975 hingga 2004. Daripada kajian dilakukan, lebih banyak kawasan cenderung untuk mengalami keadaan kering dan sangat kering. Ini ditunjukkan dengan peratus stesen yang dikategorikan kering antara 26 hingga 27 % berbanding hanya 20– 23 % dalam kategori basah. Terdapat sesetengah stesen dilaporkan mengalami keadaan kering yang lebih kerap berbanding dengan keadaan basah.

Dalam konteks kajian kemarau hidrologi di Malaysia, terlalu amat sedikit kajian berkaitan yang ditemui oleh penulis. Antara yang menulis berkaitan kemarau hidrologi ialah Ahmad Jamalluddin & Low (2001, 2002, 2003) di samping Kavvas, Chen & Ohara (2006) dan Mohd. Ekhwan (2000). Ahmad Jamalluddin & Low (2003) dalam kajian berkaitan episod kemarau di Semenanjung Malaysia telah menggunakan kaedah PMT untuk menentukan peristiwa kemarau hidrologi. Beliau mendapati kemarau hidrologi telah dikenal pasti berlaku di lembangan Sungai Langat di mana nilai PMT

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



adalah sangat rendah iaitu 0.94 $m^3s^{-1}$ berbanding 1982, 1987, 1995 dan 1993. Begitu juga dengan Kelantan, didapati terdapat 2 episod kemarau yang parah iaitu antara tahun 1959-1961 dan 1981-1983. Dalam kajian Kavvas et al. (2006), ia telah menggunakan "regional coupled hydrologic-atmospheric model" (RegHCM-PM) untuk simulasi perubahan iklim di Semenanjung Malaysia. Dua tempoh tahun yang dimodelkan iaitu 2025-2034 dan 2041-2050 kemudian dibandingkan dengan tempoh sedia ada (1984-1993). Didapati purata luahan akan lebih rendah di lembah Kelang dan Selangor. Selangor dijangka akan menghadapi musim kemarau yang teruk dengan nilai luahan min bulan di Selangor menunjukkan nilai perbezaan yang tinggi iaitu 6.5 $m^3s^{-1}$. Mohd Ekhwan (2000) dalam kajiannya di lembangan Sungai Langat menunjukkan kemarau telah berlaku selama 29 bulan iaitu bermula pada bulan November 1951 dan berakhir Mac 1954 (Hamirdin, 2008). Selain itu, Hasan et al. (2014) dalam kajian kemarau nya ke atas lembangan Sungai Langat mendapati tahun 1998 dan 2010 mencatatkan kemarau yang ekstrem. Ini berdasarkan analisis kemarau menggunakan Indeks Kemarau Aliran Sungai antara tahun 1985 -2010.

## 2.5 Kesimpulan

Kemarau merupakan fenomena sisihan air daripada keadaan normal. Kepelbagaian definisi dari segi konsep dan operasi berkaitan kemarau menyebabkan kajian ini menarik untuk diselongkar. Ini kerana jaringannya dengan persekitaran yang begitu kompleks menyebabkan tafsiran-tafsiran yang diutarakan adalah pelbagai mengikut persepsi pengkaji. Kemarau hidrologi merupakan kemarau yang penting dikaji terutama kemarau aliran sungai kerana persekitaran masyarakat amat bergantung pada sungai. Fenomena defisit luahan sungai akan memberi kesan kepada sektor ekonomi dan sosioekonomi terutamanya di kawasan yang menjadikan sungai sebagai sumber

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



bekalan air mentah untuk pengairan, domestik dan industri. Bilangan kajian kemarau hidrologi yang amat sedikit di Malaysia seperti ditunjukkan dalam ulasan kajian lepas, telah membuka ruang yang besar untuk kemarau ini dikaji. Pendekatan defisit melalui kaedah PA yang telah banyak digunakan di negara luar terutamanya di Eropah merupakan pendekatan penting untuk diaplikasikan di Malaysia. Ini kerana sifat-sifat kemarau yang dihasilkan mampu dibincangkan dengan terperinci yang tidak mampu dijelaskan oleh kaedah PMT dan indeks kemarau yang menjadi pilihan pengkaji-pengkaji Malaysia. Oleh itu kajian ini berusaha untuk memberi fokus kepada pendekatan PA untuk mentaksirkan kemarau di lembangan Sungai Langat.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 3

# KAWASAN KAJIAN

## 3.1 Pendahuluan

Lembangan Sungai Langat merupakan salah satu wilayah air terpenting di Negeri Selangor. Lembangan ini terletak bersebelahan dengan Lembah Klang yang merupakan kawasan perbandaran termaju di mana Bandar raya Kuala Lumpur terletak di dalamnya. Kewujudannya berdamping dengan wilayah termaju dan kehadiran Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur (KLIA), pusat Pentadbiran Putrajaya serta Cyberjaya sebagai bandar perdana multimedia dan teknologi tinggi di tengah-tengah wilayahnya, menjadikan ia senantiasa menerima curahan limpahan pembangunan. Wilayah air ini berperanan penting kerana menjadi tonggak pembekal air bersih di bahagian selatan negeri Selangor (DID, 2011) dan membekalkan air kepada dua pertiga negeri Selangor (Hafizan et al., 2010).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Untuk mengenali dengan lebih dekat wilayah air yang penting ini, bab ini cuba mengupas dan membincang beberapa ciri penting lembangan agar para pembaca dapat memahami situasi semasa lembangan Sungai Langat. Antara yang bakal dibincangkan ialah ciri-ciri fizikal, hidrometeorologi, sifat litupan tumbuhan dan guna tanah serta ciri-ciri sosio-demografi penduduk. Liputan ruang kajian meliputi lembangan di bahagian hulu (meliputi daerah hulu Langat dan sebahagian daerah Sepang) iaitu poin akhir di stesen cerapan luahan air sungai Dengkil pada kedudukan latitud 02º 59' 34" U dan longitud 101º 47' 13", Namun perbincangan mengenai ciri-ciri lembangan mencakupi keseluruhan lembangan bermula daripada gunung Nuang di banjaran Titiwangsa hinggalah ke muara sungai di Selat Melaka.

## 3.2 Lembangan Sungai Langat sepintas lalu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi

Lembangan Sungai Langat merupakan salah satu lembangan terpenting di bahagian selatan Negeri Selangor. Kedudukannya di bahagian selatan dan berdampingan dengan Lembah Klang yang terkenal dengan mega bandar termaju, serta kewujudan pusat pentadbiran baru Putrajaya dan bandar perdana multimedia-teknologi tinggi Cyberjaya di dalam wilayahnya, menjadikan ia senantiasa menerima pelaburan, pembangunan dan migrasi penduduk. Perkembangan pembangunan di kawasan ini banyak dibantu oleh perancangan dan dasar kerajaan serta infrastrukturnya yang dibangunkan. Pembinaan lebuh raya dan menaiktarafkan jalan raya sedia ada yang menghubungkan kesemua bandar-bandar utama, membolehkan lebih banyak aktiviti ekonomi dibangunkan di kawasan ini. Kehadiran Lapangan Terbang Kuala Lumpur (KLIA) dengan tambahan 3 buah pelabuhan (Pelabuhan Klang Utara, Pelabuhan Klang Selatan dan Pelabuhan Klang Barat) yang mudah dicapai melalui jaringan darat, memudahkan aktiviti import-eksport. Kini, dengan wujudnya jaringan lebuh raya dan jalan raya, lembangan Sungai

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Langat telah berkembang dan menjadi sebahagian daripada Lembah Klang. Rebakkan proses perbandaran menelusuri jalan raya ke Cheras, Kajang, Balakong, Bangi, Semenyih dan Dengkil menyebabkan terdapat sarjana menggelarkannya sebagai Lembah Klang II (Katiman, 2006).

Lembangan Langat, jika disoroti pada abad ke-19 merupakan wilayah pinggiran yang dipenuhi dengan aktiviti pertanian sara diri bagi keperluan penduduk kampung sekitar. Eksploitasi persekitaran lembangan oleh penjajah Inggeris bermula pada akhir abad-19 dengan penemuan bijih timah. Kesannya, ia telah mengubah landskap pandang darat fizikalnya akibat daripada aktiviti perlombongan bijih timah. Perubahan landskap fizikal ini juga turut berlaku apabila hutan-hutan dipterokap berjaya ditukar kepada estet-estet getah oleh pihak penjajah. Perlaksanaan Dasar Ekonomi Baru pada tahun 1970an membawa perubahan baru kepada lembangan Sungai Langat selepas kemuncup ekonomi pasca perang dunia kedua. Dasar ini telah menjurus ke arah pembangunan ekonomi negara agar kemewahan negara dapat diagihkan secara adil kepada semua kaum serta penyusunan semula masyarakat dilakukan. Industri pembuatan telah digalakkan kemunculannya di lembangan Sungai Langat. Turut sama berkembang ialah kemunculan kawasan perumahan, jalan raya dan prasarana. Kesemua pembangunan ini telah menukar tanah pertanian hinggalah ke hari ini (Abdul Samad et al., 2006).

Perubahan guna tanah di kawasan lembangan amat pesat berlaku kesan daripada perlaksanaan DEB. Berpandukan maklumat daripada Jabatan Pertanian, guna tanah pertanian merupakan aktiviti utama pada tahun 1974 seperti digambarkan dalam Rajah 3.1. Guna tanah ini meliputi sekitar 52.9% daripada kawasan lembangan. Keluasan kawasan pertanian ini adalah kesan daripada penukaran kawasan litupan tumbuhan hutan dipterokap tanah rendah dan hutan paya kepada pertanian pada tahun 1960an

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



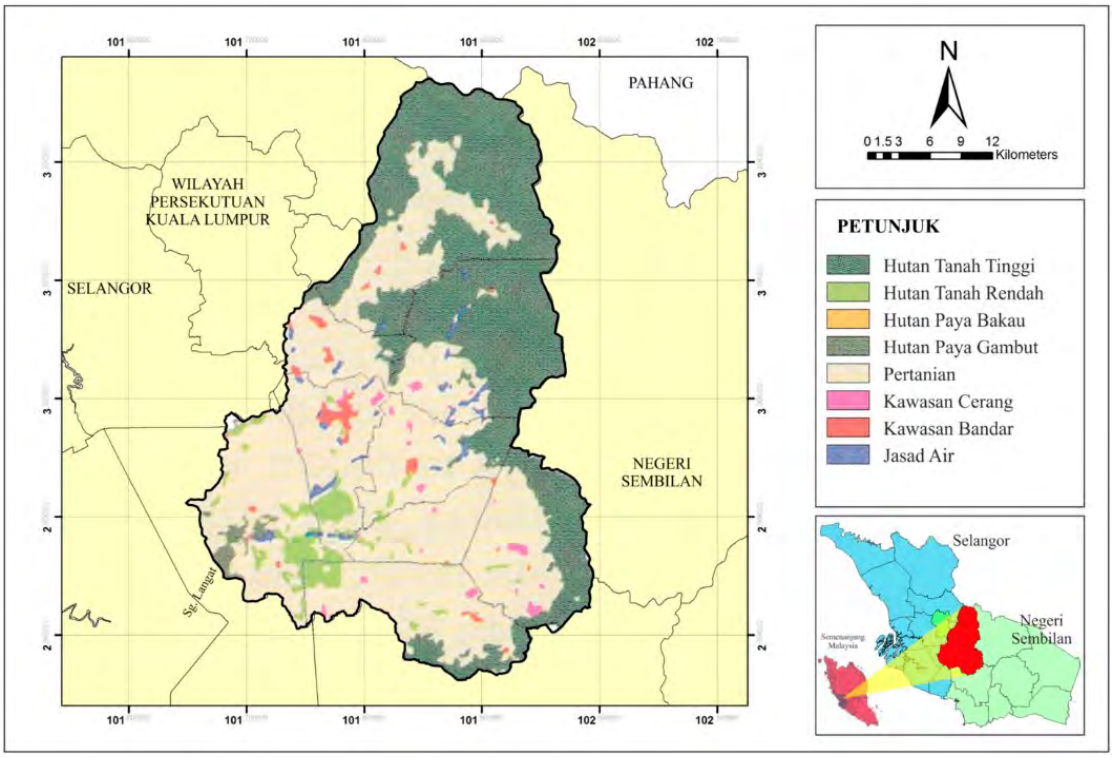
dan 1970an. Diikuti oleh litupan tumbuhan hutan sekitar 43.58% di mana hutan dipterokap tanah tinggi dan hutan paya merupakan litupan tumbuhan utama dengan keluasan 15.96% dan 15.89% masing-masing. Kedua-dua kelas hutan ini terletak di daerah Hulu Langat dan Kuala Langat. Hutan paya bakau meliputi kawasan seluas 9.77% yang terdapat di Sepang Kecil dan sepanjang kawasan pantai dan hutan dipterokap tanah rendah sekitar 1.96% (Shaharuddin, Abdul Hadi & Ahmad Fariz, 2004). Kawasan terbangun sekitar 2.34% dan selebihnya badan air sekitar 1.11%.

Berpandukan data Landsat TM pada tahun 1988 seperti digambarkan dalam Rajah 3.2, berlaku perubahan yang besar terhadap pola taburan guna tanah berbanding tahun 1974. Dari segi urutan kedominanan, taburan guna tanah masih mengikut pola tahun 1974. Namun beberapa perubahan dari segi keluasan taburan. Keluasan kawasan pertanian, kawasan terbangun dan badan air telah meningkat manakala kawasan hutan menyusut. Aktiviti pertanian meningkat sebanyak 5.05% (14,767 hektar), kawasan terbangun meningkat sebanyak 6.52% (21,171.63 hektar) dan badan air sebanyak 0.99% (2,902.86 hektar). Kawasan litupan tumbuhan telah berkurangan sebanyak 13.25% menjadi 88,920.96 hektar (ha). Pola urutan guna tanah ini berterusan pada tahunan 2001. Berbanding tahun 1988, kawasan terbangun menunjukkan perluasan kawasan hampir dua kali ganda. Keluasan kawasan terbangun pada 2001 iaitu sekitar 51,502.8 ha (14.94%) di mana kawasan pembangunan meningkat dengan kadar yang agak besar. Peratus keluasan badan air turut meningkat sebanyak 0.2%. Bagi litupan tumbuhan, berlaku penyusutan seluas 18,218.33 ha atau 6.21% daripada tahun 1988. Begitu juga dengan aktiviti pertanian, di mana berlaku penyusutan 5,175 ha iaitu 2% berbanding tahun 1988.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

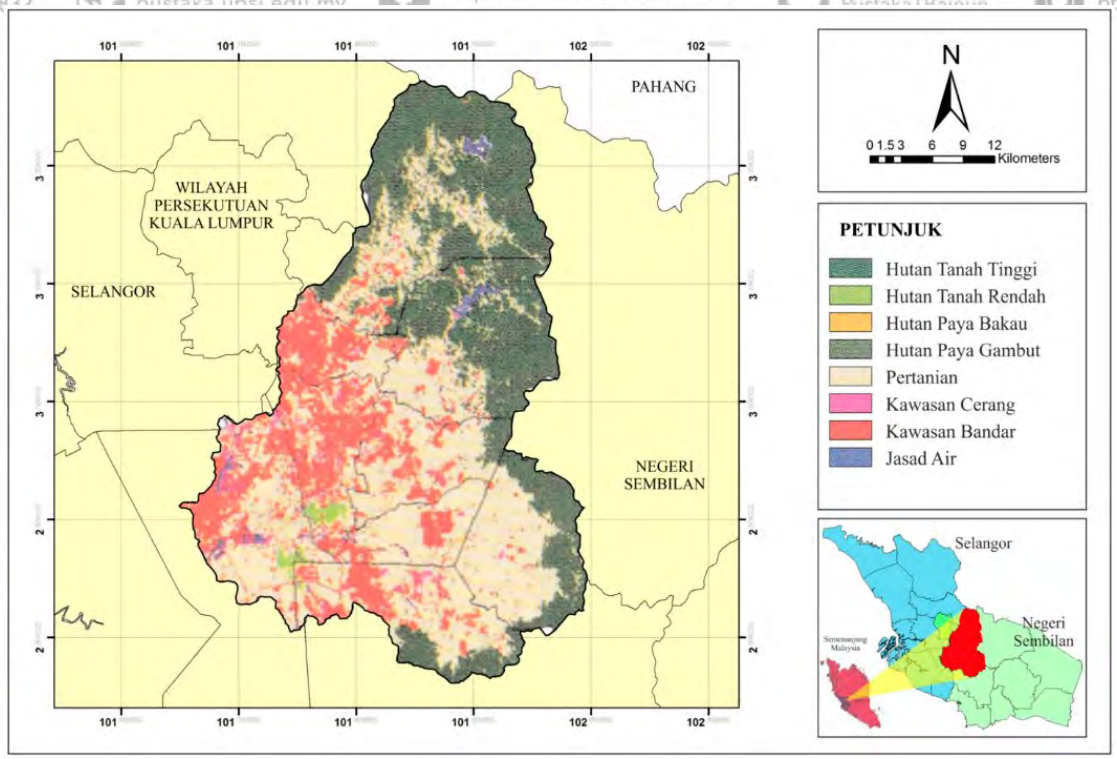
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 3.1*. Litupan tumbuhan dan guna tanah lembangan Sungai Langat 1974

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun ptbupsi



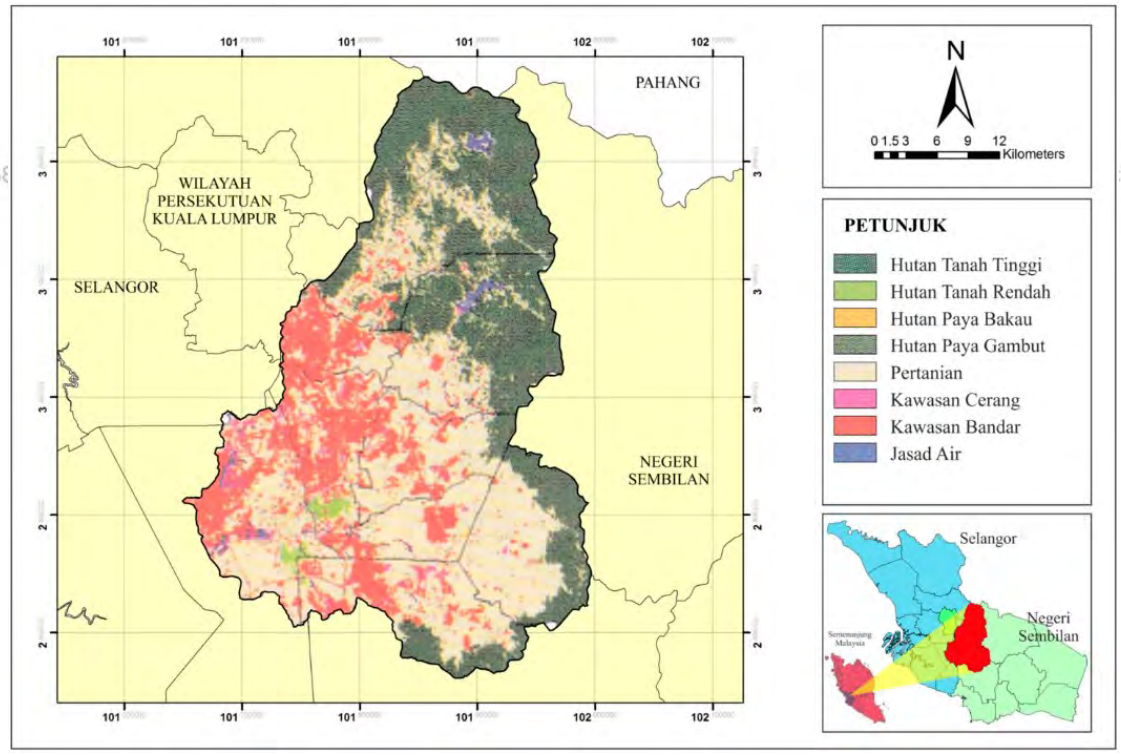

*Rajah 3.2*. Litupan tumbuhan dan guna tanah lembangan Sungai Langat 1991

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Taburan guna tanah pada tahun 2000 seperti digambarkan dalam Rajah 3.3 menunjukkan bahawa kawasan pertanian masih mendominasi iaitu 56.2%, diikuti oleh kawasan hutan sebanyak 24.1, kawasan pembangunan 17.6 dan selebihnya badan air. Daripada keseluruhan luas kawasan terbangun dan pembangunan, 39.38% kawasan terbangun ditemui bertabur di sekitar daerah Hulu Langat terutama di Kajang, Cheras dan Bangi. Kuala Langat sekitar 18.92% dan Sepang, 17.44%. Pertanian bertabur luas di Kuala Langat (39.18%) dan Hulu Langat (21.86%). Manakala hutan banyak di temui di kawasan Hulu Langat (55.63%) sesuai dengan sifatnya sebagai kawasan tadahan air di mana empangan Langat dan Semenyih terletak di kawasan ini.




*Rajah 3.3*. Litupan tumbuhan dan guna tanah lembangan Sungai Langat 2001

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 3.1.

*Pola guna tanah lembangan Sungai Langat antara tahun 1974 - 2001*

| JENIS GUNATANAH | 1974 | | 1981 | | 1991 | | 2001 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LUAS (hektar) | PERATUS (%) | LUAS (hektar) | PERATUS (%) | LUAS (hektar) | PERATUS (%) | LUAS (hektar) | PERATUS (%) |
| **HUTAN** | **127,831.30** | **43.57** | **121,509.39** | **41.4** | **87,653.44** | **29.9** | **70,702.63** | **24.1** |
| Dipterokap Bukit | 46,822.60 | 16 | 45,966.80 | 15.7 | 49,097.40 | 16.7 | 43,864.10 | 15 |
| Dipterokap Tanah Pamah | 5,757.10 | 2 | 4,563.99 | 1.6 | 1,809.54 | 0.6 | 1,207.80 | 0.4 |
| Paya Gambut | 46,603.20 | 15.9 | 43,879.90 | 15 | 17,542.40 | 6 | 7,894.53 | 2.7 |
| Bakau | 28,648.40 | 9.8 | 27,098.70 | 9.2 | 19,204.10 | 6.5 | 17,736.20 | 6 |
| **KAWASAN TERBANGUN** | **7,022.79** | **2.4** | **7,601.49** | **2.6** | **28,510.70** | **9.7** | **51,502.80** | **17.6** |
| Kawasan Pembangunan | 2,009.97 | 0.7 | 3,670.56 | 1.3 | 18,198.00 | 6.2 | 40,639.20 | 13.9 |
| Kawasan Semak | 5,012.82 | 1.7 | 3,930.93 | 1.3 | 10,312.70 | 3.5 | 10,863.60 | 3.7 |
| **PERTANIAN** | **155,249.00** | **52.9** | **160,733.00** | **54.8** | **170,705.00** | **58.2** | **164,841.00** | **56.2** |
| **JASAD AIR** | **3,267.27** | **1.1** | **3,496.59** | **1.2** | **6,401.52** | **2.2** | **6,207.12** | **2.1** |
| **JUMLAH** | **293,370.36** | **100** | **293,340.47** | **100** | **293,270.66** | **100** | **293,253.55** | **100** |

Diadaptasi daripada Abdul Samad et al. (2006)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 3.3 Sifat fisiografi umum

### 3.3.1 Lokasi dan liputan kajian

Lembangan Sungai Langat terletak di bahagian pantai barat Semenanjung Malaysia dan paling selatan negeri Selangor. Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur dan Putra Jaya antara kawasan penting yang terletak di bahagian barat lembangan, Pahang di bahagian utara, Negeri Sembilan di bahagian timur dan Selat Melaka di bahagian Selatan seperti di gambarkan dalam *Rajah 3.4*. Lembangan ini mengunjur dari gugusan banjaran Titiwangsa ke Selat Melaka pada kedudukan antara latitud 02° 40' 15" hingga 03° 16' 15" U dan pada kedudukan longitud 101° 19' 20" hingga 102° 01' 10" T. Anggaran keluasan kawasan lembangan iaitu 2,348 km persegi (DID, 2011). Ia merangkumi tiga daerah penuh pentadbiran iaitu Hulu Langat, Sepang dan Kuala Langat dan sebahagian daerah pentadbiran bagi Klang dan Nilai, Negeri Sembilan. Sebanyak 20 buah kawasan pentadbiran di peringkat mukim terangkum dalam kawasan ini iaitu 17 di Selangor dan 3 di Negeri Seremban (Abdul Samad et al., 2006). Antara mukim yang terangkum dalam lembangan iaitu Dengkil, Labu dan Sepang (Daerah Sepang), Beranang, Cheras, Kajang, Semenyih, Hulu Langat dan Hulu Semenyih (Daerah Hulu Langat), Bandar, Batu, Kelanang, Morib, Tanjung 12, Telok Panglima Garang dan Jugra (Daerah Kuala Langat), Labu, Lenggeng dan Setul (Daerah Seremban) dan sebahagian Daerah Klang.

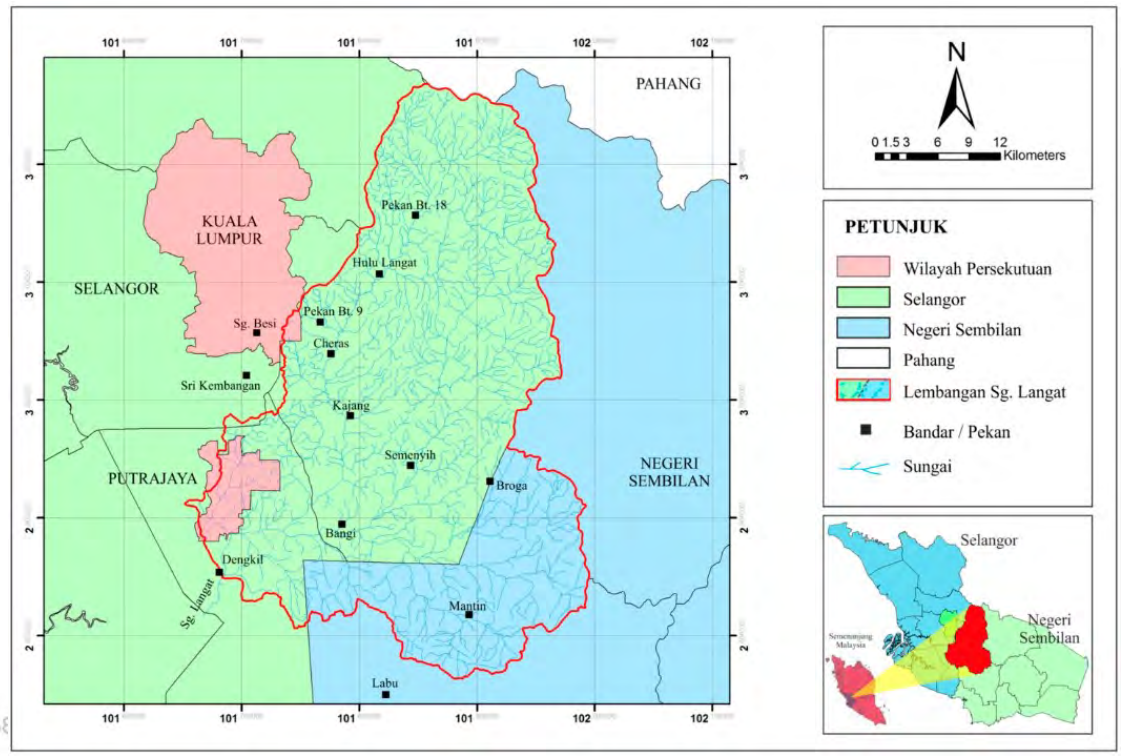
Dalam konteks kajian ini, liputan kajian hanya meliputi bahagian atas lembangan Sungai Langat yang meliputi Majlis Daerah Hulu Langat (Hulu Langat), Majlis Perbandaran Kajang (Cheras, Kajang, Ulu Semenyih, Semenyih dan Beranang), sebahagian Majlis Daerah Sepang (Sebahagian Dengkil), Sebahagian Majlis Perbandaran Nilai (Lenggeng dan Setul) hampir keseluruhan Perbadanan Putrajaya-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Cyberjaya dan sebahagian kecil Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL). Perincian seperti ditunjukkan dalam Jadual 3.2.




*Rajah 3.4.* Kedudukan kawasan lembangan Sungai Langat

Jadual 3.2.

*Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dalam lembangan Sungai Langat*

| NEGERI | PIHAK BERKUASA TEMPATAN (PBT) | PERATUS (%) |
|---|---|---|
| Selangor | Majlis Perbandaran Kajang | 21.89 |
| | Majlis Perbandaran Kuala Langat | 27.12 |
| | Majlis Perbandaran Klang | 3.36 |
| | Majlis Daerah Hulu Langat | 13.21 |
| | Majlis Daerah Sepang | 11.21 |
| Negeri Sembilan | Majlis Perbandaran Nilai | 19.50 |
| Wilayah Persekutuan | Perbadanan Putrajaya, Cyberjaya | 3.51 |
| | Dewan Bandaraya Kuala Lumpur | 0.19 |

Diadaptasi dari Hafizan (2009)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 3.3.2 Topografi

Secara umum, topografi lembangan Sungai Langat boleh dibahagikan kepada tiga zon berbeza iaitu kawasan pergunungan, kawasan berbukit dan beralun dan kawasan rata. Kawasan pergunungan banyak dijumpai penjuru bahagian timur laut daerah Hulu Langat seperti digambarkan dalam Rajah 3.5. Kira-kira 23.7% kawasan Hulu Langat adalah diliputi oleh bentuk bumi ini. Purata ketinggian banjaran tanah tinggi kira-kira 960 meter di atas aras laut. Kebanyakan kawasan pergunungan adalah di bawah 500 meter dari paras laut (Hafizan, 2009). Anggaran purata ketinggian kawasan ini kira-kira 300 meter ke atas dengan kecerunan melebihi 25º (Sharifuzan et al., 2002). Gunung Nuang setinggi 1493 meter yang terletak di Banjaran Titiwangsa merupakan puncak tertinggi (JICA, 2000), menjadi lambang persempadanan antara daerah Hulu Langat di Selangor, Bentong di Pahang dan Jelebu di Negeri Sembilan. Bentuk bumi daripada sempadan Selangor-Pahang hingga ke Kajang adalah bersifat pergunungan dan berbukit yang mempunyai ketinggian 150 meter ke atas.

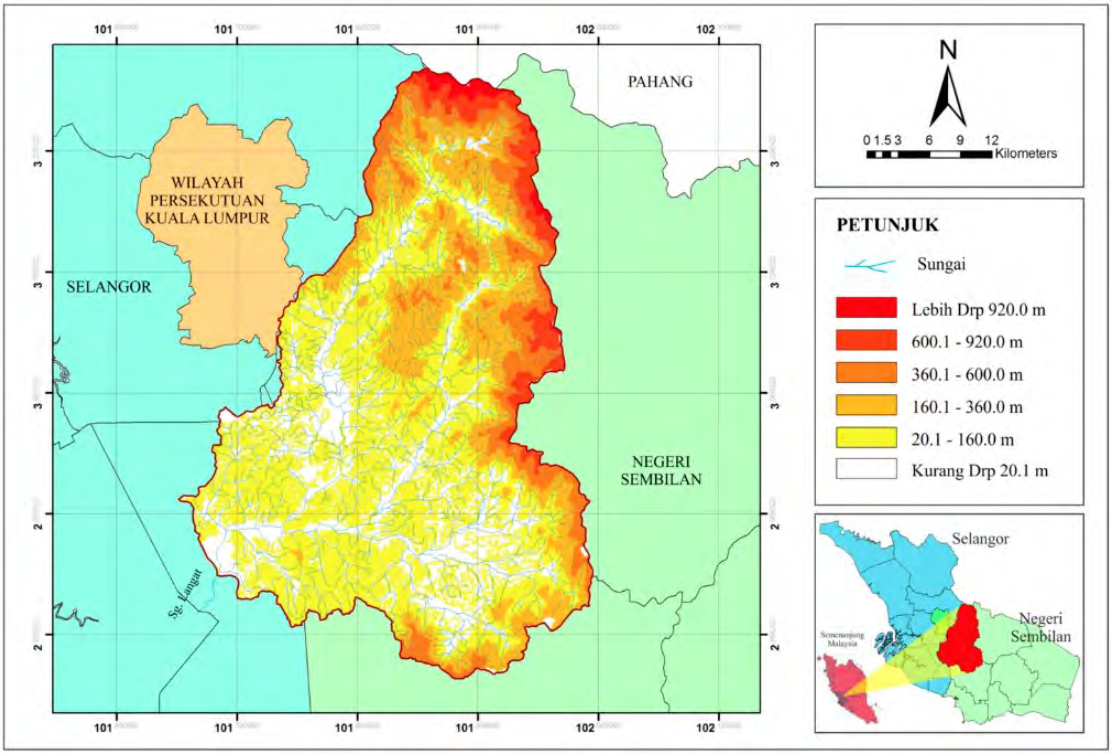
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Zon kedua ialah kawasan bukit dicirikan oleh cerun yang landai tersebar secara meluas dari utara ke timur pada bahagian tengah lembangan Langat. Ketinggian kawasan ini biasanya di bawah 100 m dan zon ini merebak hingga ke Putrajaya, Cyberjaya, Dengkil dan Sepang. Sungai Langat mengalir perlahan-lahan di kawasan berbukit. Komposisi sedimen sungai berubah tekstur secara beransur-ansur dari batu / kerikil di zon pergunungan, pasir, dan kemudian kelodak di kawasan berbukit (Hafizan, 2009).

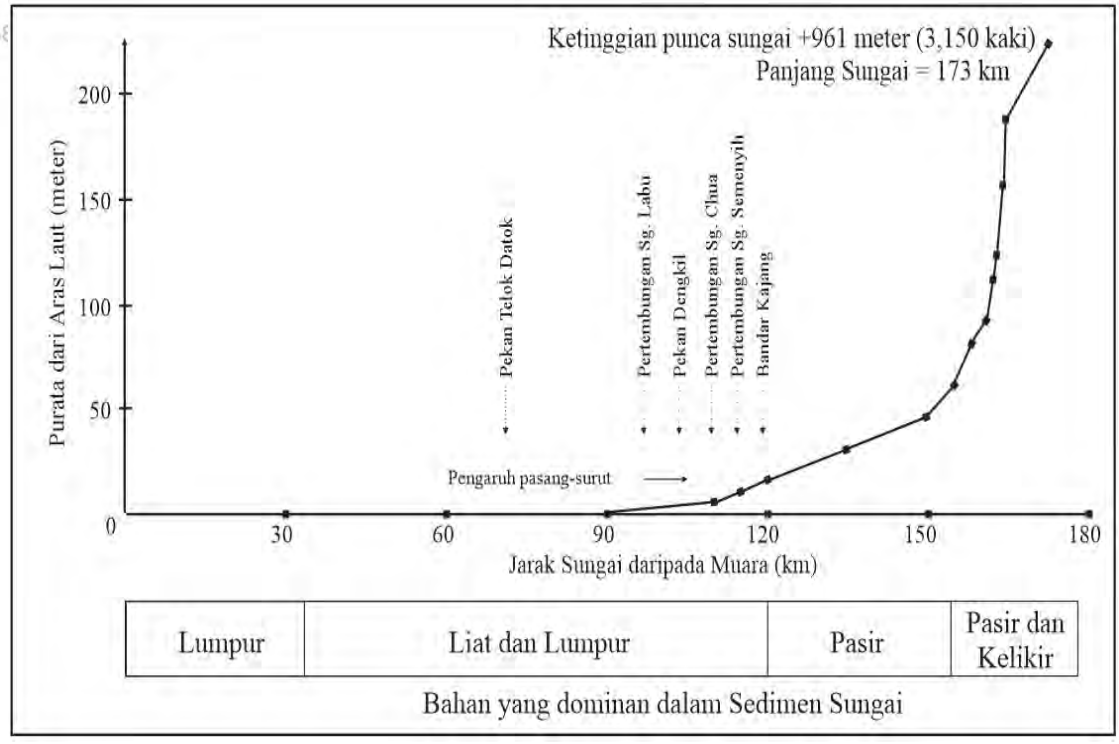
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 3.5*. Bentuk muka bumi lembangan Sungai Langat




*Rajah 3.6*. Profil keratan rentas dan sedimen di lembangan Sungai Langat. Diadaptasi dari JICA (2000)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Zon ke tiga meliputi kawasan rata dan dataran paya banyak terdapat di bahagian Barat ke arah Selat Melaka. Kawasan ini secara umumnya mempunyai ketinggian kurang daripada 20 meter kecuali bukit Jugra yang terletak di muara Sungai Langat yang mempunyai ketinggian 242 meter (UPUM, 1999). Profil rentas lembangan Sungai Langat dapat dilihat dalam Rajah 3.6.

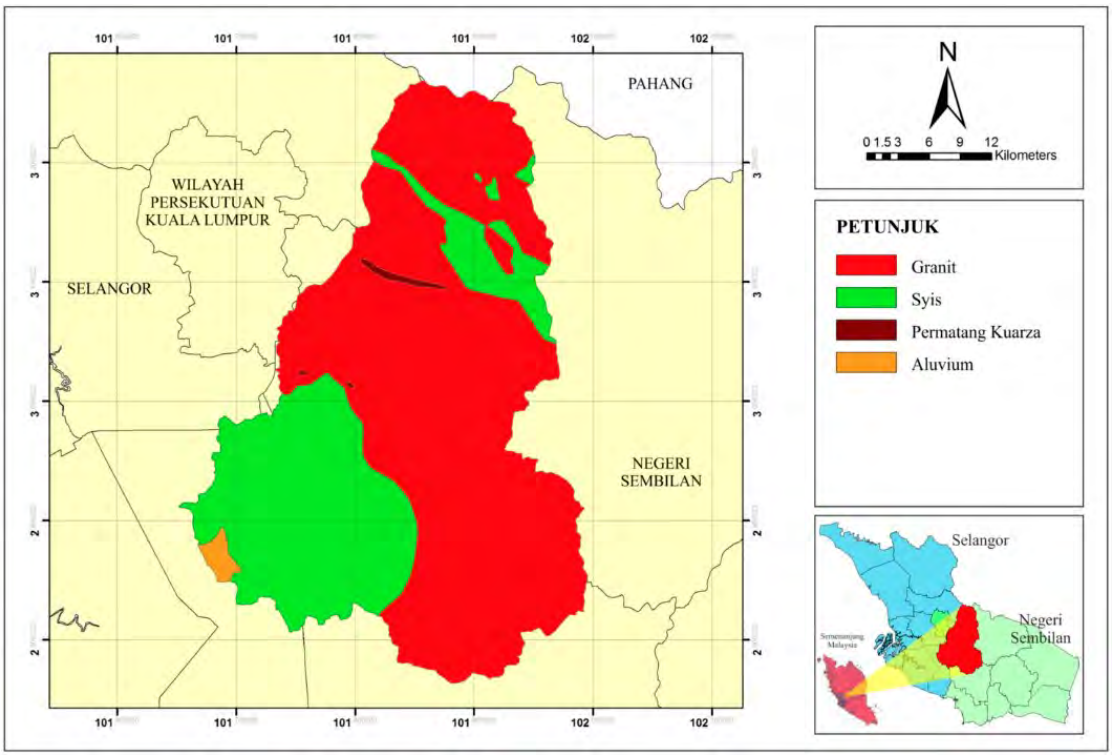
### 3.3.3 Batuan Dan Tanih

Secara geologinya, Sungai Langat merentasi beberapa jenis batuan yang berbeza seperti digambarkan dalam Rajah 3.7. Di bahagian timur lembangan Sungai Langat daripada kawasan pergunungan hingga ke kawasan berbukit dan bukau yang bercerun, dilapisi oleh batuan igneus, enapan dan metamorfik manakala di bahagian barat mendapan lanar (UPUM, 1999). Batuan dasar yang terdiri daripada granit bukan sahaja membentuk tulang permatang banjaran Titiwangsa tetapi juga menjalar hingga kawasan perbukitan sekitar Kg. Cheras. Lapisan batuan dasar utama di kawasan perbukitan dikenali formasi Bukit Kenny dan formasi Kajang yang mengandungi batuan metamorfik, batuan pasir, syal, batuan lumpur dan syis. Bahagian lapisan atas batuan dasar ini termasuk batuan granit telah mengalami lulu hawa dan terdapat di sesetengah lokasi, lulu hawa telah mencapai kedalaman 10 meter ke bawah (JICA, 2000).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 3.7.* Taburan batuan di lembangan Sungai Langat

Di bahagian barat lembangan bermula daripada kawasan berliku iaitu pertemuan antara Sungai Langat dan Sungai Semenyih hingga ke Selat Melaka, kawasan ini dilapisi oleh batuan lanar muda yang kebanyakannya merupakan kawasan rata dan paya. Enapan lanar ini terdiri daripada tanih liat lembut, pasir, liat bergambut dan gambut. Batuan hampar dibawa lapisan lanar terdiri daripada sama ada batuan pasir dan syal daripada quartz-mika yang dimetamorfik secara lemah atau syis daripada formasi Howthonden (UPUM, 1999). Pada kawasan altitud rendah ini, terdapat lapisan mendapan kuartenari di atas batuan dasar. Ketebalan mendapan ini semakin tebal ke arah pantai dan terdapat beberapa kawasan mencapai ketebalan sehingga 100 m. Mendakan kuartenari ini mempunyai beberapa lapisan. Lapisan atas dilapisi oleh mendakan gambut Formasi Beruas pada ketebalan 0.5 – 5.5 m. Mendakan liat formasi Gula dan formasi Kempadang dijumpai bermula di kawasan perbukitan dan mempunyai ketebalan sehingga 40 – 50 m di kawasan berhampiran tepi pantai. Batuan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



pasir dan kelikir Formasi Simpang yang mempunyai ketebalan beberapa meter ditemui di bahagian perbukitan dan ketebalan 40 meter di kawasan rendah yang rata (JICA, 2000).

Dari segi taburan tanihnya (Rajah 3.8), terdapat lapan siri tanih yang dominan di kawasan lembangan iaitu Tanah Curam, Rengam-Jerangau, Munchong-Seremban, Serdang-Kedah, Serdang-Bungor-Munchong, Tanah Gambut, Selangor Kangkong dan Keranji. Di bahagian timur lembangan, kawasan ini didominasi oleh tanih jenis Tanah Curam dan Rengam-Jerangau sementara tanih jenis Munchong-Seremban, Serdang-Kedah dan Serdang-Bungor-Munchong bertaburan di bahagian tengah. Manakala kawasan daripada poin pertemuan Sungai Langat dengan Sungai Labu hingga ke pantai diliputi oleh tanih jenis Tanah Gambut, Selangor Kangkong dan Keranji (Abdul Samad et al., 2006)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

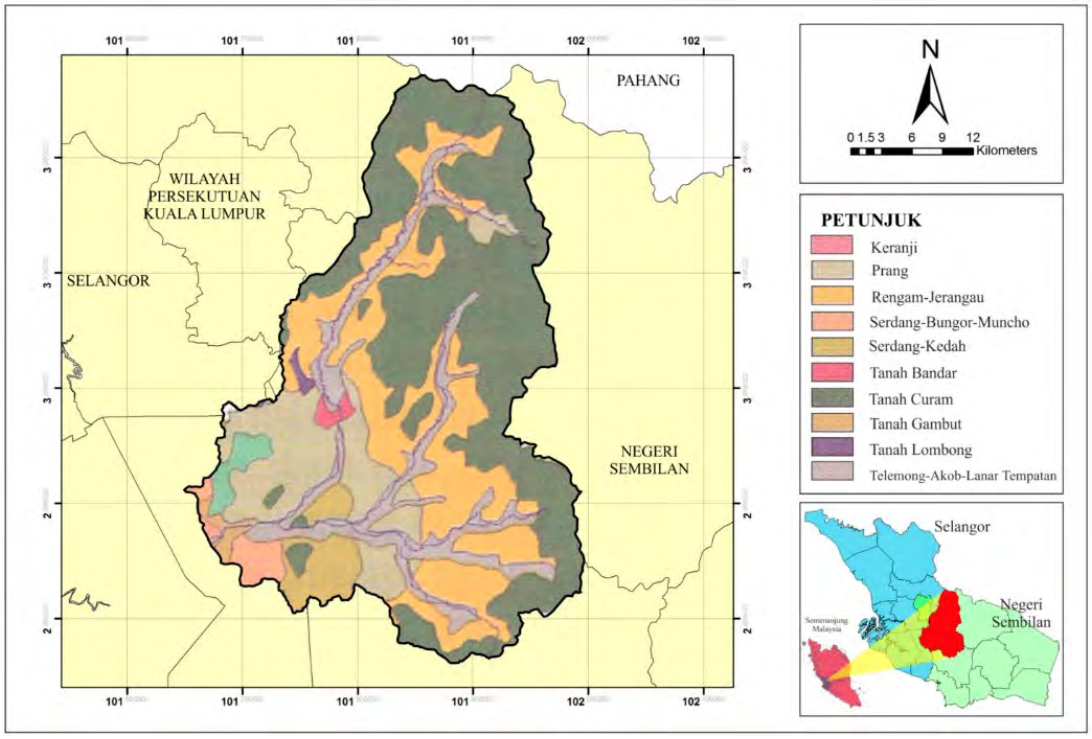
### 3.3.4 Sistem Saliran

Lembangan Sungai Langat merangkumi beberapa cawangan sungai utama iaitu Sungai Semenyih, Sungai Beranang, Sungai Labu dan Sungai Langat seperti digambarkan dalam Rajah 3.9. Panjang lembangan kira-kira 78km dan kelebaran antara 20km hingga 51. 5km (UPUM, 1999) manakala panjang sungai utama ialah 173 km (JICA, 2000). Corak siratan aliran sungai adalah berbentuk ranting yang mempunyai kepadatan antara 2.09 -3.95 km/km$^2$.

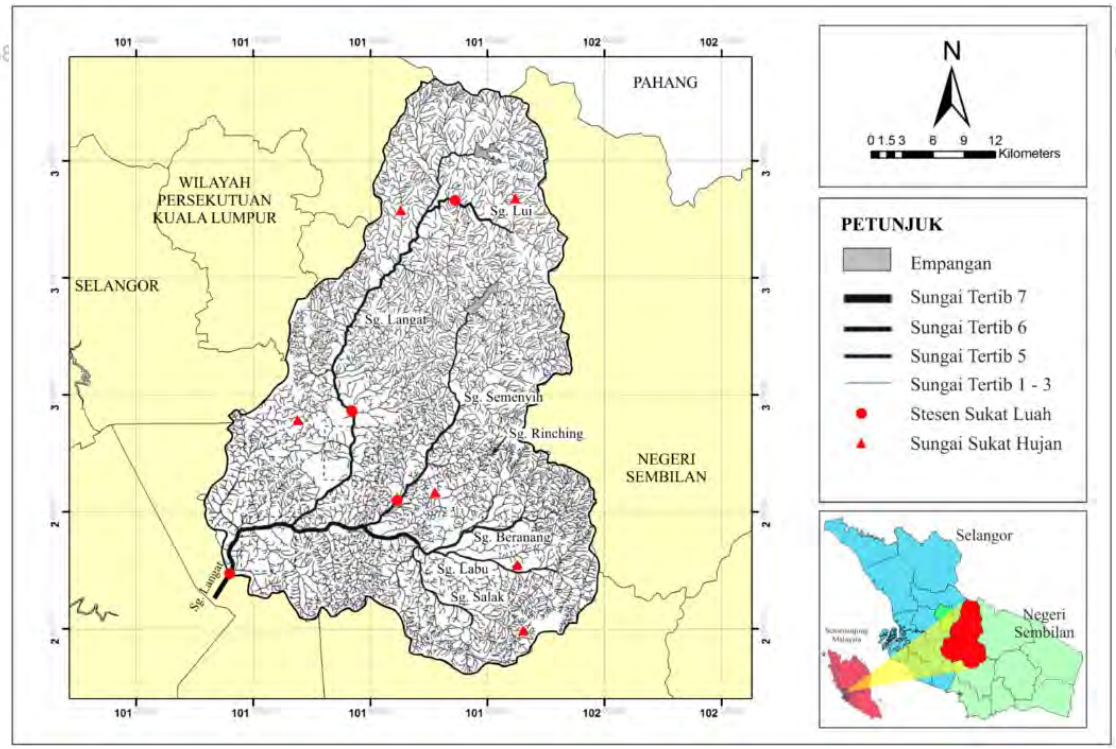
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 3.8.* Taburan jenis tanih di lembangan Sungai Langat




*Rajah 3.9.* Jaringan saliran lembangan Sungai Langat (*Upper Basin*)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sungai Langat dan cawangannya Sungai Semenyih di sebelah kiri, berpunca daripada bahagian barat cerun Banjaran Titiwangsa, di bahagian timur laut Hulu Langat. Sungai Langat menerima sumbangan air daripada kawasan cerun pergunungan, mengalir ke arah barat daya dan bergabung dengan Sungai Semenyih selepas bandar Bangi berhampiran Kajang iaitu kira-kira 4 km ke timur bandar Bangi Lama. Sungai Semenyih mempunyai dua cawangan sungai utama iaitu Sungai Beranang dan Sungai Pajam. Kedua-dua sungai-sungai ini berasal dari bahagian utara daerah Seremban, Negeri Sembilan (mukim Lenggeng, Seremban).

Selepas Sungai Semenyih dan Sungai Langat bergabung, aliran sungai mengubah haluan ke arah timur dan memasuki kawasan rata berhampiran Dengkil dan bergerak berliku-liku di beberapa tempat ke arah pantai. Sungai Labu, yang bermula di bahagian mukim Labu, Seremban, mengalir merentasi bandar Nilai dan akhirnya bertemu Sungai Langat pada kira-kira 3 km di selatan bandar Dengkil. Sungai Langat melepaskan luahan ke laut melalui dua muara iaitu muara utara dan muara selatan. Aliran melalui muara utara akan bergerak ke Selat Lumut yang mana laluannya terletak antara tanah besar dan pulau Indah. Aliran muara selatan akan melepaskan luahan terus ke laut terbuka di Selat Melaka (DID, 2011).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

## 3.4 Sifat hidrometeorologi

### 3.4.1 Cuaca

Secara umumnya, sifat-sifat cuaca di kawasan kajian bercirikan sifat iklim di Semenanjung Malaysia kerana ia terdedah dengan pengaruh kelautan (MET Malaysia, 2000). Kawasannya yang terletak di kawasan khatulistiwa mempunyai suhu yang seragam, tinggi kelembapan dan kaya dengan curahan hujan. Curahan hujan di kawasan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



lembangan banyak ditentukan oleh corak tiupan angin monsun di samping pengaruh sifat topografi tempatan. Berpandukan kepada empat stesen cerapan hujan seperti dalam Jadual 3.3, purata hujan tahunannya antara 1900mm – 2300mm. Jumlah purata hujan bulanan tertinggi direkodkan iaitu pada bulan Oktober iaitu 303 mm manakala purata hujan terendah direkodkan pada bulan Januari iaitu 89 mm.

Jadual 3.3.

*Purata hujan bulanan dan tahunan lembangan Sungai Langat*

| NAMA | J | F | N | A | M | J | J | O | S | O | N | D | *Mean* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ldg. Brooklands | 152 | 133 | 159 | 192 | 128 | 110 | 124 | 146 | 185 | 214 | 230 | 231 | 2003 |
| SM Bandar Tasik Kesuma | 89 | 124 | 198 | 230 | 158 | 117 | 137 | 134 | 165 | 228 | 261 | 157 | 2000 |
| Puncak Niaga Putrajaya | 126 | 157 | 172 | 226 | 146 | 101 | 121 | 119 | 167 | 213 | 244 | 184 | 1975 |
| TNB Pangsoon | 95 | 113 | 174 | 241 | 226 | 141 | 154 | 177 | 223 | 303 | 268 | 184 | 2299 |

Diadaptasi dari DID (2011)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Terdapat dua tempoh musim hujan lebat diselangi dengan tempoh hujan minimum. Tempoh hujan lebat utama berlaku antara bulan September hingga Disember (tempoh monsun timur laut) dan tempoh hujan lebat kedua pada bulan Mac hingga Mei (peralihan antara monsun timur laut kepada monsun barat daya). Corak hujan menunjukkan terdapatnya dua tempoh hujan maksimum dengan dipisahkan oleh dua tempoh hujan minimum (iaitu, antara kedua-dua musim tengkujuh, kita mengalami tempoh hujan minimum, kadang-kadang berlaku musim kemarau). Musim hujan pertama berlaku pada bulan Oktober-November manakala bulan April-Mei bulan basah. Bulan kering biasanya berlaku pada bulan Jun-Julai dengan bulan-bulan antara monsun iaitu bulan Februari. Oleh kerana kawasan ini terletak di kawasan pantai barat daya Semenanjung Malaysia, ia juga dipengaruhi oleh kejadian 'Sumatras' pagi. Bulan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Oktober dan November adalah bulan yang mempunyai hujan maksimum manakala Februari adalah bulan yang mempunyai hujan minimum. (MET Malaysia, 2013a).

Dari segi tiupan angin, sistem ini membentuk 4 musim yang turut mempengaruhi ciri-ciri hidrologi tempatan. Empat musim yang terbentuk meliputi monsun Timur Laut, monsun Barat Daya dan dua musim pendek antara-monsun. Monsun Barat Daya kebiasaannya berlaku pada lewat bulan Mei atau awal Jun dan berakhir pada hujung bulan Ogos. Lazimnya, tiupan angin pada musim ini bergerak dari arah barat daya dan perlahan di bawah kelajuan 7.7 m $s^{-1}$ (15 knot). Bagi monsun Timur laut pula, kebiasaannya ia berlaku pada bulan awal bulan November dan berakhir pada bulan Februari. Semasa musim monsun ini, tiupan angin bergerak daripada arah timur dan timur laut pada kelajuan 5.1 – 10.2 m $s^{-1}$ (10 – 20 knot) – (MET Malaysia, 2000).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Dari segi suhu, kawasan kajian mempunyai suhu yang seragam dalam setahun. Perbezaan suhu tahunan kurang daripada 2°C. Purata suhu minimum tahunan antara 23.7°C – 25.5°C manakala purata suhu maksimum tahunan antara 28.1°C – 35.1°C. Dari segi kelembapan bandingan, faktor curahan hujan yang banyak, liputan awan dan sinaran matahari yang tinggi menyebabkan kadar peratusannya antara 84% - 88% (Mohamad Suhaily Yusri, 2007).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 3.4.

*Data cuaca di Stesen UKM Bangi antara tahun 1985 - 2000*

| DATA CUACA | TAHUNAN | UNIT | PURATA |
|---|---|---|---|
| Purata Harian Sinaran Matahari | 5.7 | Jam | 16 tahun |
| Purata Suhu Harian | 24.3 | ºC | 17 tahun |
| Purata Sejatan Harian | 3.48 | Mm | 18 tahun |
| Purata Kelembapan Bandingan Harian | 93.9 | % | 4 tahun |
| Purata Kelajuan Angin Permukaan | 1.59 | m $s^{-1}$ | 16 tahun |

Diadaptasi dari Mohd Ekhwan et al. (2006)

### 3.4.2 Hidrologi-Sumber Air

Selangor secara kumulatifnya mampu menerima curahan hujan sebanyak 2,190 mm setahun. Daripada jumlah ini, 58.4% dipulangkan semula ke atmosfera melalui proses sejatan, 6.8% dihantar ke dalam simpanan bawah tanah melalui proses susupan. Selebihnya mengalir secara larian permukaan sama ada kekal mengalir di dalam alur sungai ataupun dilepaskan ke laut terbuka di Selat Melaka. Dianggarkan 70% daripada larian permukaan hilang ke lautan melalui luahan banjir. Separuh (15%) daripada 30% yang kekal di dalam alur dilaporkan sebagai berpotensi digunakan untuk bekalan air untuk kegunaan semua sektor di Selangor (DID, 2011).

Lembangan Sungai Langat adalah salah satu lembah yang paling penting yang membekalkan air kepada dua pertiga daripada negeri Selangor (Hafizan et al., 2010) dan menjadi tonggak pembekal air bersih utama di bahagian selatan negeri Selangor (DID, 2011). Sifat air larian sungai di lembangan Sungai Langat dapat digambarkan melalui pengelasan wilayah hidrologi oleh Law & Ahmad Jamaluddin, (1989) di mana persekitaran lembangan hulu dikategorikan dalam kelompok L1W3 (Mohd Ekhwan &

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Haryati, 2007). Wilayah L1W3 membawa maksud bahawa kawasan ini mempunyai batuan besar dan kasar dengan ciri granit yang mempunyai potensi air larian antara 1000 mm hingga 1500 mm. Terdapat beberapa sistem sungai yang penting dalam sistem bekalan air iaitu Sungai Langat (sungai utama), Sungai Semenyih, Sungai Labu, Sungai Pangsoon, Sungai Serai, Sungai Sireh dan Sungai Lolo. Terdapat 11 loji rawatan air telah dibina di sepanjang sungai yang dapat membekalkan air sebanyak 1132.79 JLH untuk kegunaan dua pertiga negeri Selangor (Jadual 3.6 dan Jadual 3.7) di mana 4 daripadanya yang beroperasi 24 jam (Hafizan, 2009). Terdapat 4 lokasi pengambilan air mentah iaitu muka sauk Bukit Tampoi, Sungai Langat (2º 5" 48' dan 101º 40" 48'), Cheras Batu 11, Sungai Langat (3º 01" 36' dan 101º 46" 36'), muka sauk Hulu Langat di Sungai Langat (3º 04" 42' dan 101º 47" 18') dan muka sauk di Sg Semenyih (2º 59" 00' dan 101º 52" 00').

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 3.5.

*Sifat Hidrologi Negeri Selangor*

| NEGERI | KELUASAN ($km^2$) | HUJAN (mm) | SEJATAN SEBENAR (mm) | IMBUH AIR BAWAH TANAH (mm) | AIR PERMUKAAN (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Selangor | 8,396.0 | 2,190.0 | 1,280.0 | 150.0 | 760.0 |
| Semenanjung Malaysia | 132,631.0 | 2,495.5 | 1,283.8 | 147.6 | 1,064.0 |
| Malaysia | 330,803.0 | 2,940.6 | 1,250.3 | 191.8 | 1,498.5 |

Diadaptasi dari DID (2011)

Selain daripada sumber air sungai, Selangor juga mempunyai sumber air bawah tanah yang banyak. Lembangan Sungai Langat mempunyai kapasiti kadar ambilan air bumi sebanyak 45 JLH. (LUAS, 2012). Kebanyakan pengambilan air bawah tanah ini

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



adalah untuk kegunaan industri. Terdapat 10 telaga dimiliki oleh Jabatan Bekalan Air Negeri Selangor dan 29 telaga dimiliki oleh pihak swasta (Jadual 3.8 dan Jadual 3.9).

Jadual 3.6.

*Jumlah pengambilan air mentah di lembangan Sungai Langat*

| BIL | **LEMBANGAN** | **BIL. LOJI** | **JUMLAH PENGAMBILAN AIR (JLH)** | **FAKTOR KRITIKAL** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sungai Semenyih | 1 | 665 | Membekal 15% keperluan air di Negeri Selangor, KL dan Putrajaya |
| 2 | Sungai Langat | 5 | 535 | Membekal 12% keperluan air di Negeri Selangor, KL dan Putrajaya |

Diadaptasi dari SPAN (2012; 14 Ogos)

Jadual 3.7.

*Bilangan loji rawatan di lembangan Sungai Langat*

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

| **NO** | **LOJI RAWATAN AIR (LRA)** | **KEUPAYAAN REKABENTUK (JLH)** | **PURATA PENGELUARAN SEMASA (JLH)** | **KAPASITI BOLEHBEKAL (JLH)** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sungai Langat | 386.40 | 450.61 | 454.00 |
| 2 | Sungai Semenyih | 546.00 | 596.01 | 636.00 |
| 3 | Sungai Labu | 105.00 | 105.00 | 105.00 |
| 4 | Batu 11, Cheras | 27.00 | 23.51 | 27.00 |
| 5 | Sungai Sireh | 27.28 | 20.77 | 27.00 |
| 6 | Bukit Tampoi | 31.50 | 32.70 | 31.50 |
| 7 | Salak Tinggi | 10.80 | 1.48 | 10.80 |
| 8 | Sungai Serai | 0.90 | 1.12 | 0.90 |
| 9 | Sungai Lolo | 0.41 | 0.81 | 0.40 |
| 10 | Sungai Pangsoon | 1.82 | 3.99 | 1.80 |
| 11 | Lolo Baru | 2.50 | 1.79 | 3.00 |

Diadaptasi dari DID (2011) dan SYABAS (2012 : 9 November)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 3.8.

*Telaga yang dimiliki oleh Jabatan Bekalan Air Negeri Selangor*

| BIL | LOKASI | BILANGAN TELAGA | JUMLAH AIR DIPAM (JLH) | PENERANGAN |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Olak Lempit | 2 | 10 | Uji kaji |
| 2 | Brookland | 5 | 4.5 | Disambung dengan paip awam dan hanya digunakan untuk tujuan penyelenggaraan |
| 3 | Megasteel | 3 | 9.0 - 13.5 | Dipam secara harian tetapi digunakan hanya untuk tujuan kecemasan |

Diadaptasi dari DID (2011)

Jadual 3.9.

*Telaga yang dimiliki oleh pihak swasta*

| BIL | PEMILIK | BILANGAN TELAGA | JUMLAH AIR DIPAM (JLH) | KEGUNAAN |
|---|---|---|---|---|
| **Daerah Hulu Langat** | | | | |
| 1 | Tilbury Douglas (M) Sdn Bhd | 3 | 0.24 | Industri |
| 2 | Permanis Sdn Bhd | 3 | 0.24 | Industri |
| 3 | Stenta Films Sdn Bhd | 1 | 0.12 | Industri |
| 4 | Hume Industries (M) Bhd | 2 | 0.12 | Industri |
| 5 | Watta Battery Sdn Bhd | 2 | 0.065 | Industri |
| 6 | San Teh lndustires Sdn Bhd | 1 | n.a | Industri |
| 7 | Sri Cinmal Sdn Bhd | 1 | n.a | Industri |
| 8 | LB Alumimum Bhd | 1 | 0.048 | Industri |
| 9 | Kurari Kenneison Brothers Sdn Bhd | 1 | 0.36 | Industri |
| **Daerah Sepang** | | | | |
| 1 | Charterfield Dec. Corp Sdn Bhd | 1 | 0.12 | Industri |
| 2 | Palm Garden Resort Sdn Bhd | 7 | n.a | Domestik |

Diadaptasi dari EPU (2000)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Selain itu juga, lembangan Langat mempunyai dua empangan utama dan beberapa kolam dan tasik sebagai lokasi simpanan air (Jadual 3.10). Empangan Langat yang dibina pada tahun 1981 meliputi kawasan tadahan seluas 41.45km$^2$. Ia berkeupayaan untuk menakung air sebanyak 37.48 bilion meter padu (BMP). Ia dibangunkan sebagai takungan simpanan air dan mengawal banjir di Sungai Langat. Air empangan akan dilepaskan mengikut permintaan air di LRA dengan mengawal aliran sungai di muka sauk di bahagian hilir dan sangat berperanan ketikan musim kering. Selain peranannya sebagai pembekal air tawar, empangan ini juga penting menjana kuasa hidroelektrik. Kemudahan kuasa hidroelektrik dioperasi oleh pembekal tenaga bebas dan boleh menjana sehingga 33 kV dan 37.440 kWj elektrik sehari. Manakala empangan Semenyih dibina pada 1982 mempunyai kawasan tadahan seluas 56.7 km$^2$ berkeupayaan menakung air sebanyak 62.6 JMP. Ia dibangunkan untuk membekalkan air bagi tujuan kegunaan domestik dan industri. Empangan Langat diurus selia oleh Puncak Niaga Sdn. Bhd., manakala empangan Semenyih diurus selia oleh Lembaga Urus Air Selangor (LUAS). Selain empangan, terdapat tiga kolam dan tasik yang berpotensi untuk digunakan untuk tujuan bekalan air. Kolam dan tasik tersebut terletak di daerah Kuala Langat meliputi lombong Bukit Cheding, kolam tepi Lebuh Raya ELITE, Saujana Putera dan di kawasan Agrotech, Olak Lempit (DID, 2011).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 3.10.

*Senarai empangan di lembangan Sungai Langat*

| BIL | EMPANGAN | TINGGI (m) | KAWASAN TADAHAN ($KM^2$) | KEUPAYAAN SIMPANAN AKTIF ($10^6$ $M^3$) | KEUPAYAAN BEKALAN BERSIH ($10^3$ $M^3$/T) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Langat | 61 | 41.45 | 30 | 32 |
| 2 | Semenyih | 49 | 56.7 | 41 | 44 |

Diadaptasi dari DID (2011); JICA (2000)

## 3.5 Litupan guna tanah dan aktiviti ekonomi

Secara umumnya, landskap litupan pandang darat fizikal Lembangan Sungai Langat dapat dibahagikan kepada 2 kelompok utama iaitu litupan tumbuhan dan guna tanah terbangun Litupan tumbuhan meliputi kawasan hutan manakala guna tanah terbangun meliputi aktiviti ekonomi dan sosial seperti kawasan bandar dan perumahan, industri, komersial, pertanian, perlombongan dan lain-lain kawasan.

### 3.5.1 Litupan tumbuhan – hutan

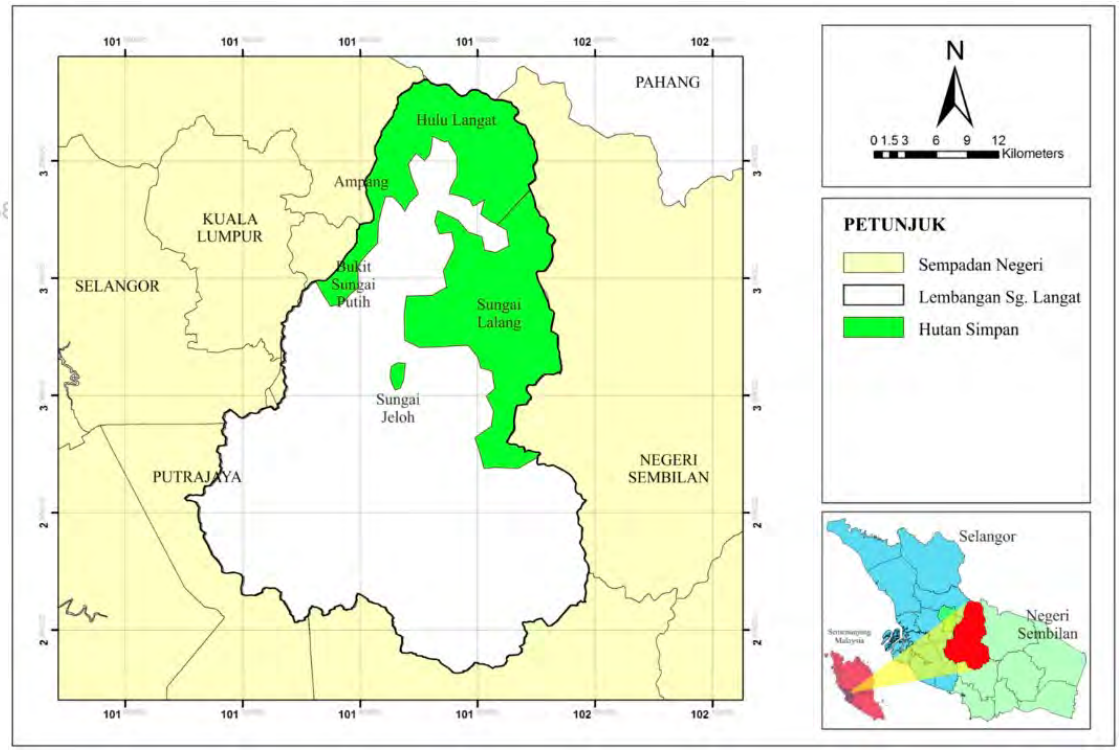
Sektor perhutanan di Selangor merupakan salah satu sumber pendapatan penting (RM25 juta pada tahun 1997) dan berdasarkan data tahun 2008, ia meliputi kawasan seluas 243,176 hektar. Daripada jumlah ini, 47.6% meliputi hutan simpan kekal, 27.8.6% dalam litupan Hutan Negeri dan selebihnya untuk tujuan Hutan perlindungan hidupan liar. Bagi tujuan pemuliharaan sumber air dan biodiversiti, jabatan perhutanan Selangor telah menggazet 8 kawasan hutan simpan dara dan 10 hutan rekreasi (DID, 2011). Di kawasan Lembangan Sungai Langat, kawasan hutan dibahagikan kepada 3 jenis iaitu hutan dipterokap, hutan bakau dan hutan gambut. Kawasan hutan di kawasan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



ini diurus oleh Jabatan Perhutanan di bawah Akta Perhutanan 1985 dan Akta 127 (*Surrounding Environmental Quality Act*) PU (A) 326/1987 (Hafizan, 2009) seluas 35,656.85 hektar (DID, 2011). Hutan dipterokap meliputi 94% daripada keseluruhan jenis hutan. Kebanyakan jenis hutan ini bertumpu di bahagian timur dan utara Hulu Langat pada ketinggian 120 – 1265 meter (Hafizan, 2009). Kebanyakan jenis hutan ini bertabur di Hutan simpan Sungai Lalang (50%), Hulu Langat (38.8%) dan selebihnya di Ampang, Sungai Jeloh dan Bukit Jugra. Hutan Paya bakau terdapat di Kuala Langat Utara. Manakala Hutan Bakau bertumpu berhampiran muara iaitu di Jugra dan di Telok Gadong.




*Rajah 3.10*. Taburan Hutan Simpan di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 3.11.

*Taburan hutan simpan di kawasan kajian pada tahun 2007*

| NAMA HUTAN | LUAS (HEKTAR) | PERATUS (%) |
|---|---|---|
| **Hutan Simpan Dipterokap** | | |
| Ampang | 2307.87 | 6.9 |
| Hulu Langat | 13843.52 | 41.3 |
| Sungai Lalang | 17027.77 | 50.8 |
| Sungai Lalang Tambahan | 72 | 0.2 |
| Bukit Jugra | 79.79 | 0.2 |
| Sungai Jeloh | 203.62 | 0.6 |
| **JUMLAH KESELURUHAN** | **33534.57** | **100.0** |

Diadaptasi dari DID (2011)

### 3.5.2 Perbandaran

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kawasan perbandaran semakin menyerlah sebagai habitat manusia di Malaysia. Lembangan Sungai Langat yang terletak dalam konurbasi Lembah Kelang-Lembah Langat-Lembah Sungai Selangor (Abdul Samad, 2010) atau konurbasi Lembah Klang-Langat (Katiman, 2006) telah pesat berkembangan. Kebanyakan pusat-pusat Bandar berkembang mengikut jaringan lebuh raya. Proses perbandaran bertumpu di kawasan Majlis Perbandaran Kajang, Pusat Pentadbiran Putrajaya dan Majlis Perbandaran Sepang. Antara banda-bandar utama yang wujud di kawasan MP Kajang ialah bandar mega Kajang/Sungai Chua-Taman Mesra-Bukit Angkat, Bt.9 Cheras-Sungai Raya-Taman Suntex, Semenyih, Bangi, dan beberapa Bandar lain seperti Beroga, Beranang, Bt. 11 Cheras dan Balakong. Bagi MP Sepang, antara Bandar utama Bandar Baharu Salak Tinggi, Bandar Perdana Cyberjaya dan Dengkil. Manakala bagi MD Hulu Langat, antara Bandar yang wujud ialah Sungai Tekali, Ulu Langat, Rantau Panjang, Lembah Jaya, Bt. 16 Ulu Langat dan Sungai Lui Berdasarkan unjuran, daerah Hulu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Langat, Sepang dan Kuala Langat diramalkan akan mengalami perbandaran 100%, 50% dan 65% masing-masing menjelang tahun 2020 (JPBD Selangor, 2003).

### 3.5.3 Perindustrian

Selangor merupakan negeri yang paling maju dan negeri terkaya di Malaysia. Pertumbuhan ekonomi Selangor yang dipacu sektor perkhidmatan dan perkilangan menjadikan Negeri Selangor sebagai penyumbang terbesar kepada Keluaran Dalam Negeri Kasar (KDNK) negara iaitu sekitar 21 hingga 23 peratus bagi tempoh 2008 hingga 2012 (Media Selangorku, 2013). Peningkatan permintaan barangan seperti produk petroleum, kimia, getah dan plastik telah menyokong pertumbuhan sektor pembuatan terus meningkat. Industri berasaskan bahan binaan mendapat tempat tertinggi, diikuti oleh industri plastik dan getah, industri produk makanan, industri tekstil, industri kayu dan perabot, industri bukan logam dan bukan logam asas (JPBD Selangor, 2003). Pertumbuhan sektor pembuatan dengan kadar 5.5% bagi tahun 2013 disumbangkan oleh sub-sektor kelengkapan pengangkutan dan pembuatan lain di samping sumbangan sub-sektor produk mineral dan produk logam yang direka dan sokongan konsisten daripada kepesatan pertumbuhan sektor pembinaan.

Lembangan Sungai Langat yang bermula dengan industri pemprosesan komoditi primer khususnya getah, industri makanan skala kecil dan berasaskan kayu. Seterusnya berkembang pada tahun 1980an dengan industri pembuatan baru yang memproses produk berasaskan tekstil, perabot, minuman dan percetakan. Kemudian ia berkembang kepada industri yang lebih terkedepan dalam tahun 1990an khususnya dalam bidang elektrik dan produk elektronik, kejuruteraan dan teknologi tinggi. Pembangunan industri pembuatan banyak dipengaruhi oleh limpahan lembah Klang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dan perancang tersusun oleh kerajaan negeri Selangor dan Negeri Sembilan. Kebanyakan tumpuan kawasan perindustrian di sekitar kawasan Bandar seperti Kajang, Nilai, Bangi, Cheras, Balakong, Banting dan Beranang (Ahmad Fariz & Chamhuri, 2001; DID, 2011). Antara kawasan industri yang wujud di kawasan ini ialah Teluk Panglima Garang, Bangi, Cheras Jaya, Balakong, Beranang dan Banting. Berdasarkan data tahun 1997, terdapat 30 taman industri di kawasan ini dengan jumlah kilang lebih daripada 330 buah. Kilang-kilang ini terlibat dalam 22 kategori iaitu bermula daripada pembuatan berasaskan pertanian hinggalah produk teknologi tinggi seperti barangan elektronik pengguna.

### 3.5.4 Perlombongan

Perlombongan merupakan aktiviti penting di Lembangan Sungai Langat. Antara mineral utama yang dihasilkan daripada perlombongan di sekitar lembangan meliputi batu baur, liat dan bahan bumi (tanah), batu kelikir, tanah liat halus yg berwarna putih dan lain-lain mineral seperti emas, ilmenit, monazit, zirkon, pirit dan silika (Joy, 2000). Terdapat 21 buah kuari beroperasi di lembangan Sungai Langat. Kebanyakannya terletak di atas bahagian timur lembangan. Joy (2000) dalam kajiannya menyatakan hutan simpan di kawasan Langat, Semenyih dan Galla, mempunyai potensi besar dalam perlombongan batu baur. Sektor perlombongan dan pengkuarian berkembang pesat dengan kerancakan aktiviti pembinaan. Pada tahun 2012, sektor ini telah berkembang sebanyak 16.7% di kalangan aktiviti ekonomi (Abdul Khalid, 2013).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 3.12.

*Lokasi dan bilangan kawasan perlombongan mineral di lembangan Sungai Langat*

| BIL | MINERAL | LANGAT - SELANGOR | LANGAT - NEGERI SEMBILAN | JUMLAH |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kuari Granit | 10 | 11 | 21 |
| 2 | Lombong Tanah Liat | 3 | 0 | 3 |
| 3 | Pengambilan Bahan Bumi | 24 | 19 | 43 |
| 4 | Lombong Kaolin | 1 | 0 | 1 |
| 5 | Batu Kapur | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Pasir dan Kerikil | 81 | 5 | 86 |

Diadaptasi dari Hafizan (2009)

### 3.5.5 Pertanian Dan Penternakan

Sektor pertanian di Selangor berkembang sebanyak 5.5% pada tahun 2012. Aktiviti ternakan, penanaman kelapa sawit, perikanan dan pertanian lain dijangka akan terus menyumbang kepada sektor pertanian secara (Abdul Khalid, 2013). Aktiviti pertanian di Selangor tertumpu di luar kawasan bandar gabungan. Kebanyakan pertanian tertumpu di daerah Sabak Bernam, Hulu Selangor dan Kuala Selangor (DID, 2011). Aktiviti pertanian di kawasan Lembangan Sungai Langat banyak di jumpai di kawasan Majlis Daerah Hulu Langat dan Kuala Langat. Peratusan keluasan pertanian masih kekal 50% daripada keseluruhan guna tanah dalam tempoh 1970-2000. Apa yang diperhatikan jumlah keluasan kawasan pertanian telah meningkat sebanyak 6% antara 1970 – 1991 lantaran galakan pertanian. Perkembangan perbandaran di kawasan lembangan menyebabkan, kegiatan ini telah merosot selepas tahun 1990. Berlaku penyusutan sekitar 6000 hektar antara tahun 1991-2001. Pengurangan ini disebabkan permintaan kawasan perumahan yang tinggi akibat ledakan migrasi. Di samping aktiviti

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



pertanian, aktiviti penternakan juga terdapat di kawasan kajian. Sekitar 74 hektar kawasan penternakan di Ulu Semenyih dan Jenderam Hulu untuk penternakan lembu, kambing dan ayam (JPBD Selangor, 2003).

### 3.5.6 Sosio-Demografi

Pola taburan penduduk selari dengan perkembangan guna tanah lembangan. Berpandukan data banci penduduk yang telah diolah oleh (Abdul Samad, Shaharudin, Ahmad Fariz, & Abdul Hadi, 2006), pada tahun 1970 jumlah penduduk di kawasan kajian (Hulu Langat dan Sepang) sekitar 147, 631 orang dan telah meningkat kepada 153,366 orang pada tahun 1980. Pada tahun 1990, jumlah penduduk telah berkembang kepada 273,411 orang iaitu pertambahan hampir dua kali ganda dan meningkat kepada 702,758 juta orang pada tahun 2000. Pertambahan penduduk yang pesat menyebabkan kepadatan penduduk meningkat sekali ganda bagi tahun 1991 dan 2000 iaitu masing-masing 497 orang/km$^2$ dan 1198 orang/km$^2$.

Berdasarkan data banci penduduk tahun 2010, jumlah penduduk di kawasan kajian telah mencecah 1 juta orang. Bandar Kajang dan Cheras di Daerah Hulu Langat serta Dengkil di Daerah Sepang menunjukkan kawasan tumpuan penduduk. Jumlah penduduk di Kajang telah mencecah seramai 342, 657 orang, Cheras seramai 244,563 dan Dengkil (termasuk Putrajaya) seramai 170, 442 orang. Kepadatan penduduk di Hulu Langat sekitar 1,369 orang/km2 dengan kadar pertumbuhan sekitar 1.6% manakala bagi daerah Sepang, kepadatan penduduknya sekitar 248 orang/km$^2$ dengan kadar pertumbuhan 2% (Perangkaan, 2011b) untuk Sepang. Menjelang tahun 2020, Cheras, Kajang, Semenyih, Bangi dan Putrajaya diunjurkan mengalami kepadatan penduduk yang sangat tinggi iaitu antara 1500 - 5000 orang/km (Salmah, 2008). Daerah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sepang akan terus mengalami pertumbuhan penduduk 5.9% manakala Daerah Hulu Langat berkembang sekitar 1.9% (JPBD Selangor, 2003).

Jadual 3.13.

*Unjuran keperluan perumahan di kawasan kajian sehingga tahun 2020*

| BIL | DAERAH | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hulu Langat | 230,116 | 208,897 | 247,728 | 292,375 | 326,448 |
| 2 | Sepang | 22,519 | 28,594 | 43,886 | 69,318 | 92,257 |
| | **Jumlah** | **252,635** | **237,491** | **291,614** | **361,693** | **418,705** |

Diadaptasi dari JPBD Selangor (2003)

Jadual 3.14.

*Jumlah penduduk di kawasan kajian*

| DAERAH/MUKIM | 2000 | 2010 | 2015+ | 2020+ |
|---|---|---|---|---|
| **SEPANG** | **116,664** | **207,354** | **315,540** | **363,780** |
| Dengkil | 72,462 | 170,442 | - | - |
| Labu | 7,304 | 8,786 | - | - |
| Sepang | 36,898 | 28,126 | - | - |
| **HULU LANGAT** | **586,094** | **795,522** | **1,320,100** | **1,334,070** |
| Beranang | 14,071 | 49,772 | - | - |
| Cheras | 185,989 | 244,563 | - | - |
| Kajang | 245,285 | 342,657 | - | - |
| Semenyih | 75,053 | 99,669 | - | - |
| Hulu Langat | 62,288 | 55,251 | - | - |
| Hulu Semenyih | 3,408 | 3,610 | - | - |
| **JUMLAH** | **702,758** | **1,002,876** | **1,635,640** | **1,697,850** |

+Unjuran JPBD Selangor (2003)

Diadaptasi dari Banci Penduduk dan Perumahan Negara 2010 (2011); JPBD Selangor (2003)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Peluang pekerjaan yang tercipta menarik ramai penduduk berhijrah ke kawasan ini. Situasi ini meningkatkan lagi permintaan pembinaan unit-unit rumah dan taman-taman perumahan (Jadual 3.13). Bilangan isi rumah baru dijangka akan terus meningkat selaras dengan pertambahan penduduk menjelang tahun 2020. Walaupun saiz isi rumah dijangka akan mengalami pengurangan sebanyak 0.5%, pertambahan isi rumah baru ini dikatakan bakal mengakibatkan peningkatan permintaan rumah (JPBD Selangor, 2003).

## 3.6 Kesimpulan

Proses perbandaran yang pesat terutamanya di kawasan Majlis Perbandaran Kajang, Perbadanan Putrajaya dan Mukim Dengkil telah menyebabkan berlaku perubahan guna tanah yang pesat untuk tujuan kawasan pentadbiran, komersial, industri dan penempatan. Perluasan kawasan-kawasan terbangun menyebabkan sifat-sifat fizikal lembangan turut berubah. Litupan tumbuhan semakin berkurangan dan permukaan tidak telap air semakin bertambah. Perubahan ini sudah pasti mengubah corak dan proses-proses kitaran hidrologi setempat yang mengakibatkan keupayaan wilayah lembangan untuk menyimpan bekalan air semakin berkurangan. Asakan-asakan oleh program pembangunan menyebabkan lokasi ini menjadi punca mencari rezeki masyarakat setempat dan mengundang penghijrahan masuk. Ini mengakibatkan permintaan terhadap bekalan air semakin meningkat dan kadar kerosakan kualiti air Sungai Langat juga turut bertambah. Keadaan ini mewujudkan persekitaran yang mudah-terancam yang akhirnya akan mengancam ekosistem persekitaran lembangan Sungai Langat yang akhirnya memberi kesan kepada kesejahteraan dan kemampuan daya-huni kawasan ini.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 4

# METODOLOGI

## 4.1 Pendahuluan

Penyelidikan merupakan proses mencari jawapan. Jawapan yang terhasil bergantung pada cara mana ia dikemudikan. Dalam sesuatu penyelidikan yang bersifat akademik, kaedah kuantitatif dan kualitatif adalah pendekatan yang biasa digunakan. Ada yang berdiri atas kaedah kualitatif atau kuantitatif, dan tidak kurang juga yang mencantumkan keduanya. Kaedah komposit dikatakan strategi terbaik untuk mendapatkan hasilan yang saling melengkapi dan memberikan pemahaman yang tinggi serta dirasakan ia memudahkan para penyelidik (Ginevan & Splitstone, 2004). Dalam penyelidikan ini, kaedah komposit digunakan namun peratusan penggunaan lebih tertumpu pada kaedah kuantitatif. Kaedah kualitatif digunakan hanya untuk menyusun-atur kajian-kajian lepas dengan carian menggunakan enjin *google scholar* dan Mendeley (2015).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Kaedah kuantitatif digunakan memanipulasikan data-data untuk ditukarkan menjadi maklumat. Data merupakan elemen penting dalam sesebuah kajian. Penghasilan sesuatu pengetahuan amat bergantung pada kebolehcapaian data (tempoh dan resolusi) untuk di dianalisis (Stahl & Hisdal, 2004). Tanpa data, sesebuah kajian akan terencat untuk memenuhi sasaran dan objektif. Dalam kajian ini, beberapa data seperti data hidrologi, hujan, guna tanah, penduduk serta beberapa data sokongan diperlukan bagi memenuhi objektif penyelidikan ini. Data-data hidrologi yang diperlukan meliputi data luahan (istilah luahan dan aliran sungai diguna secara silih berganti). Data-data sokongan lain yang digunakan meliputi data penduduk dan data guna tanah lembangan. Kesemua data ini diperoleh daripada pelbagai agensi kerajaan yang berkaitan.

Bab ini juga cuba menerangkan beberapa metode kajian yang digunakan. Latar belakang dan sumber set-set data yang digunakan meliputi prosedur dan kaedah pengutipan akan dinilai dan terangkan. Di samping itu, kaedah penapisan, pengesahan, manipulasi dan pemurnian data serta beberapa analisis kuantitatif yang digunakan dalam pemprosesan data mentah, turut diterangkan. Segala perisian yang digunakan sama ada bersifat kuantitatif ruangan mahupun bukan ruangan, akan turut dinyatakan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

## 4.2 Penyediaan dan inventori data

Data arkib hidrologi di Malaysia boleh dicapai dalam pelbagai bentuk yang kebanyakannya berada dalam simpanan Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi, Jabatan Pengairan dan Saliran (DID, 2013). Dalam konteks kajian aliran rendah dan kemarau, data-data hidrologi berkeupayaan untuk membantu pengurus sumber air untuk mengawal-urus keperluan bekalan air, mengupayakan sistem

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



pengangkutan sungai dan menjaga keselamatan kualiti ekologi sesuatu sungai. Di samping itu data-data hidrologi juga berupaya digunakan untuk ramalan kejadian-kejadian ekstrem seperti kemarau agar amaran awal dapat disiarkan seawal mungkin dan langkah-langkah mitigasi dapat dilaksanakan, sesuai pada waktunya (Rees et al., 2004).

Kebanyakan data-data hidrologi yang dibekalkan oleh JPS berbentuk data siri-masa. Data siri masa merupakan nilai-nilai urutan bacaan atau ukuran yang mempunyai masa yang berbeza bagi menggambarkan sesuatu kuantiti. Sebagai contohnya, pengukuran luahan (Q) secara berulang pada satu stesen cerapan paras air sungai akan menghasilkan data siri masa luahan untuk stesen tersebut. Antara data-data yang diperoleh untuk tujuan penyelidikan ini meliputi data luahan ($m^3/s^{-1}$) secara harian. Oleh sebab kajian ini ingin melihat sifat-sifat kemarau, data yang panjang adalah sangat diperlukan. Menurut Manley & Askew (1993) tempoh antara 40 – 60 tahun rekod data siri masa adalah diperlukan bagi memenuhi beberapa aras keyakinan dalam analisis hidrologi. Namun Stahl & Hisdal (2004) menyatakan bahawa data siri masa sepanjang 30 tahun sudah memadai untuk melihat ciri-ciri rejim hidrologi atau melihat trend. Di Malaysia rekod-rekod hidrologi yang terlalu panjang sukar diperoleh kerana kemerdekaan hanya dicapai pada akhir tahun 1950an. Kelewatan ini disokong dengan masalah-masalah lain seperti kekurangan instrumen, kepakaran, kewangan dan halangan persekitaran (Mohamad Suhaily Yusri, 2007), merupakan faktor penghalang terhadap usaha pencerapan, pengumpulan dan penyimpanan. Namun data yang ada sudah memenuhi kriteria minimum bagi menjalankan analisis-analisis hidrologi.

Selain data-data hidrologi, data-data yang digunakan meliputi data hujan, data penduduk dan data guna tanah. Data hujan diperoleh daripada kajian-kajian lepas

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



seperti Mohamad Suhaily Yusri (2007), Jamaludin & Abdul Aziz (2007), Wong, Venneker, Uhlenbrook, Jamil, dan Zhou (2009) dan Hai et al. (2011). Data hujan ini bersifat data tahunan dan musiman yang digunakan sebagai rujukan dalam pemurnian data luahan sungai dan pentafsiran sebab-akibat rejim luahan. Data penduduk diperoleh daripada kajian Abdul Samad et al. (2006) dan Banci Penduduk dan Perumahan 1970, 1980, 1990, 2000 dan 2010 daripada Jabatan Perangkaan Negara melalui web rasminya. Data ruangan seperti guna tanah diperoleh daripada Dr. Shaharudin, LESTARI Universiti Kebangsaan Bangi, Unit Perundingan Universiti Malaya (UPUM) dan Spatialwork Putrajaya. Data-data ciri-ciri lembangan seperti jaringan sungai, batuan, tanih, lokasi stesen dan sempadan pentadbiran didigit-inputkan sendiri oleh penyelidik dengan cara mentransformasikan data-data analog kepada data-data digital.

### 4.2.1 Data Luahan Sungai

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Luahan sungai adalah hasil daripada integrasi ruangan lembangan terhadap air larian dan ia merupakan komponen utama dalam imbangan air tahunan sesuatu lembangan. Ia terdiri daripada komponen aliran "lambat" yang biasanya dirujuk sebagai aliran dasar (Smakhtin, 2001) dan komponen aliran "cepat" yang dikenali aliran ribut (Jakeman & Hornberger, 1993). Ciri-ciri luahan dikawal oleh sifat-sifat lembangan yang dikaitkan dengan geologi, tanih, topografi, cuaca dan litupan tumbuhan (Price, 2011), jumlah kandungan *antecedent* air tanih (Meyles et al., 2003) dan intensiti hujan.

Data luahan yang digunakan dalam kajian ini di peroleh daripada Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), Kementerian Alam sekitar dan Sumber Asli cawangan Ampang dalam unit meter padu per saat ($m^3s^{-1}$). Ia merupakan salah satu daripada

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



beberapa rangkaian pengukuran data hidrologi kebangsaan yang telah memenuhi piawaian antarabangsa (DID, 2010). Semua cerapan parameter hidrologi mengikut garis panduan yang telah ditetapkan mengikut prosedur dalam panduan Pengukuran Kadar Luah Sungai Menggunakan Meter Arus Dan Pelampung 2003 (Muhammad Al-Muzammil, 2003). Prosedur ini bagi memudahkan pembangunan *stage-discharge-curve* dan ia telah dilakukan di setiap lokasi cerapan. Pembangunan *stage-discharge-curve* bertujuan untuk pengiraan secara langsung luahan sungai berpandukan rekod-rekod paras air yang berkesinambungan. Bagi memastikan pengukuran ini senantiasa memenuhi piawaian, kakitangan JPS melakukan lawatan secara tetap ke tiap-tiap stesen cerapan luahan sungai bagi memeriksa ketidakseragaman bacaan pengukuran dalam usaha untuk memastikan pembangunan keluk perkadaran berada pada tahap boleh dipercayai (Mohamad Suhaily Yusri, 2007).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Data luahan yang diperoleh daripada JPS, dalam bentuk data harian. Data luahan harian digunakan berpandukan pertimbangan kerana dalam persekitaran iklim tropika, adalah sukar untuk melihat peristiwa kemarau multi-tahun melanda. Data luahan harian digunakan kerana data purata tahunan tidak dapat memaparkan peristiwa kemarau yang paling parah (Rossi, 2011) dalam konteks kawasan tropika yang kaya dengan curahan hujan. Di samping itu Bahagian Keselamatan Negara (BKN) telah mengguna pakai definisi kemarau adalah satu tempoh di mana hujan atau luahan berada kurang daripada paras normal dalam tempoh 6 bulan (MKN, 2011).

Data luahan yang diperoleh daripada JPS, dimuat turun secara langsung daripada pangkalan data JPS menggunakan perisian NIWA Tideda 4.0. Data ini di eksport dalam format digital (*.txt) dan diintegrasikan dengan perisian Microsoft Excel. Data yang diperoleh ini merupakan data luahan harian yang mencakupi tempoh antara

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



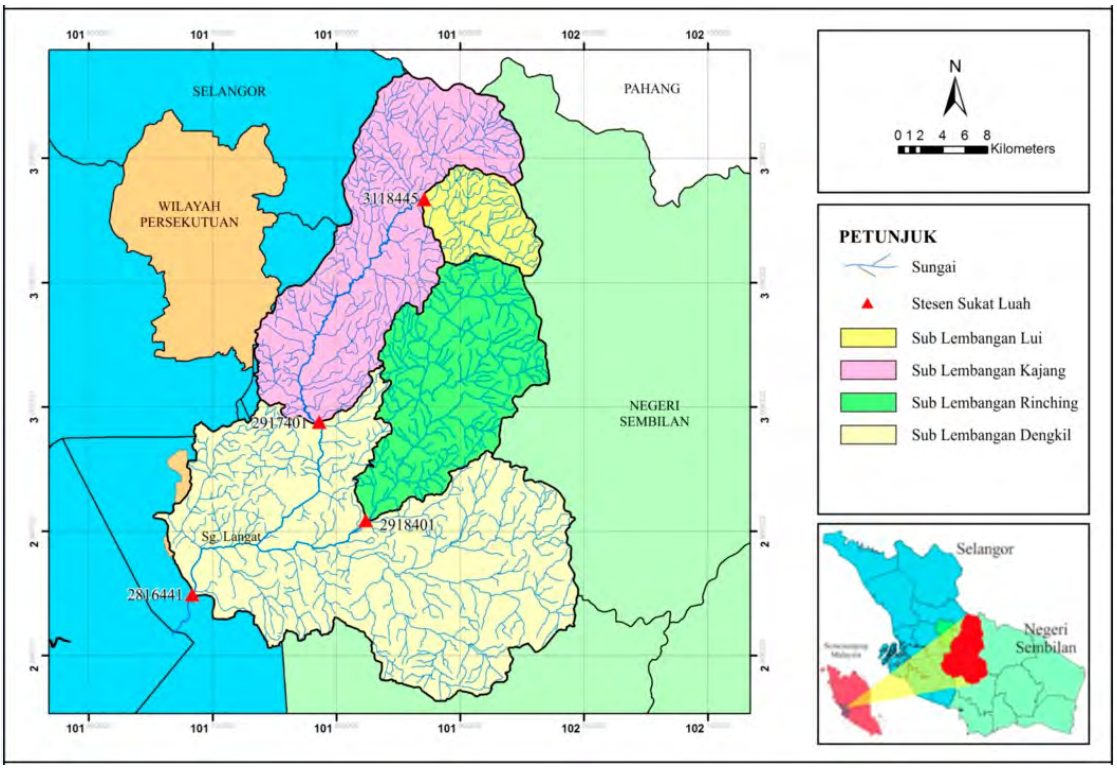
35 - 48 tahun iaitu seawal tahun 1 Januari 1965 dan berakhir pada 31 Disember 2013. Sebanyak 4 stesen cerapan yang wujud di kawasan kajian seperti di tunjukkan dalam Rajah 4.1. Ia meliputi stesen Lui (3118445), Rinching (2918401), Kajang (2917401) dan Dengkil (2816441). Stesen Lui terletak cawangan Sungai Lui berhampiran Kg. Bt. 20, Jalan Sungai Lui, stesen Kajang terletak di sungai utama iaitu Jambatan Jalan Sungai Chua, Kajang, Stesen Rinching terletak di cawangan Sungai Semenyih berhampiran Kampung Rinching Hilir dan Stesen Dengkil terletak berhampiran Taman Dengkil di Jambatan Jalan Dengkil (Jadual 4.1).

Rekod data bagi stesen Lui bermula Julai 1965, stesen Rinching bermula Mac 1975 dan stesen Kajang bermula Januari 1978. Daripada rekod data yang diperoleh, terdapat banyak data yang hilang yang kebanyakannya disebabkan oleh masalah instrumen (kegagalan perakam paras air). Apa yang diperhatikan, bilangan cerapan bagi stesen Lui dan Dengkil ialah sebanyak 17,897 hari. Daripada jumlah hari tersebut, stesen Lui kehilangan 12% manakala stesen Dengkil sebanyak 15% data harian. Bagi stesen Rinching, data yang hilang meliputi 16% daripada 13,880 bilangan hari cerapan manakala stesen Kajang kehilangan 14% daripada 12,784 bilangan hari cerapan. Bagi memudahkan analisis kemarau, data aliran sungai dikelompokkan mengikut harian, bulanan, tahunan dan musiman (basah dan kering).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 4.1*. Sub lembangan dan kedudukan stesen sukat luah di kawasan kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 4.2.2 Data Hujan

Data hujan juga merupakan data yang penting dalam kajian ini. Walaupun kemarau hidrologi kebiasaannya berlaku di luar fasa kemarau meteorologi (Tate & Gustard, 2000; Van Loon, 2013; Wilhite & Glantz, 1985), namun penyelidik tidak dapat lari daripada berpegang kepada asas definisi kemarau yang menjelaskan bahawa kemarau hidrologi adalah hasil daripada pengurangan jumlah hujan. Data hujan yang digunakan berpandukan daripada kajian-kajian lepas. Antaranya Mohamad Suhaily Yusri (2007) berpandukan data 1961 – 2001, purata hujan diperoleh daripada Hai et al. (2011) yang meliputi stesen hujan sekitar sub lembangan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 4.1.

*Kedudukan lokasi hidrometer luahan air sungai di lembangan Sungai Langat*

| NO STESEN | NAMA | SUNGAI | TAHUN BUKA | LATITUD | LONGITUD | MULA | AKHIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3118445 | Lui | Sungai Langat (Hulu) | Ogos 1964 | 3°10'24.83"U | 101°52'12.14"T | Julai 1965 | Dis-2013 |
| 2917401 | Kajang | Sungai Langat (Hulu) | Disember 1975 | 2°59'35.30"U | 101°47'7.63"T | Januari 1978 | Dis-2013 |
| 2918401 | Rinching | Semenyih | Mac 1975 | 2°54'52.87"U | 101°49'17.21"T | Mac 1975 | Dis-2013 |
| 2816441 | Dengkil | Sungai Langat | 1930 | 2°51'19.64"U | 101°40'53.39"T | Julai 1960 | Dis-2013 |

Diadaptasi dari DID (2011)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dengkil berpandukan data rekod tahun seawal 1955 – 2009 dan berpandukan rekod 1975 – 2004. Manakala gambaran defisit hujan diperoleh daripada Wong et al. (2009) berkaitan analisis Indeks Kerpasan Piawai berpandukan data tahun 1971 – 2006. Maklumat yang diterbitkan ini kebanyakan dalam bentuk paparan graf dan yang bersifat purata dan jumlah curahan mengikut bulanan, tahunan dan musiman. Walaupun data yang diperoleh merupakan ringkasan daripada jujukan data rekod harian yang panjang, dirasakan ia sudah memadai digunakan sebagai rujukan kepada pola luahan (Q) tahunan, bulanan dan musiman di kawasan kajian terutamanya semasa proses pengesahan dan pemurnian data luahan. Selain daripada sumber-sumber di atas, data-data mentah bersifat harian yang dimuaturun daripada JPS turut digunakan sebagai pelengkap kepada data-data hujan sedia ada.

### 4.2.3 Data Spatial

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Data-data ruangan yang dijana sendiri bagi tujuan penyelidikan ini meliputi data persempadanan pentadbiran (negeri, daerah dan mukim), data lembangan sungai, data guna tanah, data titik setiap stesen (stesen luahan), data garis (jaringan sungai). Data litupan tumbuhan dan guna tanah (LULC) diperoleh sebahagian daripada LESTARI, Universiti Kebangsaan Malaysia dan Unit Perundingan Universiti Malaya (UPUM). Data jaringan sungai, selang ketinggian dan kawasan pentadbiran mukim dan daerah diinput-digit daripada peta topografi skala 1:50,000 terbitan Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM). Pemindahan data-data analog ini ke bentuk digital spatial melalui teknik pendigitan *heads-up* menggunakan perisian MapInfo 7.0 dan ArcGIS 9.3 (Nordin & Mustapa, 2009).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 4.2.4 Data Penduduk

Bagi tujuan ini, data penduduk mengikut kelompok masa 10 tahun telah di kutip daripada Jabatan Perangkaan berasaskan buku laporan banci penduduk dan melalui kajian berkaitan dengan lembangan Sungai Langat oleh Abdul Samad et al. (2006). Data-data 10 tahun iaitu 1970, 1980, 1990, 2000 dan 2010 dimasukkan dalam Microsoft Excel mengikut mukim-mukim di daerah Hulu Langat dan Sepang..

## 4.3 Kaedah menganalisis data

Sesuatu analisis hidrologi akan mendatangkan makna bergantung pada sejauh manakah kualiti data yang diguna. Kualiti data yang baik mestilah mampu mewakili keadaan sesuatu lembangan sungai dalam satu tempoh yang diperlukan. Kualiti yang baik juga akan dapat memaparkan hasil analisis yang baik. Dalam bahagian ini, prosedur rekonstruk data-data siri masa yang diragui akan terangkan berdasarkan kepada kaedah-kaedah yang biasa digunakan dalam hidrometeorologi. Di samping itu, kaedah-kaedah penentuan kemarau juga dibincangkan dan ciri-ciri kemarau yang menjadi tunjang dalam penerangan peristiwa kemarau. Di penghujung bahagian ini, teknik dan kaedah analisis yang digunakan dalam penyelidikan ini akan terangkan. Ia meliputi analisis spatial, analisis bukan spatial dan analisis komposit (analisis yang menggunakan spatial dan as-spatial serentak).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 4.3.1 Analisis Data

Luahan sungai yang diperoleh daripada JPS merupakan data mentah yang cerap daripada stesen-stesen luahan di lembangan Sungai Langat. Ia terdiri daripada satu urutan pemerhatian beberapa fasa kitaran hidrologi yang dibuat di stesen tertentu. Nilai-nilai yang dicerap amat bergantung kepada proses-gerak balas hidrologi yang sentiasa di bawah pengaruh persekitaran seperti iklim dan aktiviti-aktiviti antropogenik. Pengaruh-pengaruh ini boleh mengubah proses-proses hidrologi dan menyebabkan perubahan nilai siri masa data-data hidrologi (Xiong & Guo, 2004). Selain itu, gangguan dan kesilapan terhadap data juga boleh mempengaruhi ketidakkonsistenan dan ketidakhomogenan data siri masa. Ketidakkonsistenan kebiasaannya disebabkan oleh bilangan kesilapan sistemik yang dikaitkan dengan pengekodan data manakala ketidakhomogenan berlaku hasil daripada perubahan semula jadi dan gangguan manusia terhadap persekitaran (Shaw, Beven, Chappell, & Lamb, 2010).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Setiap data yang diperoleh daripada JPS, kebiasaannya telah melalui prosedur kawalan kualiti mengikut piawaian yang telah ditetapkan. Walau bagaimana sejauh mana kawalan kualiti dilakukan, anomali dan kesilapan akan senantiasa wujud dalam rekod data (Rees et al., 2004). Oleh itu anomali dan kesilapan yang telah dikenal pasti, perlu diperiksa secara cermat, diperbetulkan dan dibina semula. Proses pembinaan semula data, kebiasaannya bergantung pada kemahiran pengurus dan pengguna data. Bagi yang telah berkemahiran, prosesnya adalah mudah namun bagi yang baru berjinak, ia mungkin mengambil masa yang panjang.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 4.3.1.1 Pembinaan semula data luahan

**a. Penapisan dan pengesahan data**

Proses penapisan dan pengesahan data-data mentah luahan perlu melalui ujian-ujian kebolehpercayaan, pengesahan dan konsistensi. Ia bertujuan agar data yang bakal digunakan dalam analisis seterusnya merupakan data yang dapat mewakili sifat-sifat ekosistem persekitaran lembangan Sungai Langat. Antara teknik yang digunakan dalam penyelidikan ini ialah pemeriksaan secara visual dengan memplotkan data purata harian luahan sungai. Terdapat dua kaedah yang digunakan melalui pemeriksaan visual ini iaitu pemetaan hidrograf dan keluk jisim.

Hidrograf merupakan perwakilan secara grafik jujukan siri masa yang cuba menggambarkan variasi aliran mengikut masa. Pemeriksaan hidrograf secara visual terhadap plot siri masa (hidrograf) adalah kaedah yang paling efektif untuk mengesahkan data luahan sungai (WMO, 2008). Antara kelebihan kaedah hidrograf ialah ia dapat memaparkan secara grafik data-data yang tidak berkesinambungan, melompat antara titik akhir rekod sebelum dengan titik permulaan rekod semasa dan terpencil *(outlier)* - (Birkel, 2005; Rees et al., 2004). Selain itu, ia juga dapat menonjolkan puncak-puncak palsu dan jurang kawah yang terhasil daripada proses pemetaan data hidrograf.

Selain teknik hidrograf, keluk jisim merupakan kaedah yang sangat berguna untuk menguji kesahihan data (Rees et al., 2004) terutamanya untuk mengetahui sebarang perubahan stesen hidrometer. Keluk jisim adalah kaedah visual grafik yang mudah dan praktikal dan ia digunakan secara meluas dalam ujian kekonsistenan dan ujian trend jangka panjang terhadap data hidrometeorologi (Mu, Zhang, Gao, & Wang,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

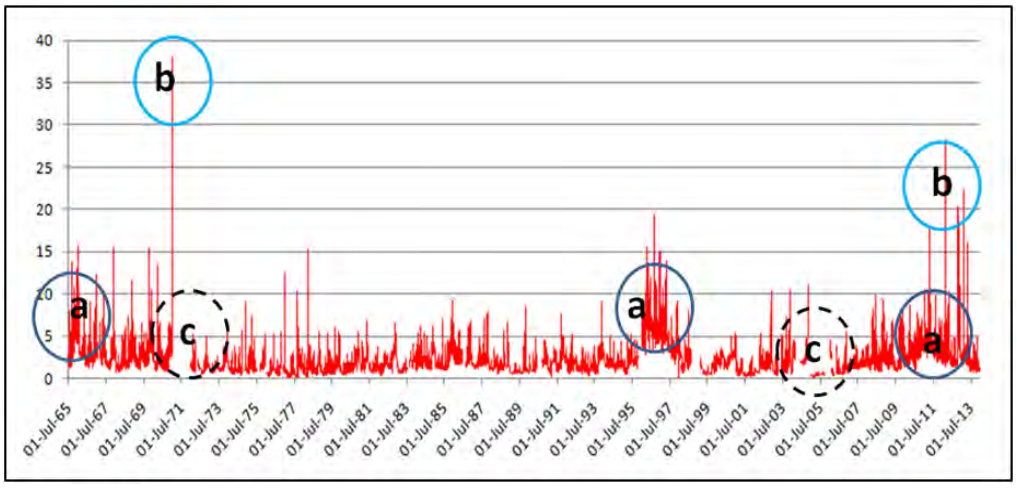
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



2010). Kaedah ini berasaskan kepada teori bahawa pemetaan dua siri data kumulatif dalam tempoh yang sama akan mempamerkan garis lurus selagi perkadaran antara kedua-duanya kekal tidak berubah. Proses pengesanan ketidakkonsistenan data siri masa dilakukan dengan memplotkan data siri masa kumulatif bagi stesen cerapan melawan urutan kedudukan siri masa atau purata kumulatif bagi semua stesen rujukan yang dikaji. Pemetaan siri masa tersebut akan menghasilkan cerun garis yang konsisten bagi mewakili perkadaran itu.

Berpandukan kepada pemeriksaan secara visual terhadap hidrograf stesen Lui sebagai contoh, beberapa anomali dan kesilapan data telah dikenal pasti seperti yang digambarkan dalam Rajah 4.2, antaranya:-

- ❖ Data yang tidak konsisten dan cerun yang tidak realistik seperti yang ditunjukkan pada tahun 1965, 1997 dan 2011 (a)
- ❖ Wujud puncak yang pelik dan terasing atau data terpencil (*outlier*) seperti yang ditunjukkan pada tahun 1971, 2012, 2013 (b)
- ❖ Data yang hilang seperti yang wujud pada 1971, 1998, 2004 dan 2006 (c).



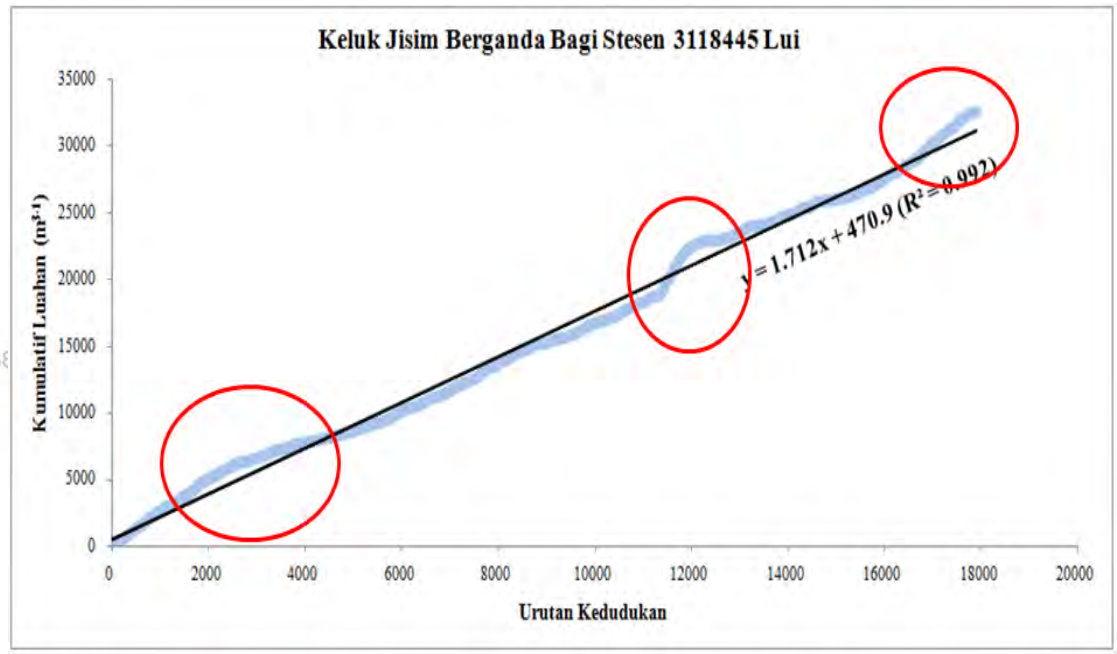

*Rajah 4.2*. Contoh kesilapan dan keraguan data siri masa stesen Lui 1965 –2013

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Selain itu, diperhatikan berdasarkan pemetaan keluk jisim ialah semua stesen menunjukkan trend yang tidak konsisten. Ini dibuktikan dengan kewujudan beberapa perubahan mendadak terhadap cerun garisan regresi seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.3. Cerun mendadak ini menunjukkan taburan data mentah yang tidak konsisten dan memerlukan proses pembaikan dilakukan. Proses pembaikan dan pembetulan perlu dilakukan dengan menyelaraskan cerun garis regresi agar berkedudukan satu garis lurus.



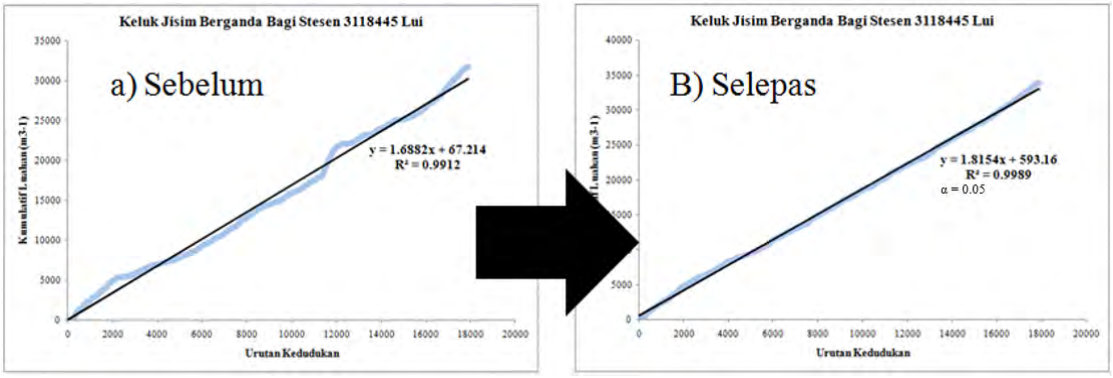

*Rajah 4.3*. Contoh trend tidak konsisten dalam siri masa stesen Lui 1965 – 2013

Dalam penyelidikan ini, antara kaedah yang digunakan untuk melicinkan kecerunan mendadak keluk jisim iaitu dengan kaedah regresi (WMO, 2008), penyelarasan dengan purata sebelum dan selepas data terpencil (Muhammad Suhaily Yusri, 2007), purata bergerak (7 hari) serta mengira semula nilai luahan berdasarkan kadar hubungan antara nilai luahan tahunan dengan jumlah hujan tahunan yang berdampingan dengan data terpencil. Hasil daripada penyelarasan ini seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.4.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 4.4*. Proses penyelarasan dan pembinaan semula data menggunakan keluk jisim

**b. Pembetulan dan pemurnian rekod data**

Anomali dan kesilapan data yang wujud seperti digambarkan dalam keluk jisim dapat diperbaiki mengikut kaedah-kaedah tertentu yang berbeza mengikut jenis anomali dan kesilapan data tersebut.

- Bagi data yang tidak konsisten dan cerun yang tidak realistik seperti yang ditunjukkan pada tahun 1965, 1997 dan 201, proses pemurnian data dilakukan dengan dua kaedah iaitu menyelaraskan nilai rekod dengan nilai purata rekod normal tempoh kajian (Mohamad Suhily Yusri, 2007) dan mengadar semula nilai luahan berdasarkan hubungan jumlah hujan dengan jumlah luahan. Bagi penggunaan nilai purata, nilai perbezaan antara nilai purata rekod normal dengan rekod data yang tidak konsisten akan ditolak dengan nilai purata data tidak konsisten. Bagi kaedah perkadaran semula, nilai luahan stesen sasaran akan ditukar kepada peratus. Kemudian jumlah luahan tahunan yang baru akan dihasilkan berpandukan Regresi Linear antara hujan tahunan dengan luahan tahunan. Jumlah luahan baru ini didarabkan semula dengan nilai peratus stesen sasaran.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Dalam kes data puncak yang pelik dan terasing yang ditunjukkan pada tahun 1971, 2012, 2013, proses pemurnian dilakukan dengan menggantikan nilai tersebut dengan nilai purata di antara nilai cerapan sebelum dengan nilai cerapan selepas (Wan Ruslan, 1994) bagi nilai rekod yang puncak yang pelik dan terasing. Dengan syarat pada masa itu, curahan hujan adalah normal.

Bagi data yang hilang seperti yang wujud pada 1971, 1998, 2004 dan 2006 dalam hidrograf, ia dapat dimurnikan dengan kaedah pengisian jurang. Kaedah pengisian boleh dilaksanakan dengan pelbagai teknik seperti interpolasi mudah, regresi linear dan berganda, purata aritmetik, purata wajaran dan teknik interpolasi statistik yang kompleks seperti '*kriging*' (Mwale, Adeloye, & Rustum, 2012). Namun dalam penyelidikan ini, antara kaedah-kaedah yang digunakan seperti berikut:-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Kaedah interpolasi merupakan kaedah yang biasa digunakan dalam memberi nilai jurang yang wujud. Data siri masa yang hilang dalam tempoh yang sangat pendek khususnya pada masa tempoh aliran rendah atau aliran menurun, kaedah pengisian secara manual berpandukan perbandingan hidrograf antara stesen tumpuan (target) dengan beberapa stesen berjiran atau stesen rujukan. Selain itu, kaedah interpolasi linear antara nilai terakhir sebelum gap dan nilai pertama selepas jurang (CWC, 2013) turut digunakan. Interpolasi linear yang biasa digunakan ialah $Q = Qa*k$ di mana $Q$ = luahan stesen tumpuan, $Qa$ = luahan stesen rujukan dan $k$ = ialah nisbah nilai luahan sebelum dan selepas jurang (Rees et al., 2004). Kedua-dua kaedah ini dapat dilakukan dalam keadaan rekod data menunjukkan korelasi bersiri yang kukuh di mana nilai yang diperoleh pada satu hari tertentu adalah berkaitan rapat dengan nilai pada hari-hari

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebelum dan hari-hari berikut terutamanya semasa tempoh aliran rendah atau aliran menurun (CWC, 2013).

- Purata Aritmetik – Bagi data siri masa yang hilang dan tiada data diperoleh daripada stesen rujukan, purata aritmetik juga digunakan mengikut musiman (Byun & Wilhite, 1999). Jurang yang wujud akan diisi dengan kaedah mendapatkan nilai purata selama tempoh 6 tahun iaitu 3 tahun sebelum dan 3 tahun selepas. Nilai purata yang diperoleh akan digunakan untuk mengisi rekod data yang hilang. Selain menjadikan stesen berjiran sebagai rujukan, luahan harian bagi tahun yang berdampingan dengan tahun kehilangan rekod data turut digunakan. Data disusun secara tahunan mengikut kehomogenan musiman iaitu musim basah (Mac – Mei dan September – Disember) dan musim kering (Jan – Feb dan Jun -.Ogos). Selain itu, kaedah purata aritmetik juga digunakan sekiranya wujud jurang selama 1 atau 2 hari.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

- Kedah Regresi – Data siri masa yang hilang dalam tempoh yang panjang, kaedah regresi akan digunakan. Formula tersebut menggunakan Regresi Linear $Y = a + bX$ di mana $Y$ merupakan pemboleh ubah bersandar, $X$ merupakan pemboleh ubah tidak bersandar, $a$ merupakan pintasan pada paksi $Y$ ketika nilai $X = 0$, dan $b$ adalah pekali kecerunan (Shaharuddin, 2006). Modul *Trendline* dalam Microsoft Excel digunakan untuk menjana regresi linear tersebut. Proses ini dilakukan atas pertimbangan ciri-ciri klimatologi dan fisiografi kawasan tadahan Sungai Langat disifatkan sama oleh Mohamad Suhaily Yusri (2007) dalam kajiannya yang menunjukkan wujud persamaan dari segi ciri-ciri meteorologi di kawasan kajian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**c. Ujian kenormalan**

Ujian kenormalan adalah penting dalam mana-mana kaedah statistik. Ini kerana mana-mana ujian yang dibuat seperti korelasi, regresi, ujian-t dan ANOVA berasaskan andaian bahawa data berada dalam keadaan taburan normal. Ini bagi memastikan analisis yang dilakukan adalah tepat dan kesimpulan yang bakal dilakukan dapat diterima. Dalam penyelidikan ini, dua ujian yang digunakan untuk melihat kenormalan iaitu kepencongan dan kurtosis. Kepencongan merupakan ukuran ketidakseimbangan taburan kebarangkalian bagi nilai sebenar pemboleh ubah rawak daripada purata. Ketidakseimbangan taburan data banyak dipengaruhi oleh nilai-nilai kecenderungan memusat seperti nilai purata, median dan mod  Ia digambarkan oleh bentuk keluk taburan normal. Taburan akan berbentuk simetri apabila ketiga-tiga nilai kecenderungan memusat mempunyai nilai yang sama tetapi sebaliknya jika nilai tersebut agak berbeza (Tuan Pah Rokiah, 2009). Wujud dua bentuk keluk normal iaitu sama ada pencong ke kanan (pencongan positif) atau ke kiri (pencongan negatif). Jika nilai purata lebih besar daripada median, wujud pencong positif manakala jika nilai median lebih besar daripada nilai purata, wujud pula pencong negatif. Pencong positif menggambarkan bahawa banyak data bertabur di sebelah kanan dan begitu sebaliknya. Keseluruhan data stesen Sungai Langat menunjukkan kepencongan positif,

Kurtosis pula merupakan ukuran tahap kepuncakan taburan kebarangkalian bagi nilai sebenar pemboleh ubah rawak. Kurtosis yang tinggi menunjukkan kekerapan taburan data lebih banyak bertumpu di sekitar nilai purata. Dalam kes nilai puncak yang tinggi, terdapat nilai-nilai yang ekstrem dalam rekod data seperti direkodkan di stesen Lui pada tahun 1989. Nilai kurtosis adalah 75.5 di mana bezantara $Q_{mean}$ (0.84 $m^3s^{-1}$) dengan $Q_{max}$ (8.56 $m^3s^{-1}$) adalah tinggi. Bagi puncak yang lebih rendah berbanding

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



taburan normal dan punca hampir berbentuk rata serta luas, kekerapan data agak bertabur daripada nilai purata. Puncak rata dia di rekodkan di stesen Rinching (1996), Kajang (2001) dan Dengkil (1965 – 1968).

Taburan data lembangan Sungai Langat yang pencong ke kanan dan mempunyai kurtosis lebih tinggi daripada taburan normal menunjukkan wujud rekod-rekod yang bertumpu sekitar purata dan wujud nilai ekstrem yang tidak dapat dielakkan. Ini kerana curahan hujan yang tinggi terutamanya pada musim basah dan La Nina serta musim kering dan El Nino, mempengaruhi kewujudan luahan-luahan ekstrem.

#### 4.3.1.2 Penentuan nilai paras aliran rendah dan kemarau

Dalam kajian kemarau, menentukan hala tuju dan asas kajian amatlah penting kerana terlalu banyak halangan yang wujud disebabkan perbezaan sudut pandang. Yevjevich (1967) berpendapat bahawa halangan utama dalam mengkaji fenomena kemarau ialah kekurangan definisi yang padat dan objektif, disebabkan kemarau boleh ditaksir dari pelbagai perspektif. Perbezaan dalam pemboleh ubah hidrometeorologi dan faktor – faktor sosioekonomi serta sifat-sifat stokastik permintaan air di kawasan berbeza sekitar dunia menjadi halangan untuk mendapatkan definisi kemarau yang tepat (Mishra & Singh, 2010). Oleh itu bagi memastikan ketepatan dalam analisis ini, pengkaji telah memilih beberapa definisi yang digunakan sebagai sandaran. Selaras dengan keinginan untuk mengkaji sifat kemarau aliran sungai, definisi di bawah ini dipilih untuk dijadikan sandaran dalam menganalisis kemarau, iaitu :-

- Ia merupakan satu tempoh di mana luahan kurang daripada normal atau dalam kajian berorientasikan permintaan, ia merupakan tempoh di mana luahan semasa tidak mencukupi (Rossi, 2011).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Ia adalah satu tempoh di mana sumber air permukaan dan sub permukaan tidak mencukupi untuk kegunaan yang telah ditetapkan terhadap sistem pengurusan air tertentu (Mishra & Singh, 2010)

- Ia merupakan tempoh musim kering yang tidak normal dan panjang di mana air tidak mencukupi untuk keperluan normal pengguna (Biro Meteorologi Australia, 2006).

Daripada definisi di atas, ciri dan sifat kemarau aliran sungai yang dianalisis adalah seperti berikut agar dapatan hasilnya seragam:

- Kemarau hanya berlaku semasa tempoh musim kering. Dalam konteks cuaca di Malaysia, musim kering berlaku pada bulan Januari hingga Februari dan Jun hingga Ogos serta pada musim El Nino/ENSO melanda.

- Kemarau berlaku dalam satu tempoh tertentu. Jabatan pengairan dan saliran telah menetapkan tempoh tertentu (tempoh asas = TA) merujuk 3 bulan = 90 hari (MKN, 2011). Dalam konteks lembangan Sungai Langat, tempoh tertentu merujuk kepada tempoh asas 45 hari iaitu berpandukan kepada masalah catuan yang berlaku di awal 2014. Jumlah hari ini ditentukan berpandukan permulaan ketiadaan hujan pada 14hb Januari 2014 di stesen-stesen curahan di lembangan Sungai Langat (DID, 2014 : Data Hujan) hingga permulaan tindakan catuan air dilakukan pada 27 Februari 2014 (SYABAS, 2014 : 25 Feb). Oleh itu tempoh asas (TA) yang digunakan dalam menganalisis kemarau iaitu 45 hari ($TA_{45}$) dan 90 hari ($TA_{90}$). $TA_{45}$ merujuk kepada jumlah defisit luahan sungai yang berterusan di bawah paras ambang (PA) tertentu antara 45 hari – 89 hari manakala $TA_{90}$ merujuk kepada defisit luahan air bermula 90 hari dan ke atas.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Kemarau merupakan peristiwa kekurangan air bawah normal. Istilah bawah normal merujuk kepada peristiwa aliran rendah nilai purata ($Q_{mean}$) rekod data. Dalam penyelidikan ini aliran rendah merujuk aliran kurang daripada paras $Q_{mean}$ (WMO, 2008) manakala kemarau merujuk kepada aliran kurang daripada nilai $Q_{70}$ berasaskan keluk KTA (Tokarczyk, 2013). Penentuan nilai normal ini adalah penting bagi menerangkan aliran rendah dan sifat-sifat utama kemarau.

Impak daripada pemilihan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahawa kemarau aliran sungai merupakan fenomena aliran rendah dalam satu tempoh yang panjang seperti dinyatakan oleh Smakhtin (2001), Zelenhasic & Salvai (1987), Clausen & Pearson (1995) dan Tallaksen (2000). Aliran rendah adalah tempoh aliran yang sama atau kurang daripada nilai purata siri masa (WMO, 2008). Terdapat beberapa penyelidik tidak bersetuju dengan pandangan ini atas alasan bahawa aliran rendah merupakan fenomena tahunan tetapi kemarau merupakan fenomena yang jarang berlaku. Kemarau mungkin berlaku 2, 3 atau 10 tahun sekali. Namun alasan tersebut benar sekiranya $Q_{95}$ diterima sebagai definisi aliran rendah. Namun sekiranya, purata tempoh rekod digunakan sebagai asas, adalah tidak benar aliran rendah yang panjang adalah satu peristiwa kemarau. Oleh itu, untuk membezakan aliran rendah dengan kemarau, beberapa langkah telah dilakukan untuk mengeluarkan episod kemarau aliran sungai daripada siri masa aliran rendah. Antaranya:-

- Menentukan nilai paras aliran rendah yang merujuk kepada purata rekod seperti dinyatakan oleh (WMO, 2008).

- Menentukan nilai paras ambang (PA) kemarau yang merujuk kepada nilai $Q_{70}$ berasaskan definisi oleh pengkaji seperti Fleig et al. (2006); Waluyo (2011) dan Tokarczyk (2013).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Untuk melaksanakan prosedur di atas, beberapa kaedah telah digunakan untuk mengeluarkan maklumat daripada senarai rekod siri masa. Kaedah yang telah dipilih seperti berikut:-

**a. Penentuan nilai paras luahan aliran rendah**

Paras aliran rendah ditentukan dengan kaedah aritmetik iaitu jumlah keseluruhan luahan sepanjang tempoh rekod dibahagikan dengan bilangan rekod (n). (Dalam perisian Microsoft Excel, formula "AVERAGE" digunakan untuk mendapatkan nilai purata ($Q_{mean}$) rekod siri masa). Nilai-nilai $Q_{mean}$ bagi stesen-stesen luahan seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.2.

**i. Purata Minimum Tahunan (PMT)**

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Purata minimum tahunan (PMT n-hari) merujuk kepada luahan purata terhadap luahan minimum tahunan (LMT) dalam tempoh rekod. Dalam kajian ini kaedah penapis purata bergerak (*moving average*) digunakan untuk menapis nilai-nilai luahan yang pelik dan ekstrem. Interval pemurataan n-hari yang dipilih iaitu 1-hari dan 7-hari. (Dengan menggunakan perisian Microsoft Excel, siri LMT 7-hari dihasilkan seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.3). Daripada siri LMT 7-hari ini, purata luahan minimum tahunan (PMT) 7-hari akan terhasil. Nilai PMT ini merupakan petunjuk aliran rendah boleh digunakan untuk menerangkan kejadian kemarau.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 4.2.

*Luahan aliran rendah menggunakan purata rekod ($Q_{mean}$)*

| NO STESEN | NAMA | BIL REKOD | $Q_{min}$ ($m^3s^{-1}$) | $Q_{max}$ ($m^3s^{-1}$) | $Q_{mean}$ ($m^3s^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3118445 | Lui | 17897 | 0.1 | 20.3 | 1.8 |
| 2918401 | Rinching | 14245 | 0.2 | 36.3 | 4.9 |
| 2917401 | Kajang | 13149 | 0.7 | 218.4 | 8.0 |
| 2816441 | Dengkil | 17897 | 2.0 | 796.6 | 33.4 |

Jadual 4.3.

*Nilai PMT 7-hari bagi stesen luahan di lembangan Sungai Langat*

| NO STESEN | NAMA STESEN | PMT 1-hari | PMT 7-hari |
|---|---|---|---|
| 3118445 | Lui | 0.60 | 0.70 |
| 2918401 | Rinching | 1.64 | 1.96 |
| 2917401 | Kajang | 1.88 | 2.06 |
| 2816441 | Dengkil | 7.21 | 8.31 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**ii. Nilai Paras Ambang (PA)**

Nilai persentil daripada KTA akan digunakan dalam penyelidikan ini kerana merupakan kaedah yang paling banyak digunakan dalam kajian kemarau (WMO, 2008). Oleh itu PA antara $Q_{70}$ – $Q_{95}$ akan digunakan berdasarkan kajian-kajian lepas, seperti Tallaksen et al. (1997), Hisdal & Tallaksen (2003), Fleig et al. (2006), Fleig et al. (2011), Tallaksen, Hisdal, & Van Lanen (2009), Loon & Lanen (2012), Wada, Van Beek, & Bierkens, (2012), Hisdal et al. (2001), Van Huijgevoort, Hazenberg, Van Lanen, & Uijlenhoet (2012), Hisdal & Tallaksen (2000), Byzedi & Saghafian (2009)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dan Waluyo (2011). Kaedah yang paling sesuai bagi membentuk KTA dengan menggunakan plot kebarangkalian log-normal (Smakhtin, 2001). Dalam perisian Microsoft Excel, siri masa luahan sungai disusun semula dalam bentuk nilai aliran siri masa mengikut susunan mengecil. Dua lajur tambahan dibentuk iaitu lajur rank,*i* dan kekerapan lampauan (*ef*). Rank,i merujuk kepada kedudukan nilai luahan mengikut susunan membesar manakala kekerapan lampauan (*ef*) merujuk kepada peratusan lampauan nilai luahan. Ia dikira dengan membahagi sesuatu nilai rank, *i* dengan nilai maksimum rank, *i* dalam siri data seperti digambarkan dalam Rajah 4.5. Nilai kekerapan lampauan kemudiannya ditukar dalam bentuk peratusan. Susunan baru nilai luahan ($m^3/s^{-1}$) kemudiannya diplotkan mengikut peratusan *ef* untuk membentuk KTA. Setelah KTA siap diplotkan, penentuan nilai PA berdasarkan nilai persentil (kekerapan lampauan) akan dipilih.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Nilai persentil yang dipilih adalah $Q_{70}$, $Q_{80}$, $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ dan nilai luahan ditentukan berpandukan keluk KTA seperti di gambarkan dalam Rajah 4.6. Nilai-nilai tersebut dikeluarkan daripada data siri masa urutan data seperti dalam Jadual 4.4.

Jadual 4.4.

*Paras Ambang (PA) bagi di lembangan Sungai Langat antara tahun 1974 – 2008*

| NO STESEN | NAMA | $Q_{70}$ | $Q_{80}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3118445 | Lui | 1.15 | 0.94 | 0.66 | 0.51 |
| 2918401 | Rinching | 3.17 | 2.74 | 2.10 | 1.65 |
| 2917401 | Kajang | 4.11 | 3.36 | 2.55 | 2.14 |
| 2816441 | Dengkil | 16.27 | 12.91 | 9.71 | 7.61 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

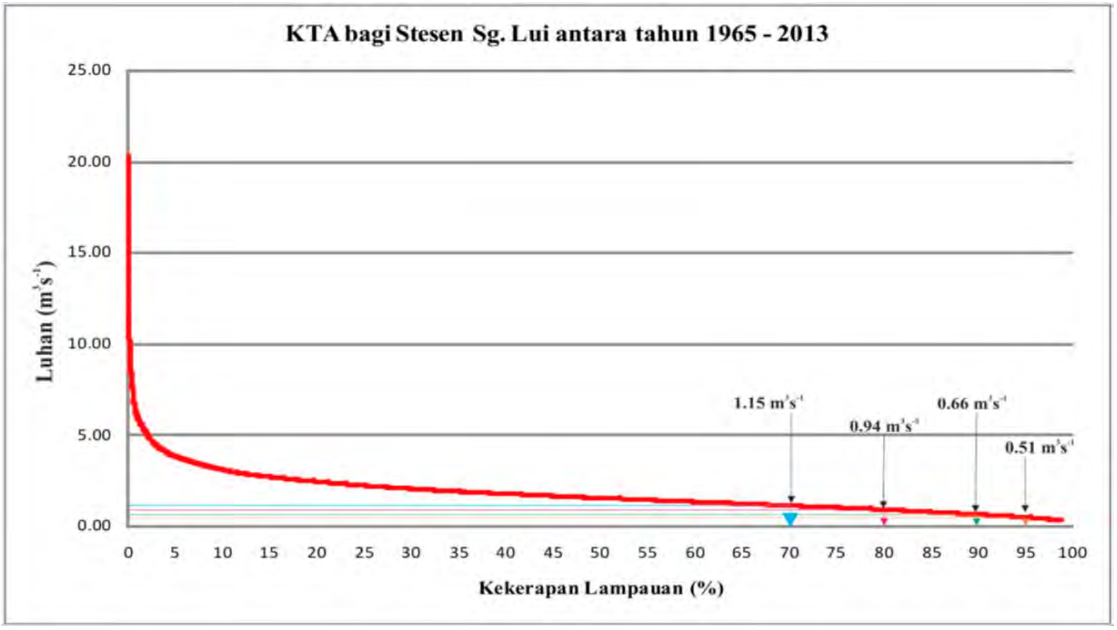
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



| TARIKH | LUAHAN ($m^3/s$) |
|---|---|
| 1-Jan-1975 | 1.38 |
| 2-Jan-1975 | 1.31 |
| 3-Jan-1975 | 1.19 |
| 4-Jan-1975 | 0.88 |
| 5-Jan-1975 | 1.02 |
| 6-Jan-1975 | 0.87 |
| 7-Jan-1975 | 0.77 |
| 8-Jan-1975 | 0.76 |
| 9-Jan-1975 | 1.67 |
| 10-Jan-2008 | 1.66 |
| 11-Dec-2008 | 1.71 |
| 22-Dec-2008 | 1.74 |
| 23-Dec-2008 | 1.67 |
| 24-Dec-2008 | 1.65 |
| 25-Dec-2008 | 1.75 |
| 26-Dec-2008 | 2.26 |
| 27-Dec-2008 | 1.70 |
| 28-Dec-2008 | 1.58 |
| 29-Dec-2008 | 1.53 |
| 30-Dec-2008 | 1.76 |
| 31-Dec-2008 | 2.02 |

| TARIKH | LUAHAN ($m^3/s$) | RANK, i | KEKERAPAN LAMPAUAN (EF) |
|---|---|---|---|
| 28-Dec-1997 | 0.00 | 12419 | 1.00 |
| 24-Dec-1997 | 0.01 | 12417 | 1.00 |
| 27-Dec-1997 | 0.01 | 12417 | 1.00 |
| 29-Dec-1997 | 0.02 | 12414 | 1.00 |
| 8-Mar-1998 | 0.02 | 12414 | 1.00 |
| 31-Mar-1998 | 0.02 | 12414 | 0.63 |
| 11-Dec-1997 | 0.03 | 7788 | 0.63 |
| 12-Dec-2004 | 1.09 | 7788 | 0.63 |
| 5-Jul-2007 | 1.09 | 7788 | 0.63 |
| 12-Jul-2007 | 1.09 | 7788 | 0.63 |
| 7-Aug-2007 | 1.09 | 7788 | 0.63 |
| 17-Jul-1975 | 1.10 | 7735 | 0.00 |
| 8-Oct-1975 | 1.10 | 779 | 0.00 |
| 31-Oct-2004 | 9.37 | 8 | 0.00 |
| 10-Dec-1985 | 9.74 | 7 | 0.00 |
| 27-Aug-1977 | 10.31 | 6 | 0.00 |
| 18-Nov-2002 | 10.41 | 5 | 0.00 |
| 13-Nov-2003 | 10.49 | 4 | 0.00 |
| 3-Nov-2004 | 11.17 | 3 | 0.00 |
| 5-Jan-1977 | 12.42 | 2 | 0.00 |
| 8-Apr-1978 | 15.23 | 1 | 0.00 |

*Rajah 4.5*. Penyusunan semula nilai luahan stesen Lui untuk pemetaan KTA




*Rajah 4.6*. KTA bagi stesen Lui antara tahun 1965 – 2013

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Penjelasan nilai persentil Q ini seperti berikut:-

- $Q_{95}$ – ia merupakan paras had pelepasan efluen (Smakhtin & Toulouse, 1998). Paras ini biasa digunakan sebagai petunjuk luahan yang ekstrem (Smakhtin, 2001). Pada paras ini, kemarau dikategorikan sebagai parah (Waluyo, 2011)

- $Q_{90}$ – ia merupakan paras amaran untuk pengurus air berkaitan paras kritikal luahan sungai (Rivera-Ramírez, Warner, & Scatena, 2002). Pada paras ini, kemarau dikategorikan pada tahap sederhana parah (Waluyo, 2011)

- $Q_{80}$ – Pada paras ini, kemarau dikategorikan pada tahap kemarau sederhana (Waluyo, 2011)

- $Q_{70}$ – sesuai untuk menunjukkan permulaan kemarau. Pada paras ini, kemarau dikatakan telah berlaku (Waluyo, 2011).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Daripada nilai-nilai persentil Q ini, pengelasan kemarau dilakukan dengan mengadunkan pengelasan Waluyo (2011) dengan nilai kemarau $Q_{70}$ oleh (Birkel, 2005; Byzedi & Saghafian, 2009; Hisdal & Tallaksen, 2000). Pengelasan tersebut seperti digambarkan dalam Jadual 4.5.

Jadual 4.5.

*Pengelasan Kemarau Aliran Sungai*

| BIL | KELAS PA | PENJELASAN |
|---|---|---|
| 1 | $Q_{70} – Q_{79}$ | Kemarau Biasa |
| 2 | $Q_{80} – Q_{89}$ | Agak Kemarau |
| 3 | $Q_{90} – Q_{94}$ | Sederhana Parah |
| 4 | $Q_{95}$ Ke Atas | Parah |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Penentuan peristiwa kemarau.**

Dengan adanya nilai PA, penentuan peristiwa kemarau dapat dilakukan. Peristiwa kemarau adalah tempoh masa di mana nilai luahan berada kurang daripada paras ambang $Q_{70}$ dalam tempoh masa lebih 45 hari dan ke atas. Menggunakan nilai paras ambang telah mewujudkan peristiwa kemarau saling bergantung dan kemarau serpihan. Bagi kemarau saling bergantung proses cantuman kemarau saling bergantung dilakukan menjadi satu peristiwa kemarau individu. Bagi peristiwa kemarau serpihan (peristiwa kemarau yang mempunyai tempoh yang pendek dan jumlah defisit yang kecil), proses penyingkiran dilakukan untuk mengelakkan masalah herotan dalam analisis.

Menurut Fleig et al. (2006) terdapat tiga prosedur berbeza yang boleh digunakan untuk melakukan penggabungan peristiwa kemarau yang saling bergantung. Prosedur tersebut meliputi iaitu prosedur purata bergerak (MA), algoritma puncak berturutan (SPA) dan kaedah masa antara peristiwa (IT). Dalam penulisan ini, hanya kaedah purata bergerak 7 hari (MA-7hari) digabungkan dengan kaedah masa antara peristiwa 6 hari (IT-6 hari) telah digunakan. Proses ini dilakukan dalam perisian Microsoft Excel dengan bantuan bahasa *Macro*. Melalui kaedah purata bergerak, data-data yang ekstrem akan hilang dan pembinaan semula data akan dilakukan. Manakala melalui IT-6 hari , tempoh luahan di bawah PA yang kurang daripada 7 hari akan dibina semula dan tempoh kemarau serpihan tersebut akan disingkirkan sebagai sesuatu peristiwa kemarau.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 4.3.1.3 Petunjuk dan sifat kemarau aliran sungai

Penghasilan peristiwa kemarau tidak membawa apa-apa makna tanpa menjelaskan sifat-sifat kemarau. Penerangan sifat kemarau amat penting bagi mengenal pasti sejauh mana tahap keparahan kemarau di kawasan kajian. Bagi tujuan ini, 4 parameter yang digunakan bagi menjelaskan sifat peristiwa kemarau iaitu bilangan peristiwa kemarau, kekerapan/ulangan, tempoh sesuatu peristiwa kemarau dan magnitud kemarau (jumlah defisit air semasa tempoh kemarau dan tahap keparahan kejadian kemarau)

**a. Bilangan tahun kemarau (TK)**

Bilangan tahun kemarau (TK) merujuk kepada jumlah tahun yang dilanda kemarau dalam tempoh TR. Parameter yang dilihat dalam TK iaitu ulangan TK dan darjah taburan TK. Darjah taburan TK digunakan bagi menggambarkan tahap kekerapan kejadian kemarau dalam tempoh rekod (TR). Darjah kekerapan TK diperoleh dengan membahagikan jumlah tahun dilanda kemarau (TK) dengan TR.

**b. Bilangan peristiwa kemarau (BPK)**

Bilangan peristiwa kemarau merujuk kepada satu tempoh di mana ia mengalami luahan di bawah PA sekurang-kurangnya tempoh 45 hari. Terdapat dua parameter bilangan peristiwa yang digunakan dalam kajian ini iaitu jumlah bilangan peristiwa kemarau (BPK) dan kekerapan ulangan peristiwa kemarau (UPK) dalam tempoh setahun dan tempoh rekod. Darjah taburan UPK akan digunakan bagi menggambarkan tahap kekerapan PK. Darjah kekerapan UPK diperoleh dengan membahagikan jumlah UPK dengan TK. Bilangan ini akan dikaitkan dengan episod-episod El Nino yang berlaku di Malaysia seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.6.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 4.6.

*Episod El Nino yang melanda Asia Tenggara*

| LEMAH | SEDERHANA | KUAT |
|---|---|---|
| 1966 - 67 | 1968 - 69 | 1965 - 66 |
| 1967 - 68 | 1986 - 87 | 1972 - 73 |
| 1969 - 70 | 1991 - 92 | 1982 - 83 |
| 1974 - 75 | 1994 - 95 | 1987 - 88 |
| 1976 - 77 | 2002 - 03 | 1997 - 98 |
| 1977 - 78 | 2009 - 10 | |
| 1979 - 80 | | |
| 1993 - 94 | | |
| 2004 - 05 | | |
| 2005 - 06 | | |
| 2006 - 07 | | |

Adaptasi dari Sham (1975); Tangang, Latif, & Juneng (2010); Melesse et al. (2011); MET Malaysia (2014).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**c. Jumlah defisit kemarau (DK)**

Jumlah defisit kemarau merujuk kepada perbezaan jumlah aliran sungai daripada nilai PA (Sheffield & Wood, 2007). Terdapat tiga parameter defisit yang digunakan bagi menggambarkan magnitud kemarau iaitu jumlah defisit kumulatif keseluruhan rekod (DR), jumlah defisit tahunan (DT) dan jumlah defisit setiap peristiwa kemarau (DPK). Selain itu petunjuk tahap defisit kemarau juga digunakan iaitu jumlah defisit tahunan tertinggi (DMT) dan jumlah defisit kumulatif tahunan (DKT) (Zelenhasic &Salvai 1987; Hisdal et al., 2001; Birkel, 2005).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**d. Tempoh kemarau (TT)**

Tempoh kemarau sebagai siri masa yang berurutan dan berterusan berada di bawah PA tertentu yang ada elemen permulaan dan pengakhiran (rujuk Rajah 2.15 dalam Bab 2). Permulaan kemarau berlaku apabila garis siri masa luahan memotong garis PA ke arah nilai luahan 0 manakala penamatan sesebuah peristiwa kemarau apabila ia kembali memotong garis PA dan senantiasa berada di atas PA. Tempoh kemarau yang dikaji berpandukan tiga parameter yang meliputi tempoh kumulatif keseluruhan rekod (TR), tempoh dalam setahun (TT) dan tempoh bagi setiap peristiwa kemarau (TPK). Selain itu petunjuk tahap keparahan tempoh kemarau juga akan digunakan iaitu tempoh maksimum tahunan (TMT) dan tempoh terkumpul tahunan (TKT)- (Zelenhasic &Salvai 1987; Hisdal et al., 2001; Birkel, 2005).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 4.3.2 Analisis statistik

Usaha mengenal pasti atau pengesanan dan penerangan terhadap komponen asas merupakan sifat penting dalam analisis siri masa (Salas, Delleur, Yevjevich, & Lane, 1980). Antara komponen asas yang wujud pada sesuatu siri masa ialah trend, pola turun naik, kesan musiman dan komponen rawak (Kendall & Stuart, 1968). Oleh itu, sifat kedinamikan, perubahan dan pola turun naik yang wujud pada siri masa sama ada berevolusi atau berlaku secara tiba-tiba, perlu dikenal pasti dan justifikasikan. Dalam usaha untuk mengenal pasti dan menerangkan justifikasi perubahan tersebut, beberapa analisis statistik digunakan. Antaranya ujian kehomogenan, ujian kenormalan, ujian hubungan dan ujian trend. Antara analisis asas yang diguna iaitu analisis deskriptif, analisis kekerapan, ANOVA sehala, trend Mann-Kendall, korelasi dan regresi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 4.3.2.1. Analisis statistik deskriptif

Antara analisis deskriptif asas yang dilihat daripada jujukan data tabular luahan dan hujan ialah analisis kecenderungan memusat dan serakan. Analisis ini meliputi nilai minimum, maksimum, purata, bezantara, sisihan piawai, kesilapan piawai, kurtosis, kepencongan dan piawaian skor-Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.7. Semua analisis asas ini diproses dalam perisian Microsoft Excel dengan bantuan formula yang terdapat pada menu *Formulas* dan *Add-Ins Realstats-2007*. Hasilan nilai-nilai ini digunakan untuk membandingkan antara parameter-parameter aliran rendah dan kemarau.

#### 4.3.2.2 Analisis kekerapan : kebarangkalian dan jeda ulangan

Dalam pengurusan dan perancangan sumber air adalah penting untuk menilai bukan saja kesan tempoh berlakunya kemarau terhadap alam sekitar, tetapi juga menaksir kebarangkalian dan jeda ulangan berlakunya fenomena hidrologi ekstrem pada masa kini dan akan datang. Penilaian kebarangkalian dan jeda ulangan terhadap berlakunya peristiwa hidrologi yang ekstrem boleh didapati daripada analisis siri masa luahan sungai melalui penilaian ke atas urutan kejadian atau oleh simulasi matematik ke atas luahan siri masa dan analisis kekerapan seterusnya.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 4.7.

*Contoh analisis deskriptif luahan bulanan di stesen 3118445 Lui*

| BULANAN | JAN | FEB | MAC | APRIL | MEI | JUN | JULAI | OGOS | SEPT | OKT | NOV | DIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Luahan (Q) | 2525.3 | 1916.4 | 2225.6 | 2778.6 | 3016.2 | 2424.6 | 2167.6 | 2154.3 | 2495.7 | 3241.8 | 4106.6 | 3252.2 |
| $Q_{min}$ | 15.97 | 11.36 | 9.39 | 8.27 | 19.12 | 13.73 | 11.85 | 11.69 | 14.92 | 15.56 | 26.42 | 12.93 |
| $Q_{max}$ | 98.19 | 91.00 | 101.95 | 117.16 | 130.08 | 88.15 | 71.32 | 94.64 | 85.73 | 106.05 | 229.84 | 145.35 |
| $Q_{mean}$ | 51.54 | 39.11 | 45.42 | 56.71 | 61.56 | 49.48 | 44.24 | 43.96 | 50.93 | 66.16 | 83.81 | 66.37 |
| Julat | 82.22 | 79.64 | 92.56 | 108.89 | 110.96 | 74.42 | 59.47 | 82.95 | 70.81 | 90.49 | 203.42 | 132.42 |
| Sisihan Piawai | 22.01 | 19.84 | 22.82 | 25.60 | 25.10 | 17.14 | 14.52 | 18.29 | 18.81 | 20.95 | 37.45 | 30.06 |
| CoVarian | 0.43 | 0.51 | 0.50 | 0.45 | 0.41 | 0.35 | 0.33 | 0.42 | 0.37 | 0.32 | 0.45 | 0.45 |
| Standard Error | 3.14 | 2.83 | 3.26 | 3.66 | 3.59 | 2.45 | 2.07 | 2.61 | 2.69 | 2.99 | 5.35 | 4.29 |
| Pencongan | 0.44 | 0.88 | 0.50 | 0.33 | 0.66 | 0.10 | -0.17 | 0.51 | -0.08 | -0.12 | 1.50 | 0.49 |
| Kurtosis | -0.65 | 0.56 | -0.47 | -0.47 | 0.31 | -0.33 | -0.61 | -0.12 | -0.93 | -0.83 | 4.25 | -0.04 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 4.3.2.3 Analisis ANOVA satu hala

Teknik analisis ANOVA satu hala dilakukan untuk membanding purata kumpulan siri masa dengan purata siri masa yang lain. Ujian ini mempunyai persamaan dengan ujian t, cuma ujian t hanya membanding kumpulan mean bagi dua sampel. Sekiranya melebihi dua sampel, ANOVA sehala digunakan. Ujian ini adalah untuk melihat sama ada wujud perbezaan yang signifikan antara tiga atau lebih mean sampel dengan andaian taburan data adalah normal. Sekiranya nilai p lebih kecil atau sama dengan nilai aras keyakinan [$\alpha \leq \alpha=0.05$ ($p \leq \alpha$)], maka dapatlah dirumuskan bahawa wujud perbezaan yang ketara antara mean sampel pada aras keyakinan 95%**.** Kesimpulan ini turut dikuatkan lagi membandingkan nisbah *F* dengan *F* kritikal ($F_{crit}$). Sekiranya nisbah *F* lebih besar daripada $F_{crit}$, kesimpulan yang sama dibuat dengan $p \leq \alpha$. Untuk laksanakan ujian ini, *Realstats-2007* yang diintegrasikan sebagai komponen *Add-Ins* dalam Microsoft Excel telah digunakan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

#### 4.3.2.4 Analisis trend

Siri masa luahan yang dikutip daripada JPS merupakan gambaran kepada pola laku lembangan Sungai Langat yang terdedah dengan perubahan. Oleh itu analisis trend merupakan pendekatan yang praktikal bagi menggambarkan perubahan pola laku di kawasan tersebut. Terdapat beberapa ujian untuk melihat pola perubahan sesuatu pemboleh ubah. Antaranya ujian Mann-Kendall, korelasi urutan Spearman, skor normal, regresi garis lurus, taburan-bebas jumlah kumulatif (CUSUM) dan sisihan kumulatif (Radziejewski, Kundzewicz, & Graczyk, 2002). Dalam mengenal pasti kewujudan trend perubahan kejadian kemarau di lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



penyelidikan ini, ujian trend yang digunakan ialah ujian Mann-Kendall dan pekali kecerunan regresi garis lurus.

Mann-Kendall adalah ujian statistik yang digunakan secara meluas dalam Analisis trend ke atas siri masa hidrologi (Yue & Wang, 2004). Statistik Mann-Kendall adalah satu nilai yang menunjukkan arah dan magnitud kesignifikanan trend bagi sesuatu siri data (Mondal, Kundu, & Mukhopadhyay, 2012). Terdapat dua kelebihan menggunakan ujian ini. Pertama, ia adalah ujian tidak berparameter dan tidak memerlukan data yang bertabur secara normal. Kedua, ujian mempunyai darjah sensitiviti yang rendah untuk memotong secara mendadak disebabkan oleh siri masa tak homogen (Tabari, Somee, & Zadeh 2011). Menurut ujian ini, hipotesis Nul ($H_0$) menganggap bahawa tidak wujud trend dalam siri data (data adalah bebas dan secara rawak tersusun) dan hipotesis alternatif ($H_1$) pula, menganggap bahawa wujud trend dalam siri data. (Onoz & Bayazit, 2012; XLSTAT, 2014). Sekiranya nilai p lebih besar daripada aras keyakinan alpha (α) (nilai $\alpha = 0.001$, $\alpha = 0.01$ dan $\alpha = 0.05$) maka $H_0$ tidak boleh ditolak. Sekiranya $H_0$ di terima, bermaksud trend yang wujud adalah tidak signifikan pada aras α yang dipilih. Beberapa kajian lepas telah menggunakan ujian Mann-Kendall dalam mengenal pasti trend ke atas data luahan sungai antaranya Hafizan et al. (2010) dan Xiong & Guo (2004).

Dalam ujian Mann-Kendall, data dinilai sebagai siri masa. Setiap data dibandingkan dengan semua data seterusnya. Secara asasnya nilai data yang paling awal dianggap 0 iaitu tiada trend. Jika data dari tempoh masa selepasnya lebih tinggi dari data sebelumnya, Mann-Kendall (Z) dianggap bertambah 1. Dalam pada masa yang sama, jika data berikutnya kurang daripada sebelumnya, ia dianggap berkurangan 1. Keputusan dari semua penambahan dan pengurangan dalam satu susunan data akan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



menghasilkan nilai akhir untuk Z. Kaedah seterusnya ialah menggunakan ujian Mann-Kendall, μ(t) bagi mengenal pasti kewujudan trend perubahan kejadian kemarau di lembangan Sungai Langat. Apabila nilai μ(t) signifikan pada aras < 0.05 maka dapat digambarkan sama ada sesuatu trend tersebut meningkat atau menurun dan sifat ini pula bergantung kepada μ(t) > 0 atau μ(t) < 0.

Satu lagi statistik yang diperoleh daripada ujian Mann-Kendall adalah Tau Kendall, yang mengukur kekuatan hubungan antara kedua-dua pemboleh ubah. Tau Kendall seperti korelasi pangkat spearman, dihasilkan daripada jajaran data. Tau Kendall menggunakan nilai antara -1 dan +1, di mana korelasi positif menunjukkan bahawa jujukan bagi kedua-dua pemboleh ubah tersebut meningkatkan bersama-sama. Korelasi negatif menunjukkan bahawa kedudukan salah satu daripada pemboleh ubah meningkat, manakala yang satu lagi menurun. Penerangan kekuatan hubungan ini seperti diterangkan di bahagian 4.3.2 (e).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Untuk menghasilkan nilai Mann-Kendall S, Tau dan Z, perisian sokongan yang dapat diintegrasikan dengan perisian Microsoft Excel digunakan. Perisian sokongan XLSTAT dan Microsoft Excel melalui *Template* MAKESENS 1.0 digunakan. XLSTAT yang dibangunkan oleh syarikat XLSTAT, digunakan menghasilkan nilai S dan Tau. MAKESENS 1.0 yang dibangunkan oleh Finish Meteorological Institute, Finland digunakan untuk hasilkan nilai Z. Ujian kesignifikan pada aras keyakinan α = 0.05 akan digunakan untuk menerangkan kesignifikan trend tersebut. Namun aras keyakinan α = 0.1 turut diambil kira. Bagi luahan aliran, rendah trend $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ sepanjang tempoh rekod (TR) telah digunakan manakala bagi kemarau, semua sifat-sifat kemarau akan dilihat pola trend. Contoh dapatan seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.8 dan Rajah 4.7.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

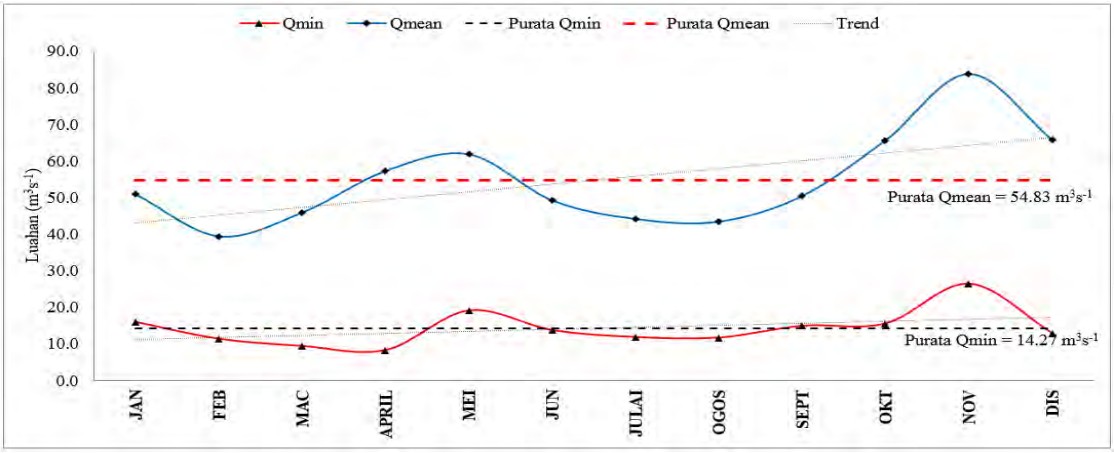


Selain itu, ujian penganggar kecerunan Sen turut digunakan untuk melihat pola trend data hidrologi. Ia sebagai sokongan sekiranya ujian Mann-Kendall Z gagal menghasilkan trend siri masa yang dikaji. Ia merupakan kaedah peramal berhubung dengan magnitud trend data. Nilai positif yang terhasil menunjukkan wujud pola menaik atau peningkatan trend manakala nilai negatif menunjukkan wujud pergerakan menurun atau trend penyusutan berlaku dalam siri masa (Mondal et al., 2012). Selain guna Mann-Kendall dan kecerunan Sen, pekali kecerunan b regresi garis lurus juga turut digunakan sebagai tambahan untuk melihat trend. Dalam perisian Microsoft Excel, data siri masa diplotkan dalam satu keluk. Dengan bantuan modul *Trendline*, pekali kecerunan b yang terhasil digunakan untuk menerangkan pola trend yang dijelaskan bagi menyokong ujian Mann-Kendall Z dan kecerunan Sen.

Jadual 4.8.

*Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ di stesen 2917401 Kajang*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ t}$ | 0.89 | 2.817 | 2.927 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ t}$ | 0.54 | 1.008 | 1.213 | Meningkat | Tidak |




*Rajah 4.7.* Jumlah luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen 3118445 Lui

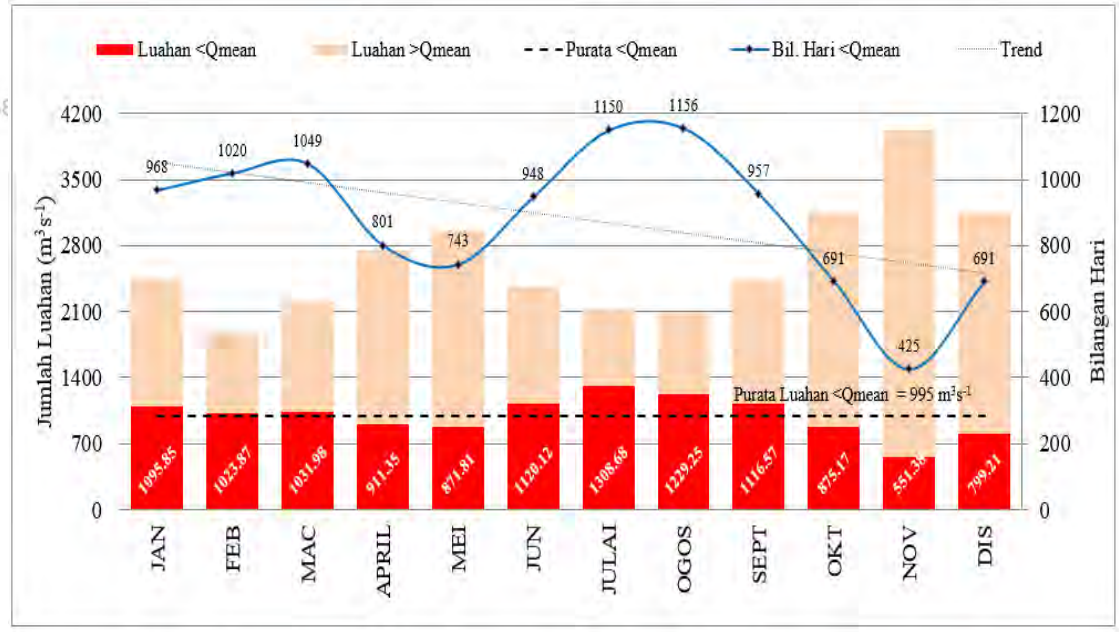
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 4.3.2.5 Analisis data penerokaan

Analisis data penerokaan (EDA) merupakan pendekatan untuk menganalisis set data dengan meringkaskan ciri-ciri utama data tersebut yang kebiasaannya menggunakan kaedah visual. Teknik paparan grafik seperti penggunaan graf untuk meneroka, memahami dan mempersembahkan data merupakan kaedah lazim digunakan dan ia merupakan komponen penting dalam mana-mana analisis statistik (Grub & Robson, 2000). Dalam penulisan ini, carta garis dan carta turus banyak digunakan bagi meringkaskan data-data luahan, guna tanah dan penduduk. Jenis carta yang digunakan meliputi carta individu, berkelompok dan bertingkat. Carta-carta untuk EDA seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.8 dan Rajah 4.9.

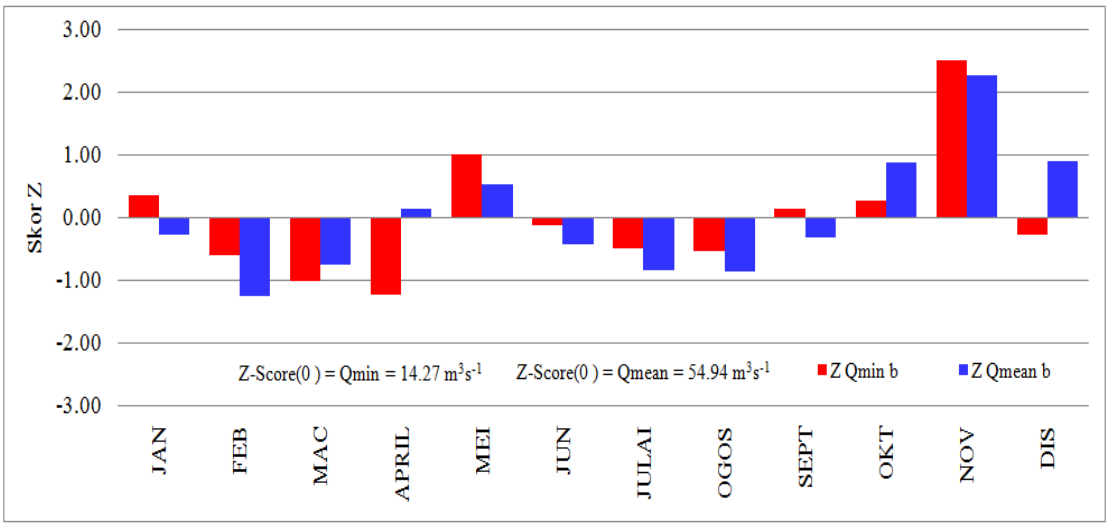



*Rajah 4.8*. Bilangan hari dan $Q_{mean\ b}$ ($m^3s^{-1}$) aliran rendah bagi stesen 3118445 Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 4.9*. Serakan skor Z bagi luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ di stesen 3118445 Lui.

#### 4.3.2.6 Korelasi Dan Regresi

Korelasi Pearson merupakan analisis yang cuba meneliti hubungan antara satu pemboleh ubah dengan pemboleh ubah pasangan. Terdapat tiga corak hubungan yang ditunjukkan melalui hasilan analisis ini iaitu hubungan langsung (+ve), hubungan songsang (-ve) dan tiada hubungan (0). Sekiranya nilai itu adalah bersifat –ve, menunjukkan hubungan songsang manakala sekiranya +ve, hubungannya adalah hubungan langsung. Kebolehpercayaan dan darjah keyakinan terhadap hubungan tersebut digambarkan melalui pekali penentu (*r*). Sekiranya nilai *r* semakin dekat dengan nilai 1, bermaksud hubungan tersebut amat kuat dan boleh dipercayai tetapi sekiranya ia bergerak ke arah nilai 0, bermaksud hubungan itu amat tidak boleh diterima. Nilai-nilai r yang menunjukkan darjah hubungan seperti digambarkan dalam Jadual 4.9. Bagi dapatkan nilai ini, perisian *add-in* XLSTAT dan *Analysis Toolpack* yang diintegrasikan dengan perisian Microsoft Excel telah digunakan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 4.9.

*Darjah hubungan korelasi*

| Nilai Korelasi (*r*) | Kekuatan Hubungan |
|---|---|
| ± 0.91 – 1.00 | Sangat kuat |
| ± 0.71 – 0.90 | Kuat |
| ± 0.51 – 0.70 | Sederhana |
| ± 0.31 – 0.50 | Lemah |
| ± 0.01 – 0.30 | Sangat lemah |
| 0 | Tiada |

Adaptasi dari Chua (2006)

Di samping analisis korelasi, pekali kecerunan b regresi garis lurus digunakan untuk melihat trend sesuatu pola taburan. Dalam konteks ini, ciri luahan aliran rendah dan ciri kemarau dapat dilihat dengan membuat rentasan garis lurus terhadap taburan-taburan data. Melalui rentasan ini, satu garis lurus terhasil dengan darjah kecerunan tertentu. Kecerunan ini digambarkan melalui nilai pekali kecerunan b. Bagi menghasilkan garisan regresi ini, perisian Microsoft Excel dengan bantuan modul tambahan *Trendline*.

### 4.3.3 Analisis data spatial

Alam realiti merupakan alam yang kompleks yang dipenuhi dengan atribut. Namun kehadiran sistem maklumat geografi telah dapat memodelkan alam kompleks ini dalam bentuk data-data spatial yang dapat dimanipulasikan. GIS adalah gabungan data, sember manusia dan teknologi yang berupaya untuk mengutip, menyimpan dan menganalisis data dan memaparkan maklumat melalui model yang dikehendaki. Ia adalah teknologi yang mengintegrasikan data spatial (ruangan) dan aspatial (bukan ruangan) bagi perwakilan fenomena melalui tema atau lapisan-lapisan tertentu (Lee,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



2001). Dalam kajian ini, perisian *ArcGIS 9.3* dan *MapInfo* versi 8 digunakan bagi melakukan proses analisis-analisis ruangan yang melibatkan analisis tindanan, potongan, tampanan, tampalan dan beberapa analisis yang lain. Analisis ini digunakan hanya untuk proses pemetaan dalam Bab 3.

#### 4.3.3.1. Analisis potongan dan tindanan

Dalam konteks analisis perubahan tanah, teknik-teknik dalam GIS akan turut digunakan seperti yang telah dilakukan oleh (Lee, 2001), Hafizan (2009) dan Nasir, (2012). Teknik tindanan data/peta antara poligon-poligon yang berlainan tema telah digunakan untuk menghasilkan satu data komposit baru berdasarkan objektif yang dikehendaki. Proses pemotongan dan tindanan ini seperti digambarkan dalam Rajah 4.10. Dalam konteks menghasilkan maklumat guna tanah mengikut sub-lembangan, data poligon lembangan ditindan dengan data guna tanah mengikut tahun yang dikehendaki melalui teknik pemotongan. Dua lapisan data yang terdiri data pemotong atau data acuan (poligon lembangan) dan data sasaran atau data yang ingin dipotong (poligon guna tanah). Kedua-dua lapisan ini akan ditindan-lapis menggunakan teknik *Clip* dalam menu *Geoprocessing*. Hasilan daripada tindanan tersebut, menghasilkan lapisan komposit yang baru iaitu guna tanah dalam kawasan lembangan.

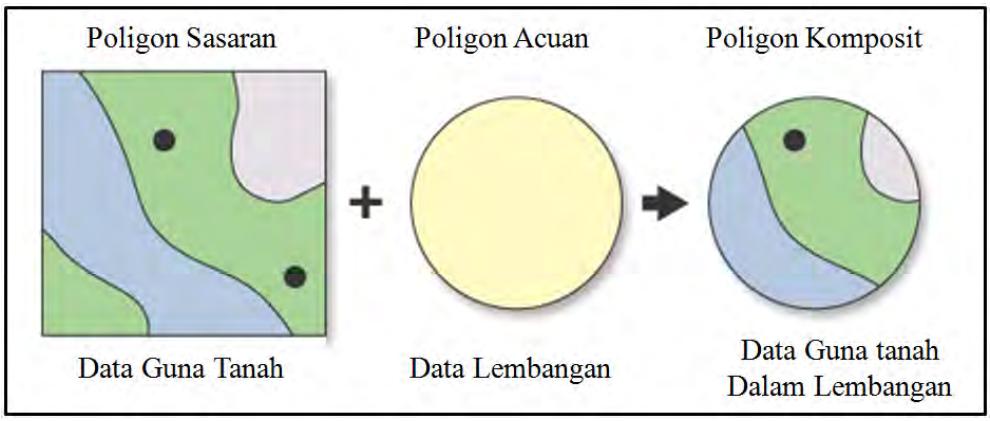
Melalui proses ini, poligon kawasan lembangan disifatkan sebagai poligon acuan manakala data guna tanah di sifatkan sebagai poligon sasaran. Poligon lembangan ditindan ke atas poligon guna tanah. Hasil daripada proses ini, poligon komposit yang meliputi sifat-sifat guna tanah dalam lingkungan sempadan lembangan. Proses ini dilakukan bagi setiap data guna tanah bagi tahun 1970, 1991 dan 2001.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Selepas tindanan dilakukan, proses pengiraan semula luas dan perimeter bagi setiap poligon.




*Rajah 4.10*. Teknik pemotongan dan tindanan dalam GIS

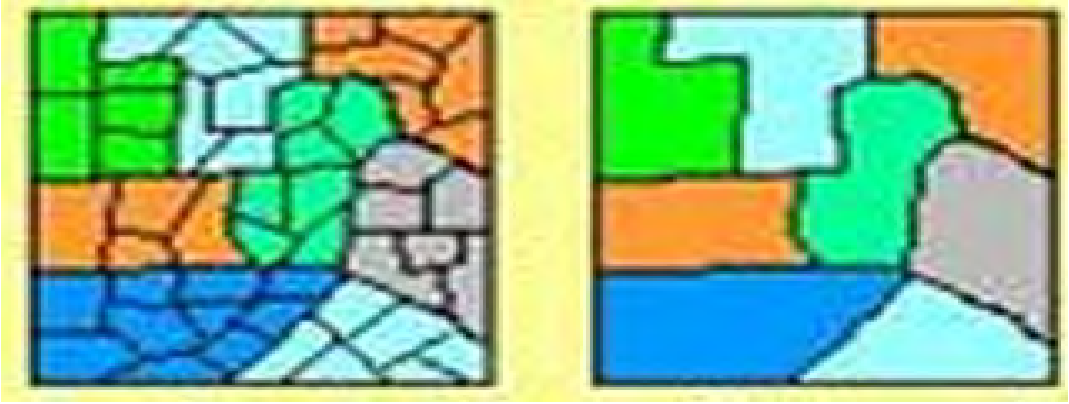
#### 4.3.3.2 Pengelasan Dan Pengelasan Semula

Data-data guna tanah mempunyai kelas yang pelbagai. Oleh itu, poligon-poligon subkelas digabungkan menjadi guna tanah utama. Guna tanah dikelaskan mengikut 7 kelas iaitu hutan, paya bakau, pertanian, kawasan padang ragut, tanah terdedah, bandar dan badan air. Proses pengelasan ini menggunakan teknik *Dissolve* dalam menu *Geoprocessing* seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.11. Nilai-nilai keluasan (*dbf fail) diimport menggunakan Microsoft Excel untuk proses manipulasi dan persembahan data. Untuk tujuan paparan pemetaan, ArcGIS digunakan untuk menghasilkan *layout* peta yang sesuai kemudian dieksport kepada format *.jpeg. Format *.jpeg ini digunakan untuk persembahan peta dalam teks. Bagi data penduduk, data dalam format *.xls di integrasikan dengan fail *.dbf ArcGIS. Ini bertujuan untuk menyatukan fail kepada bentuk ruangan. Integrasi ini membolehkan pola taburan penduduk dipetakan dengan kelas-kelas kepadatan tertentu.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





*Rajah 4.11*. Teknik Pengelasan dalam GIS

## 4.4 Kesimpulan

Data merupakan komponen penting dalam sesuatu penyelidikan. Kebolehcapaian data luahan air sungai bagi kawasan kajian melebihi tempoh 30 tahun dirasakan bertepatan dengan kehendak analisis dalam penyelidikan data hidrologi. Pemerolehan data yang panjang memerlukan kaedah yang bertepatan untuk melakukan penapisan dan pengesahan serta penganalisis data bagi memenuhi beberapa tahap keyakinan dalam analisis hidrologi. Ini kerana kaedah merupakan penentu penting dalam dapatan sesebuah penyelidikan. Oleh itu pemilihan beberapa kedah yang telah digunakan menepati prosedur kajian seperti yang telah digunakan oleh penyelidik-penyelidik lepas. Proses penapisan dan pengesahan data telah dilakukan oleh JPS. Penggunaan keluk KTA dan penentuan PA telah dapat membantu untuk menerangkan peristiwa kemarau dan sifat-sifat keparahan kemarau.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 5

# ANALISIS LUAHAN SUNGAI

## 5.1 Pendahuluan

05-4506832 Perpustakaan Tuanku Bainun ptbupsi

Luahan atau aliran sungai adalah aspek kritikal dalam struktur fizikal dalam sesuatu ekosistem sungai (Robinson, Tockner, & Ward, 2002). Aspek kritikal ini digambarkan dengan keragaman sifat luahan sungai pada setiap masa, sama ada bersifat normal ataupun ekstrem. Pola ekstrem ini boleh jadi bersifat aliran tinggi (banjir) atau aliran rendah (kemarau). Keanekaragaman pola luahan ini merupakan manifestasi proses-respon angkubah-angkubah dalam lembangan sungai dan yang terkait dengannya di mana ia menghimpunkan saling hubungan yang kompleks antara sifat-sifat lembangan yang dikaitkan dengan geologi, tanih, topografi, cuaca, litupan tumbuhan (Price, 2011), jumlah kandungan *antecedent* air tanih (Meyles et al., 2003), intensiti hujan dan aktiviti antropogenik. Luahan sungai adalah hasil daripada integrasi ruangan lembangan terhadap air larian. Ia adalah sumbangan daripada komponen aliran "lambat" yang biasanya dirujuk sebagai aliran dasar (Smakhtin, 2001) dan komponen aliran "cepat" yang dikenali aliran ribut (Jakeman & Hornberger, 1993).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Fenomena aliran rendah merupakan tempoh di mana jumlah luahan berada kurang daripada nilai purata tempoh rekod. Fenomena aliran rendah merupakan fenomena biasa yang menunjukkan luahan turun-naik dalam julat tertentu dalam tempoh kitaran tahunan. Istilah aliran rendah dan aliran tinggi digunakan untuk menerangkan perubahan naik-turun tahunan normal aliran sungai yang dikaitkan kepada kitaran tahunan sesuatu wilayah iklim (Rossi, 2011). Corak aliran rendah banyak bergantung ke atas jenis rejim musiman hidrologinya (Mcmahon & Finlayson, 2003). Kadang-kadang ia juga merujuk kepada aliran paling rendah yang wujud dalam sungai dalam satu-satu tahun kalender hidrologi. Dalam kes yang sangat ekstrem, aliran paling rendah merujuk kepada situasi tidak terdapat aliran air dalam alur khususnya di kawasan gersang dan semi-gersang di mana ia biasa ditemui pada sungai jenis sungai berjeda.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Menganggarkan nilai aliran rendah merupakan satu usaha yang amat penting bagai tujuan perancangan bekalan air, tenaga hidro, sistem pengairan, pengurusan kualiti air, kelulusan permit untuk pelupusan sisa dan penilaian impak terhadap kejadian kemarau ke atas ekosistem akuatik (Awass, 2009). Oleh itu dalam konteks bab ini, fokus diberikan kepada penerangan sifat-sifat luahan aliran rendah dengan menjadikan nilai purata sebagai asas. Purata terhadap rekod data digunakan dalam menerangkan sifat aliran rendah (WMO, 2008). Bagi melengkapkan perbincangan, sifat-sifat hujan tahunan di kawasan kajian juga turut dibincangkan dalam bab ini bagi menyokong kajian ini.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

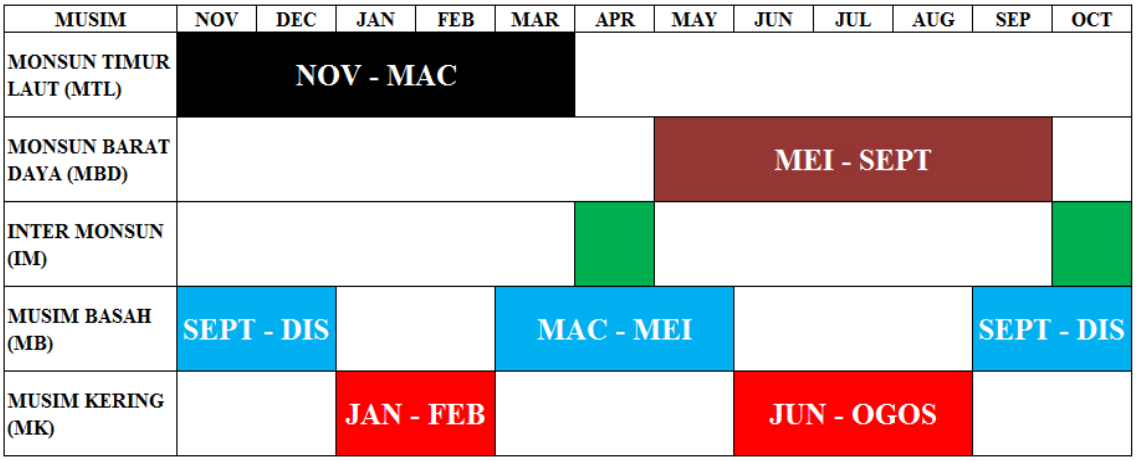
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 5.2 Variasi sifat hujan

Malaysia merupakan kawasan iklim tropika yang mengalami cuaca lembap dan basah di mana darjah kelembapan, suhu dan hujan adalah tinggi sepanjang tahun. Dengan suhu yang seragam sepanjang tahun iaitu antara 25.5 ºC hingga 32ºC, jumlah hujan tahunan normal yang diterima antara 2000 hingga 4000 mm dengan jumlah hari basah dalam lingkungan 150 hingga 200 hari (Jamaludin & Abdul Aziz, 2007). Hujan di Malaysia dipengaruhi musim Monsun Barat Daya (MBD) yang bermula pada Mei – September dan Monsun Timur Laut (MTL) yang berlaku pada bulan November – Mac (Jamaludin & Abdul Aziz, 2007; Mohamad Suhaily, 2007; Chan, 2008). Dianggarkan 81% daripada purata hujan tahunannya (2300 mm) berpunca daripada hujan monsun (Wong et al., 2009). Kebanyakan kawasan di Malaysia mengalami curahan hujan yang tinggi terutamanya pada musim MTL di mana kawasan yang berhadapan dengan Laut China Selatan akan mengalami musim hujan yang panjang (Juneng, Tangang, & Reason, 2007) terutamanya di bahagian pantai timur Semenanjung Malaysia. Manakala kawasan pantai barat Semenanjung Malaysia akan mengalami musim kering semasa MBD (Hai et al., 2011). Ringkasan musiman yang berlaku di Malaysia seperti digambarkan dalam Rajah 5.1.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 5.1*. Musim-musim yang dialami oleh Malaysia

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Lembangan Sungai Langat merupakan kawasan yang pesat membangun. Hujan yang diterima di kawasan ini lebih kurang mempunyai persamaan dengan purata hujan yang diterima di Semenanjung Malaysia (Jadual 5.1). Ini digambarkan melalui analisis data hujan di lembangan Lui dan Dengkil di mana peratus purata hujan tahunan di Semenanjung Malaysia (81%) berada dalam lingkungan peratus purata lembangan Sungai Langat (78 – 85%). Kenyataan ini disokong oleh kajian Mohamad Suhaily Yusri (2007) dan Wong et al. (2009) ke atas lembangan ini berdasarkan data hujan antara tahun 1950 - 2001. Purata jumlah hujan tahunan yang diterima di kawasan kajian antara 2252.3 - 2351.3 mm di mana 77.0% daripada jumlah purata tersebut disebabkan oleh faktor monsun (Hai et al., 2011). MTL menyumbangkan lebih banyak hujan di lembangan Sungai Langat iaitu antara 39.6 - 45.9% berbanding sumbangan MBD sekitar 38.3 – 39.3.%. Sumbangan MBD yang rendah berbanding MTL adalah disebabkan oleh pengaruhi oleh kejadian 'Sumatras' pagi (MET Malaysia, 2013a).

Jadual 5.1.

*Curahan hujan yang diterima mengikut musim*

| SUB LEMBANGAN | PURATA HUJAN TAHUNAN (MM) | CURAHAN KETIKA MONSUN | | MTL | | MBD | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MM | % | MM | % | MM | % |
| Lui | 2351.3 | 1831.9 | 77.9 | 931.1 | 39.6 | 900.7 | 38.3 |
| Dengkil | 2252.3 | 1918.5 | 85.2 | 1033.6 | 45.9 | 885.0 | 39.3 |
| Semenanjung Malaysia | 2334.0 | 1895.0 | 81.2 | 1034.0 | 44.0 | 861.0 | 37.2 |

Adaptasi dari Hai et al. (2011)

Dari segi intensiti hujan, lebih separuh daripada bilangan hari cerapan yang dicatatkan di stesen-stesen curahan hujan di lembangan Sungai Langat menunjukkan tiada hujan yang di terima kecuali stesen UKM. Sub lembangan yang paling tinggi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



bilangan hari tanpa hujan ialah sub lembangan Lui iaitu 60.1% dan sub lembangan Semenyih mencatatkan peratusan terendah iaitu 56.2%. Kawasan yang menerima hujan yang paling lebat ialah sub lembangan Kajang di mana kira-kira 8.1% daripada bilangan hari cerapan menunjukkan kawasan ini menerima curahan hujan > 31 mm/hari. Sub lembangan Semenyih hanya meliputi 7.5%, Lui sekitar 6.9% dan Dengkil sebanyak 6.6%. Apa yang dapat diperhatikan, sub lembangan Semenyih menerima banyak curahan hujan antara 1 – 30 mm/hari iaitu 36.3%, diikuti Dengkil (34.4%), Kajang (33.7%) dan Lui (33.0%). Perincian taburan intensiti hujan ditunjukkan dalam Jadual 5.2 dan Rajah 5.2.

Dari segi hujan bulanan seperti digambarkan dalam Rajah 5.3a dan Rajah 5.3b, purata curahan yang rendah dicatatkan semasa musim kering melanda iaitu pada bulan Januari – Februari dan Jun – Ogos. Menurut Mohamad Suhaily Yusri (2007), musim kering hanya menyumbangkan 31% daripada keseluruhan jumlah hujan tahunan di mana musim kering tempoh pertama (Jan – Feb) menerima curahan sekitar 12% dan selebihnya pada tempoh musim kering kedua (Jun – Ogos). Musim basah yang turut berlaku sebanyak 2 kali dalam setahun mencatatkan jumlah curahan hujan yang tinggi iaitu sekitar 69%. Tempoh musim basah pertama yang berlaku pada bulan September – Disember mencurahkan hujan sebanyak 40% dan selebihnya dicurahkan pada tempoh musim basah kedua iaitu pada bulan Mac – Mei. Hujan maksimum kebanyakan berlaku pada bulan Mac, Mei dan Oktober di mana purata hujannya sekitar antara 200 – 300 mm. Bulan Januari, Februari, Jun dan Julai kebiasaannya menerima hujan yang rendah iaitu sekitar purata antara 100 – 200 mm (Hai et al., 2011). Dapatan-dapatan ini hampir sama dengan dapatan kajian Mohamad Suhaily Yusri (2007) dan (Othman, 2008).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dari segi hujan tahunan, purata curahan minimum dalam tempoh 1965 – 2013 sekitar 1437.50 mm/tahun manakala curahan maksimum sekitar 2751 mm/tahun. Jumlah purata tahunan yang direkodkan kira-kira 2215.69 mm/tahun. Apa yang diperhatikan, pola hujan di sub lembangan Lui dan Semenyih menunjukkan trend menaik manakala sebaliknya bagi sub lembangan Dengkil (Hafizan et al., 2010; Hai et al., 2011; DID, 2013). Ini ditunjukkan dengan nilai positif pekali kecerunan b (Lui b = 2.24, Semenyih b = 5.25) dan Kendall Z (Lui Z = 0.34 dan Semenyih Z = 0.94). Manaka bagi lembangan Dengkil, nilai negatif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b = -6.463 dan Kendall Z = -1.55 menunjukkan wujud trend menurun (Jadual 5.2 dan Rajah 5.4). Ini menunjukkan berlaku penyusutan jumlah hujan di lembangan Dengkil antara tahun 1965 – 2013. Berbeza dengan lembangan Lui dan Semenyih, trend yang ditunjukkan menunjukkan wujud peningkatan jumlah hujan yang diterima di kawasan ini. Namun berdasarkan ujian Mann-Kendall yang dilakukan, trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Ini bermaksud trend yang ditunjukkan ini tidak melepasi 95% tahap keyakinan.

Jadual 5.2.

*Trend hujan di lembangan Sungai Langat antara tahun 1965 - 2013*

| Lembangan | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.34 | 1.437 | 2.239 | Meningkat | Tidak |
| Semenyih | 0.94 | 4.532 | 5.246 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | -1.55 | -6.463 | -5.008 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.3.

*Taburan hujan (%) mengikut pengelasan hujan di lembangan Sungai Langat*

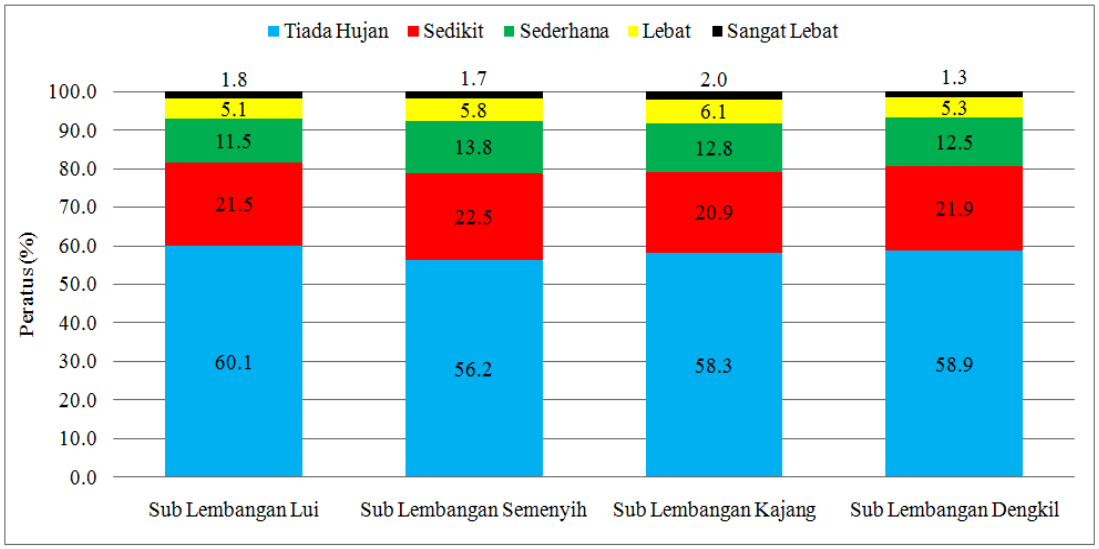
| SUB LEMBANGAN | NO STESEN | NAMA STESEN | TAHUN | BILANGAN CERAPAN | PENGKELASAN HUJAN (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | TIADA HUJAN (0 mm/h) | SEDIKIT (1 - 10 mm/h) | SEDERHANA (11 - 30 mm/h) | LEBAT (31 - 60 mm/h) | SANGAT LEBAT (> 60 mm/h) |
| Lui | 3118102 | Sek Keb Sg Lui | 1972-2009 | 10715 | 53.93 | 26.49 | 12.94 | 5.28 | 1.36 |
| | 3119002 | Lalang Sg Lui | 1997-2009 | 8846 | 67.60 | 15.58 | 9.69 | 4.60 | 2.53 |
| | 3218101 | TNB Pansun | 1955-2009 | 17402 | 58.87 | 22.31 | 11.92 | 5.30 | 1.60 |
| Semenyih | MMD RG1 | Empangan Sg Semenyih | 1989-2003 | 4875 | 51.20 | 27.90 | 13.86 | 5.52 | 1.52 |
| | DID 11 | Ladang Dominion | 1970-2009 | 12838 | 61.26 | 17.06 | 13.73 | 6.07 | 1.88 |
| Kajang | 3117070 | JPS Ampang | 1955-2009 | 18991 | 53.66 | 24.66 | 13.78 | 6.03 | 1.87 |
| | 3118069 | Pemasokan Ampang | 1955-2009 | 16334 | 57.81 | 19.60 | 13.78 | 6.98 | 1.83 |
| | 2917001 | JPS Kajang | 1998-2009 | 3684 | 63.29 | 18.44 | 10.74 | 5.15 | 2.38 |
| Dengkil | MMD RG2 | MARDI Serdang | 1975-2003 | 9264 | 53.24 | 26.32 | 13.43 | 5.60 | 1.41 |
| | 2818110 | Jalan 6-Kaki | 1965-2009 | 14239 | 60.66 | 22.60 | 10.60 | 4.86 | 1.28 |
| | 2918109 | Ldg. Sungai Rinching | 1965-1996 | 11341 | 63.24 | 18.39 | 11.99 | 5.15 | 1.23 |
| | 2819002 | Setul, Mantin | 1960-2009 | 17572 | 64.88 | 19.15 | 10.69 | 4.32 | 0.96 |
| | 2818003 | Ldg. Cairo | 1965-1996 | 7331 | 65.67 | 15.88 | 12.59 | 4.80 | 1.06 |
| | UKM | UKM Bangi | 1980-2009 | 6754 | 45.54 | 29.13 | 15.99 | 7.25 | 2.09 |

Adaptasi dari Hai et al. (2011)

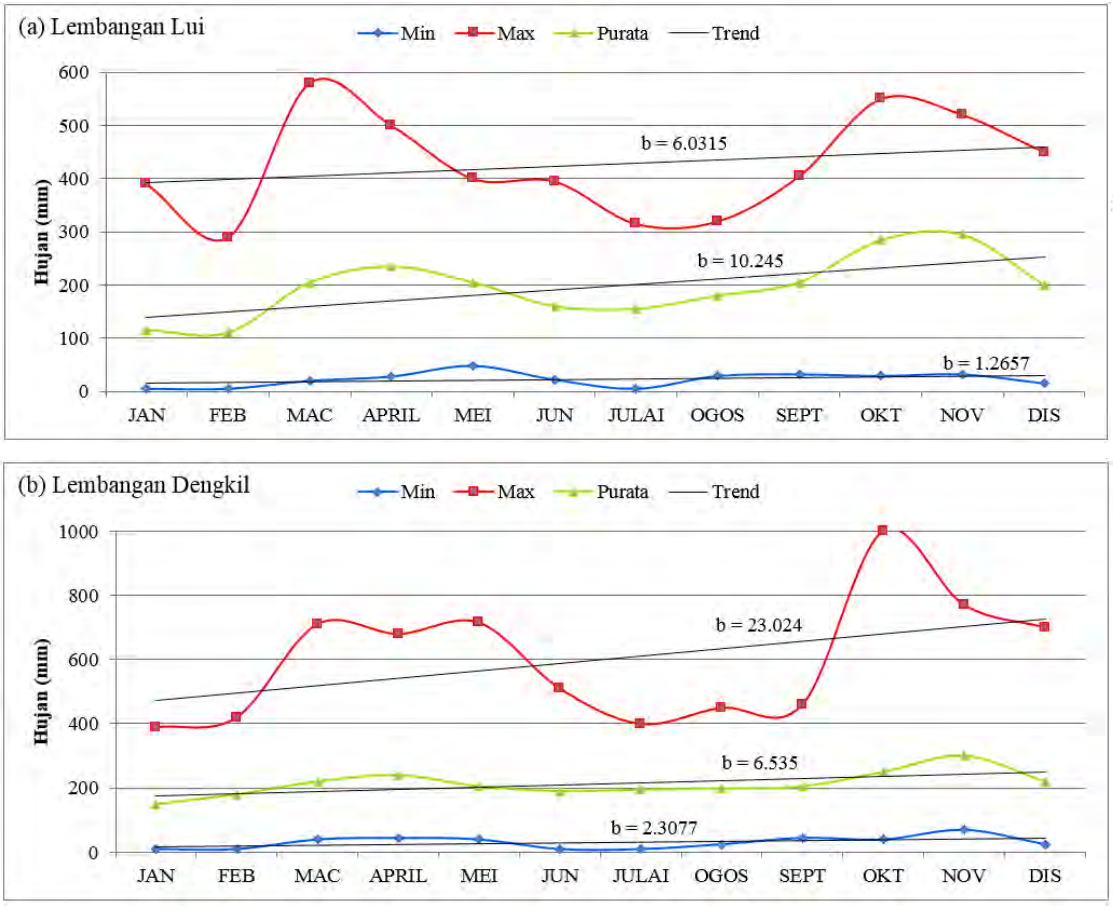
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.2.* Intensiti hujan (%) mengikut kelas di lembangan Sungai Langat. Diadaptasi dari Hai et al. (2011)

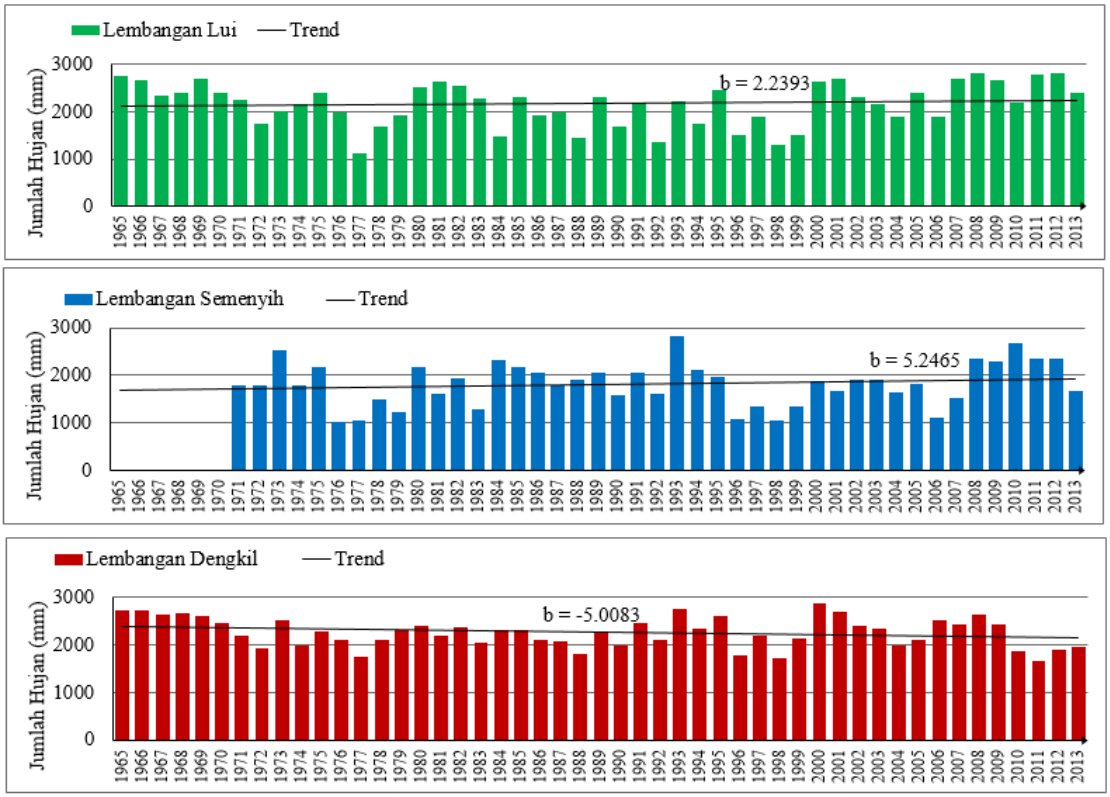



*Rajah 5.3.* Purata taburan hujan (mm) bulanan di lembangan Sungai Langat (1965 - 2009). Diadaptasi dari Hai et al. (2011)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.4*. Trend hujan (mm) di lembangan Sungai Langat antara tahun 1965 – 2013. Diadaptasi dari Hai et al. [(2011) :1965 – 2009]; DID [(2013) : 2010 – 2013 dan Semenyih]

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di samping faktor monsun, keanekaragaman pola hujan yang diterima di lembangan Sungai Langat turut dipengaruhi oleh fenomena ENSO. Dalam tempoh 1965 – 2013, Malaysia terlanda oleh ENSO dan musim kering sebanyak 26 tahun. Keseluruhan tahun El Nino memberi kesan kepada penyusutan jumlah hujan berbanding purata rekod kecuali pada tahun 1965 – 1969, 1980, 1982, 1991, 1993, 2002 dan 2009 seperti digambarkan oleh nilai skor Z dalam Jadual 5.4. Skor Z digunakan untuk memiawaikan nilai taburan hujan di mana nilai purata bersamaan 0. Ia cuba melihat serakan data daripada nilai purata mengikut nilai sisihan piawai. Sekiranya nilai Z bersifat negatif (berwarna merah), menunjukkan bahawa jumlah hujannya adalah kurang daripada purata rekod. Sekiranya skor Z bersifat positif (warna hitam), menggambarkan jumlah hujannya melebihi paras purata.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.4.

*Taburan hujan mengikut tahun El Nino*

| Lembangan | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 2750 | 2650 | 2350 | 2400 | 2700 | 2400 | 2250 | 1750 | 2020 | 2150 | 2410 | 1980 | 1130 | 1690 | 1920 | 2520 | 2640 | 2550 | 2280 | 1490 | 2300 | 1910 | 1990 | 1440 | 2295 | 1695 |
| Semenyih | | | | | | | 1782 | 1779 | 2519 | 1799 | 2161 | 1008 | 1037 | 1481 | 1238 | 2160 | 1624 | 1932 | 1295 | 2317 | 2173 | 2052 | 1795 | 1896 | 2063 | 1586 |
| Dengkil | 2730 | 2720 | 2640 | 2680 | 2615 | 2450 | 2205 | 1940 | 2508 | 1990 | 2293 | 2100 | 1745 | 2092 | 2318 | 2414 | 2198 | 2387 | 2035 | 2318 | 2324 | 2115 | 2086 | 1821 | 2293 | 1982 |
| Z-Lui | 1.31 | 1.08 | 0.41 | 0.52 | 1.19 | 0.52 | 0.19 | 0.93 | 0.33 | 0.04 | 0.55 | 0.42 | 2.32 | 1.06 | 0.55 | 0.79 | 1.06 | 0.86 | 0.26 | 1.51 | 0.30 | 0.57 | 0.39 | 1.62 | 0.29 | 1.05 |
| Z-Semenyih | | | | | | | 0.08 | 0.08 | 1.54 | 0.04 | 0.76 | 1.78 | 1.72 | 0.74 | 1.27 | 0.75 | 0.43 | 0.25 | 1.15 | 1.10 | 0.78 | 0.52 | 0.05 | 0.17 | 0.54 | 0.51 |
| Z-Dengkil | 1.51 | 1.48 | 1.22 | 1.35 | 1.13 | 0.60 | 0.20 | 1.06 | 0.79 | 0.90 | 0.09 | 0.54 | 1.69 | 0.56 | 0.17 | 0.48 | 0.22 | 0.39 | 0.75 | 0.17 | 0.19 | 0.49 | 0.58 | 1.44 | 0.09 | 0.92 |

| Lembangan | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MEAN | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 2195 | 1350 | 2230 | 1750 | 2450 | 1495 | 1880 | 1310 | 1510 | 2620 | 2695 | 2300 | 2150 | 1895 | 2400 | 1900 | 2690 | 2810 | 2650 | 2202 | 2777 | 2811 | 2391 | 2166 | 447.1 |
| Semenyih | 2050 | 1609 | 2838 | 2110 | 1951 | 1073 | 1330 | 1052 | 1347 | 1874 | 1671 | 1899 | 1895 | 1647 | 1827 | 1096 | 1508 | 2350 | 2278 | 2687 | 2337 | 2356 | 1661 | 1817 | 454.6 |
| Dengkil | 2461 | 2113 | 2766 | 2329 | 2619 | 1794 | 2206 | 1732 | 2147 | 2882 | 2697 | 2399 | 2354 | 1989 | 2115 | 2512 | 2423 | 2654 | 2418 | 1874 | 1671 | 1899 | 1965 | 2266 | 307.9 |
| Z-Lui | 0.07 | 1.82 | 0.14 | 0.93 | 0.64 | 1.50 | 0.64 | 1.91 | 1.47 | 1.02 | 1.18 | 0.30 | 0.04 | 0.61 | 0.52 | 0.59 | 1.17 | 1.44 | 1.08 | 0.08 | 1.37 | 1.44 | 0.50 | | |
| Z-Semenyih | 0.51 | 0.46 | 2.24 | 0.64 | 0.29 | 1.64 | 1.07 | 1.68 | 1.03 | 0.12 | 0.32 | 0.18 | 0.17 | 0.38 | 0.02 | 1.59 | 0.68 | 1.17 | 1.01 | 1.91 | 1.14 | 1.19 | 0.34 | | |
| Z-Dengkil | 0.63 | 0.50 | 1.63 | 0.21 | 1.15 | 1.53 | 0.19 | 1.73 | 0.39 | 2.00 | 1.40 | 0.43 | 0.29 | 0.90 | 0.49 | 0.80 | 0.51 | 1.26 | 0.49 | 1.27 | 1.93 | 1.19 | 0.98 | | |

Tahun El Nino — Kuat — Sederhana — Lemah — Musim Kering — Tahun La Nina

*Sumber maklumat tahun El Nino dan La Nina diperoleh daripada MET Malaysia (2013b) dan Melesse et al. (2011) manakala musim kering daripada Sham (1980)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 5.3 Variasi luahan sungai

Luahan sungai adalah hasil daripada interaksi ruangan lembangan terhadap air larian dan ia merupakan komponen utama dalam imbangan air tahunan sesuatu lembangan. Terdapat beberapa ciri-ciri fizikal penting yang perlu difahami sebelum meneliti rekod atau data luahan sungai secara terperinci. Ia meliputi perubahan kadar aliran sungai mengikut masa dan juga paras serta jumlah luahan di dalam sungai. Selain daripada itu sifat-sifat aliran ekstrem (aliran rendah dan aliran tinggi) mengikut masa, tempoh, kekerapan dan keamatan (magnitud) penting juga untuk difahami. Terdapat beberapa faktor yang mengawal ciri-ciri fizikal aliran sungai seperti yang telah dinyatakan dalam bahagian 4.21. Ia meliputi sifat-sifat lembangan yang dikaitkan dengan geologi, tanih, topografi, cuaca dan litupan tumbuhan, jumlah kandungan air *antecedent* tanih dan intensiti hujan. Dalam konteks pola aliran dasar semula jadi, Brutsaert (2005) menyatakan sifat alirannya dikawal oleh sifat-sifat fisiografi lembangan, agihan simpanan dalam alur sungai dan akuifer air bawah tanah, proses sejatan di lembangan, landskap geomorfologi dan jaringan alur sungai serta susun letak dan sifat akuifer riparian dan tanih hampir permukaan.

Dalam konteks penyelidikan ini, perbincangan hanya difokuskan kepada rejim aliran rendah yang sangat sesuai digunakan untuk melihat fenomena kemarau. Ini kerana sifat kemarau amat berkait dengan konsep aliran rendah (Smakhtin, 2001). Terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan untuk menentu dan menganalisis aliran rendah. Antaranya $Q_{95}$ daripada KTA, purata minimum tahunan (PMT), purata terhadap rekod data, indeks aliran dasar dan beberapa kaedah lain (WMO, 2008). Dalam penulisan ini, kaedah purata terhadap rekod data akan digunakan sebagai petunjuk aliran rendah. Kaedah ini merupakan kaedah yang biasa digunakan dalam

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



statistik hidrologi. Ia dianggarkan dengan menjumlahkan kesemua nilai luahan harian daripada data siri masa kemudian dibahagikan dengan jumlah bilangan hari rekod data siri masa.

Fokus perbincangan kepada sifat-sifat luahan aliran rendah yang meliputi purata (selepas ini digelar $Q_{mean}$) dan aliran minimum (selepas ini digelar $Q_{min}$). Aliran tinggi tidak dibincangkan kerana ia bukan menjadi fokus dalam perbincangan kemarau. Perbincangan ini mengikut harian, bulanan, tahunan dan musiman (musim kering dan musim basah). Semua analisis sama ada bersifat harian, bulanan, tahunan ataupun musiman, berpandukan nilai luahan yang telah dipadan-bandingkan dengan semua nilai $Q_{mean}$ dan purata $Q_{mean.}$

### 5.3.1 Ciri-ciri luahan harian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Luahan sungai adalah hasil daripada integrasi sifat-sifat lembangan terhadap air larian dan ia merupakan komponen utama dalam imbangan air tahunan sesuatu lembangan. Data luahan harian yang digunakan dalam analisis ini di peroleh daripada Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), Kementerian Alam sekitar dan Sumber Asli cawangan Ampang dalam unit meter padu per saat ($m^3s^{-1}$). Data luahan ini dimuat turun secara langsung daripada pangkalan data JPS menggunakan perisian NIWA Tideda 4.0 dan dieksport dalam format digital (*.txt) dan diintegrasikan dengan perisian Microsoft Excel. Data yang diperoleh ini merupakan data luahan harian yang mencakupi tempoh antara 35 - 48 tahun iaitu seawal tahun 1 Januari 1965 dan berakhir pada 31 Disember 2013. Sebanyak 4 stesen cerapan yang wujud di kawasan kajian. Ia meliputi stesen Lui (3118445), Rinching (2918401), Kajang (2917401) dan Dengkil (2816441). Data luahan harian bagi stesen Lui dan Dengkil bermula tahun 1965 - 2013, stesen Rinching

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



bermula 1975 – 2013 dan stesen Kajang 1978 - 2013. Data harian yang bermasalah ini telah melalui proses pembaikan seperti yang telah dibincangkan dalam Bab 4. Antara proses yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah data seperti kaedah purata bergerak, kaedah jisim, interpolasi, purata aritmetik dan regresi.

Dalam analisis ini, hanya aliran rendah yang akan dibincangkan. Ini kerana aliran rendah sangat sinonim dalam kajian berkaitan dengan kemarau. Ini bermaksud bahawa data-data di bawah paras purata rekod ($Q_{mean}$ rekod) dan data luahan minimum ($Q_{min}$) akan dianalisis dan dibincangkan. Data luahan purata aliran rendah seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.5. Analisis deskriptif dan pola serta trend luahan aliran rendah telah dianalisis berpandukan dua parameter. Analisis deskriptif cuba melihat pola luahan mengikut tahunan, musiman dan bulanan. Peratus serakan aliran rendah menggunakan analysis skor Z telah dilakukan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 5.5.

*Luahan aliran rendah menggunakan purata rekod ($Q_{mean}$)*

| **NO STESEN** | **NAMA** | **$Q_{min}$ ($m^3s^{-1}$)** | **$Q_{mean}$ ($m^3s^{-1}$)** |
|---|---|---|---|
| 3118445 | Lui | 0.1 | 1.8 |
| 2918401 | Rinching | 0.2 | 4.9 |
| 2917401 | Kajang | 0.7 | 8.0 |
| 2816441 | Dengkil | 2.0 | 33.4 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Perincian berkaitan taburan, pola dan trend luahan harian di lembangan Sungai Langat bagi kesemua stesen kajian seperti berikut:-

#### 5.3.1.1 Stesen 3118445 Lui

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

Nilai luahan (Q) harian yang direkodkan di stesen 3118445 Lui dalam tempoh rekod data (1965 – 2013) antara 0.13 – 20.33 $m^3s^{-1}$ di mana nilai purata ($Q_{mean\ h}$) dan sisihan piawai ($\sigma^2$) masing-masing sebanyak 1.80 $m^3s^{-1}$ dan 1.19 $m^3s^{-1}$. Nilai luahan maksimum ($Q_{max}$) harian direkodkan pada 2 November 2012 manakala luahan minimum ($Q_{min}$) harian direkodkan pada 7 April 1977. Jika dilihat mengikut tahun, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ ht}$) adalah di antara 0.67 - 2.83 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 2001 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1966. Melalui analisis skor Z, terdapat 22 tahun nilai $Q_{mean\ ht}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ di mana jumlah ini merangkumi 45.83% daripada keseluruhan tahun rekod seperti digambarkan dalam Jadual 5.6. Tahun-tahun tersebut meliputi 1972 - 1981, 1983, 1988 - 1990, 1992 - 1993, 1999, 2001, 2003 dan 2005 – 2007 (Rajah 5.5).

Jika dilihat mengikut musiman, nilai purata luahan harian pada musim basah ($Q_{mean\ hw}$) yang dicatatkan antara 1.12 - 3.39 $m^3s^{-1}$ dengan purata 2.15 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 1965. Melalui analisis skor Z, terdapat 13 tahun nilai $Q_{mean\ hw}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.6. Jumlah ini merangkumi 27.1% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1972 - 1973, 1976 - 1978, 1983 – 1984, 1992, 1996, 1999, 2004 dan 2006 seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.6. Bagi musim kering pula, purata ($Q_{mean\ hd}$) yang dicatatkan antara 0.87 - 2.48 $m^3s^{-1}$ dengan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



purata 1.57 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2011. Melalui analisis skor Z, terdapat 37 tahun nilai $Q_{mean\ hd}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.6. Jumlah ini merangkumi 77.1% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1965, 1967, 1970 - 1974, 1976 - 1980, 1982 - 1986, 1988 - 1994, 1996 - 2000, 2002 - 2007, 2009 - 2010 dan 2012 (Rajah 5.6).

Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ hb}$) yang dicatatkan antara 1.40 - 2.79 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Februari manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 7 bulan nilai $Q_{mean\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Rajah 5.7. Jumlah ini merangkumi 58.3% daripada keseluruhan bulan. Bulan-bulan tersebut meliputi Januari – Mac dan Jun – September.

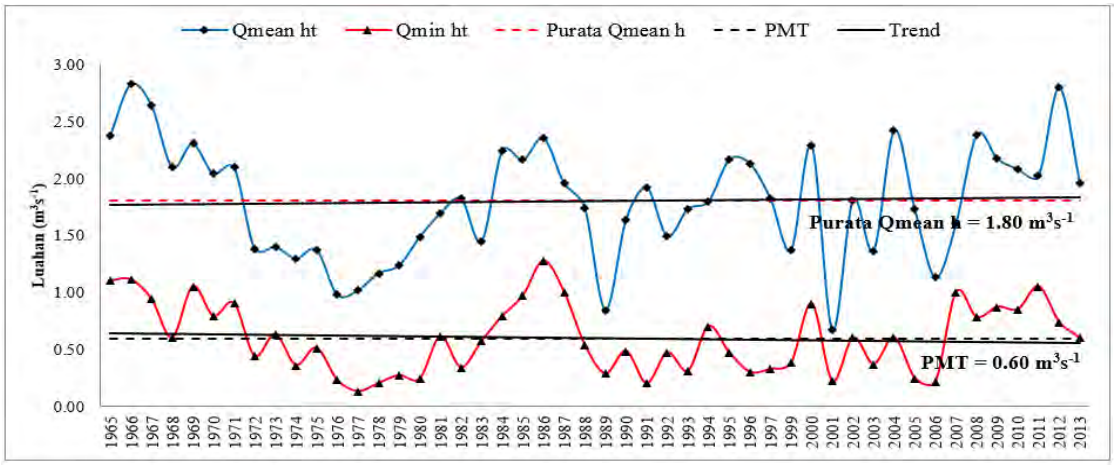
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Bagi jumlah luahan minimum harian mengikut tahunan ($Q_{min\ ht}$) pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 0.13 - 1.28 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata (PMT) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 0.60 $m^3s^{-1}$ dan 0.31 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1986. Melalui analisis skor Z, terdapat 24 tahun menunjukkan nilai $Q_{min\ ht}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.6. Jumlah ini merangkumi 50.0% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1972, 1974 - 1980, 1982 - 1983, 1988 - 1990, 1995 - 1999, 2001, 2003 dan 2005 - 2006 (Rajah 5.5).

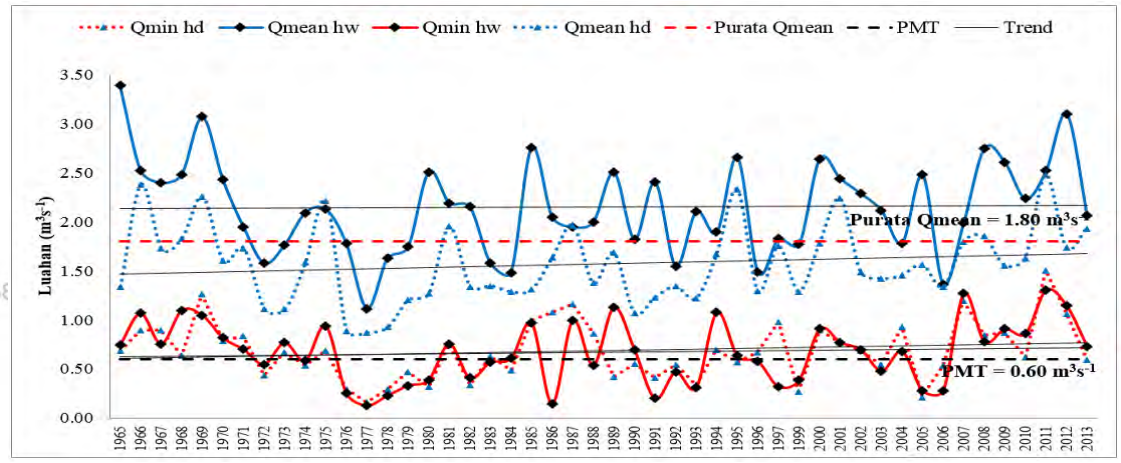
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

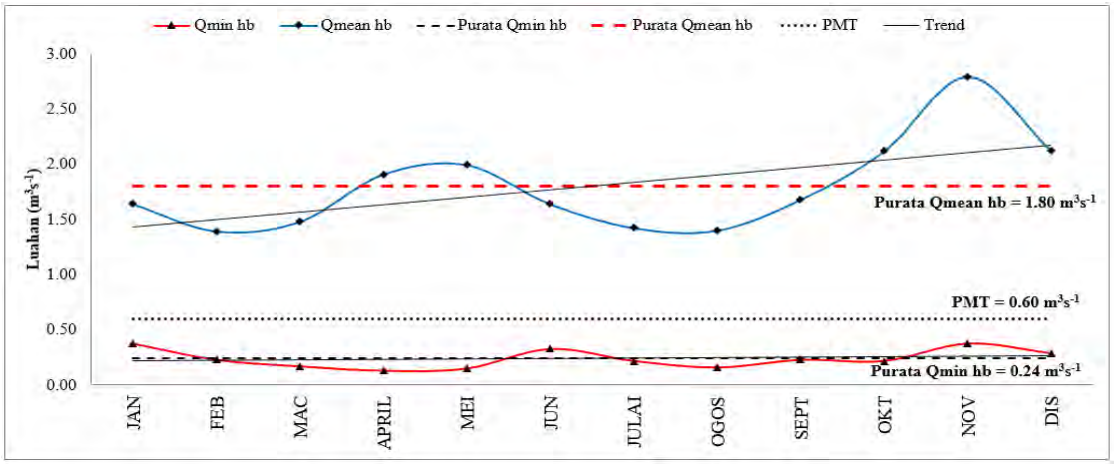





*Rajah 5.5.* Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata Q*mean* dan PMT mengikut tahun bagi stesen 3118445 Lui




*Rajah 5.6.* Pola Qmin $_{hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 3118445 Lui




*Rajah 5.7.* Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata Q , PMT dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 3118445 Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jika dilihat mengikut musiman, nilai minimum luahan harian pada musim basah ($Q_{min\ hw}$) yang dicatatkan antara 0.13 - 1.31 $m^3s^{-1}$ dengan purata 0.67 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2011. Melalui analisis skor Z, terdapat 20 tahun nilai $Q_{min\ hw}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.6. Jumlah ini merangkumi 41.7% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1972, 1974, 1976 - 1980, 1982 - 1983, 1986, 1988, 1991 - 1993, 1996 - 1999, 2003 dan 2005 – 2006 (Rajah 5.6). Bagi musim kering pula, nilai minimum harian ($Q_{min\ hd}$) yang dicatatkan antara 0.16 - 1.51 $m^3s^{-1}$ dengan purata 0.69 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2011. Melalui analisis skor Z, terdapat 19 tahun nilai $Q_{min\ hd}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.6. Jumlah ini merangkumi 39.6% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1974, 1976 - 1980, 1982, 1984, 1089 - 1993, 1995, 1999, 2003 dan 2005 – 2006 (Rajah 5.6).

Jika dilihat mengikut bulanan pula, nilai purata luahan minimum ($Q_{min\ hb}$) yang dicatatkan antara 0.13 - 0.38 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan April manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Secara keseluruhan, semua nilai berada di bawah paras PMT. Namun jika dibandingkan dengan purata $Q_{min\ hb}$, terdapat sebanyak 8 bulan nilai $Q_{min\ hb}$ berada di bawah paras purata di mana jumlah ini merangkumi 67.7% daripada keseluruhan bulan. Bulan-bulan tersebut meliputi Februari - Mei dan Julai - Oktober (Rajah 5.7).

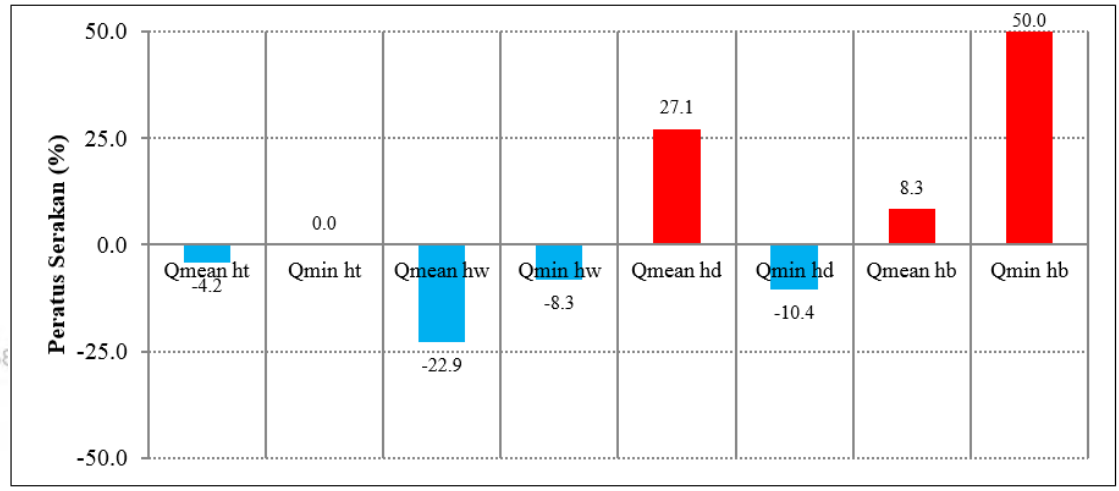
Berdasarkan kepada keseluruhan analisis terhadap parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ harian di stesen Lui, dapatlah disimpulkan bahawa corak taburan aliran rendah lebih berkelompok dalam lingkungan 25% di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ seperti

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



digambarkan dalam Rajah 5.8 dan Jadual 5.6. Apa yang boleh disimpulkan ialah terdapat 3 parameter aliran rendah yang menunjukkan taburan yang agak ekstrem iaitu $Q_{mean\ hd}$, $Q_{mean\ hb}$ dan $Q_{min\ hb}$. Ini berdasarkan kepada lebih 50% jumlah luahan bagi parameter tersebut berada di bawah paras purata. Taburan paling ekstrem ditunjukkan oleh $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di mana masing-masing terserak sekitar 50% dan 27.1%. Nilai ekstrem yang ditunjukkan oleh $Q_{mean\ hd}$ ada kaitan dengan pengaruh musim kering yang kebiasaannya mengalami curahan hujan yang rendah.




*Rajah 5.8.* Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.6.

*Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 3118445 Lui*

| TAHUNAN (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 2.37 | 2.83 | 2.64 | 2.10 | 2.30 | 2.04 | 2.10 | 1.38 | 1.40 | 1.30 | 1.37 | 0.98 | 1.02 | 1.17 | 1.23 | 1.48 | 1.69 | 1.82 | 1.45 | 2.25 | 2.16 | 2.35 | 1.96 | 1.74 | 0.84 | 1.64 | 1.92 | 1.49 |
| Qmin ht | 1.10 | 1.11 | 0.94 | 0.60 | 1.05 | 0.79 | 0.90 | 0.44 | 0.63 | 0.36 | 0.51 | 0.23 | 0.13 | 0.20 | 0.27 | 0.24 | 0.61 | 0.34 | 0.57 | 0.79 | 0.97 | 1.28 | 1.00 | 0.54 | 0.29 | 0.48 | 0.20 | 0.47 |
| Z Qmean ht | 1.14 | 2.03 | 1.66 | 0.59 | 1.00 | 0.47 | 0.59 | 0.84 | 0.80 | 1.00 | 0.85 | 1.63 | 1.56 | 1.26 | 1.12 | 0.63 | 0.22 | 0.04 | 0.70 | 0.88 | 0.71 | 1.09 | 0.31 | 0.12 | 1.90 | 0.33 | 0.23 | 0.61 |
| Z Qmin ht | 1.65 | 1.69 | 1.13 | 0.02 | 1.49 | 0.64 | 1.01 | 0.51 | 0.11 | 0.77 | 0.28 | 1.19 | 1.52 | 1.29 | 1.06 | 1.16 | 0.05 | 0.83 | 0.08 | 0.64 | 1.23 | 2.23 | 1.33 | 0.18 | 1.01 | 0.36 | 1.29 | 0.41 |

| TAHUNAN (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 1.73 | 1.80 | 2.16 | 2.13 | 1.82 | 1.37 | 2.29 | 0.67 | 1.81 | 1.36 | 2.42 | 1.73 | 1.13 | 1.61 | 2.38 | 2.17 | 2.08 | 2.02 | 2.80 | 1.96 | 0.67 | 2.83 | 1.80 | 0.50 | 2001 | 1966 | 23 |
| Qmin ht | 0.31 | 0.70 | 0.47 | 0.30 | 0.32 | 0.38 | 0.90 | 0.22 | 0.60 | 0.37 | 0.60 | 0.25 | 0.22 | 1.00 | 0.78 | 0.87 | 0.85 | 1.05 | 0.74 | 0.60 | 0.13 | 1.28 | 0.60 | 0.31 | 1977 | 1986 | 24 |
| Z Qmean ht | 0.14 | 0.01 | 0.72 | 0.65 | 0.04 | 0.85 | 0.96 | 2.24 | 0.02 | 0.87 | 1.23 | 0.15 | 1.33 | 0.38 | 1.15 | 0.74 | 0.56 | 0.44 | 1.98 | 0.31 | 2.24 | 2.03 | | | | | 51.1% |
| Z Qmin ht | 0.93 | 0.34 | 0.41 | 0.96 | 0.89 | 0.70 | 1.00 | 1.23 | 0.02 | 0.74 | 0.02 | 1.15 | 1.24 | 1.33 | 0.61 | 0.90 | 0.83 | 1.49 | 0.46 | 0.02 | 1.52 | 2.23 | | | | | 50.0% |

| MUSIM BASAH (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 3.39 | 2.53 | 2.40 | 2.49 | 3.07 | 2.43 | 1.95 | 1.58 | 1.77 | 2.09 | 2.13 | 1.78 | 1.12 | 1.63 | 1.74 | 2.51 | 2.19 | 2.16 | 1.58 | 1.48 | 2.76 | 2.05 | 1.95 | 2.00 | 2.51 | 1.82 | 2.41 | 1.55 |
| Qmin hw | 0.74 | 1.07 | 0.76 | 1.10 | 1.05 | 0.82 | 0.70 | 0.55 | 0.77 | 0.58 | 0.94 | 0.26 | 0.13 | 0.23 | 0.33 | 0.39 | 0.76 | 0.41 | 0.57 | 0.61 | 0.97 | 0.15 | 1.00 | 0.54 | 1.13 | 0.70 | 0.20 | 0.47 |
| Z Qmean w | 3.31 | 1.44 | 1.19 | 1.36 | 2.52 | 1.25 | 0.30 | 0.44 | 0.07 | 0.58 | 0.65 | 0.04 | 1.36 | 0.34 | 0.11 | 1.41 | 0.78 | 0.70 | 0.44 | 0.63 | 1.90 | 0.50 | 0.29 | 0.39 | 1.40 | 0.05 | 1.20 | 0.50 |
| Z Qmin w | 0.48 | 1.55 | 0.53 | 1.65 | 1.49 | 0.74 | 0.35 | 0.15 | 0.57 | 0.04 | 1.13 | 1.11 | 1.52 | 1.20 | 0.86 | 0.67 | 0.53 | 0.61 | 0.08 | 0.05 | 1.23 | 1.47 | 1.33 | 0.18 | 1.75 | 0.34 | 1.29 | 0.41 |

| MUSIM BASAH (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 2.11 | 1.90 | 2.66 | 1.49 | 1.83 | 1.77 | 2.65 | 2.44 | 2.29 | 2.12 | 1.78 | 2.48 | 1.37 | 1.99 | 2.75 | 2.61 | 2.24 | 2.52 | 3.10 | 2.07 | 1.12 | 3.39 | 2.15 | 0.48 | 1977 | 1965 | 13 |
| Qmin hw | 0.31 | 1.08 | 0.63 | 0.58 | 0.32 | 0.39 | 0.91 | 0.77 | 0.70 | 0.48 | 0.68 | 0.28 | 0.28 | 1.27 | 0.78 | 0.91 | 0.86 | 1.31 | 1.15 | 0.73 | 0.13 | 1.31 | 0.67 | 0.31 | 1977 | 2011 | 20 |
| Z Qmean w | 0.63 | 0.20 | 1.79 | 0.66 | 0.06 | 0.07 | 1.76 | 1.34 | 1.02 | 0.66 | 0.04 | 1.41 | 0.90 | 0.40 | 1.98 | 1.68 | 0.91 | 1.51 | 2.71 | 0.55 | 1.36 | 3.31 | | | | | 27.1% |
| Z Qmin w | 0.92 | 1.56 | 0.13 | 0.05 | 0.88 | 0.67 | 1.01 | 0.57 | 0.34 | 0.37 | 0.28 | 1.02 | 1.02 | 2.16 | 0.59 | 1.01 | 0.86 | 2.29 | 1.77 | 0.43 | 1.52 | 2.29 | | | | | 41.7% |

| MUSIM KERING (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 1.34 | 2.38 | 1.73 | 1.84 | 2.26 | 1.60 | 1.73 | 1.12 | 1.11 | 1.59 | 2.22 | 0.89 | 0.87 | 0.93 | 1.21 | 1.27 | 1.95 | 1.34 | 1.35 | 1.29 | 1.31 | 1.64 | 1.97 | 1.38 | 1.69 | 1.08 | 1.23 | 1.34 |
| Qmin hd | 0.69 | 0.89 | 0.90 | 0.64 | 1.26 | 0.79 | 0.84 | 0.44 | 0.67 | 0.54 | 0.69 | 0.30 | 0.16 | 0.30 | 0.47 | 0.32 | 0.76 | 0.34 | 0.63 | 0.49 | 1.00 | 1.08 | 1.16 | 0.86 | 0.42 | 0.55 | 0.41 | 0.55 |
| Z Qmean d | 1.16 | 1.46 | 0.18 | 0.09 | 1.16 | 0.50 | 0.17 | 1.73 | 1.75 | 0.54 | 1.05 | 2.30 | 2.35 | 2.21 | 1.50 | 1.34 | 0.38 | 1.16 | 1.14 | 1.29 | 1.24 | 0.42 | 0.42 | 1.07 | 0.29 | 1.83 | 1.43 | 1.16 |
| Z Qmin d | 0.32 | 1.01 | 1.02 | 0.15 | 2.26 | 0.66 | 0.82 | 0.53 | 0.27 | 0.19 | 0.31 | 1.00 | 1.48 | 1.01 | 0.43 | 0.92 | 0.55 | 0.87 | 0.12 | 0.35 | 1.38 | 1.65 | 1.92 | 0.90 | 0.60 | 0.15 | 0.63 | 0.15 |

| MUSIM KERING (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 1.22 | 1.68 | 2.33 | 1.30 | 1.75 | 1.29 | 1.79 | 2.24 | 1.49 | 1.42 | 1.46 | 1.57 | 1.34 | 1.80 | 1.85 | 1.55 | 1.63 | 2.48 | 1.74 | 1.94 | 0.87 | 2.48 | 1.57 | 0.40 | 1977 | 2011 | 37 |
| Qmin hd | 0.34 | 0.70 | 0.57 | 0.67 | 0.98 | 0.27 | 0.90 | 0.77 | 0.69 | 0.55 | 0.93 | 0.22 | 0.54 | 1.20 | 0.85 | 0.87 | 0.62 | 1.51 | 1.06 | 0.60 | 0.16 | 1.51 | 0.69 | 0.29 | 1977 | 2011 | 19 |
| Z Qmean d | 1.46 | 0.32 | 1.34 | 1.27 | 0.12 | 1.29 | 0.04 | 1.11 | 0.79 | 0.95 | 0.87 | 0.60 | 1.18 | 0.01 | 0.13 | 0.62 | 0.43 | 1.72 | 0.15 | 0.34 | 2.35 | 1.72 | | | | | 77.1% |
| Z Qmin d | 0.87 | 0.36 | 0.07 | 0.26 | 1.31 | 1.09 | 1.04 | 0.61 | 0.32 | 0.17 | 1.15 | 1.29 | 0.20 | 2.04 | 0.87 | 0.93 | 0.09 | 3.11 | 1.59 | 0.02 | 1.48 | 3.11 | | | | | 39.6% |

Tahun El Nino | Kuat | Sederhana | Lemah | Musim Kering | Tahun La Nina

Nota : <*Mean* dikira berdasarkan purata $Q_{mean}$ harian tempoh rekod

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Berpandukan pada siri masa 48-tahun dan 12-bulan, pola luahan $Q_{mean\ ht}$, $Q_{mean\ hb}$, $Q_{mean\ hw}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di stesen Lui secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.8. Walaupun trend-trend meningkat yang dihasilkan oleh nilai purata luahan tersebut, namun kesemuanya adalah tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05 kecuali luahan $Q_{mean\ ht}$ menunjukkan trend yang signifikan pada aras keyakinan 0.1. Ini bermaksud tahap kebolehpercayaan terhadap trend yang ditunjukkan oleh $Q_{mean\ ht}$ adalah sekitar 90%.

Namun jika dilihat pola dalaman iaitu antara bulan-bulan dan antara tahun-tahun, wujud beberapa trend menurun berselang dengan trend menaik. Bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman, terdapat trend menurun dan menaik diperhatikan. Trend menurun ditunjukkan bermula tahun 1966 – 1977 manakala trend menaik antara 1977 – 2013 (Rajah 5.6). Bagi tempoh tahunan, terdapat dua trend menurun dan menaik. Trend menurun ditunjukkan antara tahun 1966 - 1976 dan 1986 – 1989 manakala trend menaik antara 1976 - 1986 dan 1989 – 2013 (Rajah 5.5). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, juga terdapat dua trend menurun dan menaik. Trend menaik berlaku antara bulan Februari - Mei dan Ogos - November manakala trend menurun dikenal pasti berlaku antara bulan November - Februari dan Mei – Ogos (Rajah 5.7).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Bagi pola luahan $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hb}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hd}$ di stesen Lui, pola keseluruhannya menunjukkan trend menaik kecuali $Q_{min\ ht}$. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z (Jadual 5.7). Trend-trend meningkat dan menurun yang ditunjukkan oleh luahan $Q_{min}$ ini bagaimanapun tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05. Ini menunjukkan bahawa tidak terdapat satupun trend $Q_{min}$ yang dapat diyakini pada aras 90% kebolehpercayaan.

Jadual 5.7.

*Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 3118445 Lui*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ ht}$ | 1.85 | 0.057 | 0.0013 | Meningkat | Ya$^{+}$ |
| $Q_{mean\ hw}$ | 0.35 | 0.001 | 0.0008 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hd}$ | 1.61 | 0.007 | 0.0043 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hb}$ | 0.62 | 0.007 | 0 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ ht}$ | -0.52 | -0.002 | -0.0016 | Menurun | Tidak |
| $Q_{min\ hw}$ | 0.43 | 0.002 | 0.002 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ hd}$ | 0.82 | 0.003 | 0.0033 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ hb}$ | 0.42 | 0.003 | 0.056 | Meningkat | Tidak |

$^{*}$Signifikan pada aras α = 0.1;

Namun jika dilihat pola dalaman, bagi siri masa 48-tahun (siri 48-tahun merujuk kepada tempoh tahun antara 1963 – 2013) bagi tempoh musiman dan tahunan, terdapat trend menurun dan menaik yang diperhatikan di mana trend ini selari dengan trend $Q_{mean\ hw}$ dan $Q_{mean\ hd}$. Trend menurun ditunjukkan bermula tahun 1966 – 1977 manakala trend menaik antara 1977 – 2013 (Rajah 5.5 dan 5.6). Bagi pola dalaman ada siri masa

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



12-bulan pula, trend nya agak berselang seli antara pola menurun dan pola menaik. Pola menaik dicatatkan pada bulan April - Jun, Ogos - September, Oktober - November dan Disember - Januari manakala pola menurun dikenal pasti berlaku pada Januari - April, Jun - Ogos, September - Oktober dan November - Disember (Rajah 5.7).

Daripada penjelasan di atas, dapatlah disimpulkan bahawa trend aliran $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen Lui secara keseluruhannya menunjukkan trend yang meningkat. Namun hanya $Q_{mean\ ht}$ menunjukkan peratus kebolehpercayaan sebanyak 90%. Trend meningkat ini ada kaitan dengan trend curahan hujan di lembangan Lui yang turut menunjukkan trend meningkat seperti dibincangkan oleh Hai et al. (2011), seperti digambarkan oleh nilai positif pekali kecerunan regresi b = 2.239 dalam Rajah 5.4. Namun darjah hubungan peningkatan trend tersebut adalah sederhana seperti digambarkan oleh nilai korelasi Pearson iaitu r = 0.35.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

#### 5.3.1.2 Stesen 2918401 Rinching

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

Bagi Stesen 2918401 Rinching, nilai luahan (Q) harian yang direkodkan dalam tempoh rekod data (1975 – 2013) antara 0.40- 36.28 $m^3s^{-1}$ di mana nilai purata ($Q_{mean\ h}$) dan sisihan piawai ($\sigma^2$) masing-masing sebanyak 4.91 $m^3s^{-1}$ dan 3.24 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{max}$ harian direkodkan pada 4 November 2012 manakala $Q_{min}$ harian direkodkan pada 6 Ogos 2006. Jika dilihat mengikut tahun, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ ht}$) antara 2.79 - 7.54 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1993. Melalui analisis skor Z, terdapat 17 tahun nilai $Q_{mean\ ht}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.8. Jumlah ini merangkumi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



44.7% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1976 - 1979, 1981, 1983, 1990, 1992, 1996 - 1999, 2001, 2004 - 2007 dan 2013 (Rajah 5.9).

Jika dilihat mengikut musiman, nilai purata luahan harian pada musim basah ($Q_{mean\ hw}$) yang dicatatkan antara 2.93 - 9.31 $m^3s^{-1}$ dengan purata 5.54 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 1993. Melalui analisis skor Z, terdapat 14 tahun nilai $Q_{mean\ hw}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.8. Jumlah ini merangkumi 36.8% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1976 - 1979, 1983, 1990, 1992, 1996 - 1999, 2001, 2006 - 2007 dan 2013 (Rajah 5.10). Bagi musim kering pula, purata ($Q_{mean\ hd}$) yang dicatatkan antara 2.02 - 6.47 $m^3s^{-1}$ dengan purata 4.03 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2010. Melalui analisis skor Z, terdapat 30 tahun nilai $Q_{mean\ hd}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.8. Jumlah ini merangkumi 78.9% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1976 - 1983, 1985 - 1990, 1992, 1995 - 2001, 2003 - 2007, 2009 dan 2011 - 2013 (Rajah 5.10).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ hb}$) yang dicatatkan antara 3.46 - 7.42 $m^3s^{-1}$ Nilai $Q_{mean\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 7 bulan nilai $Q_{mean\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Rajah 5.11. Jumlah ini merangkumi 58.3% daripada keseluruhan bulan. Bulan-bulan tersebut meliputi Januari – Mac dan Jun - September.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



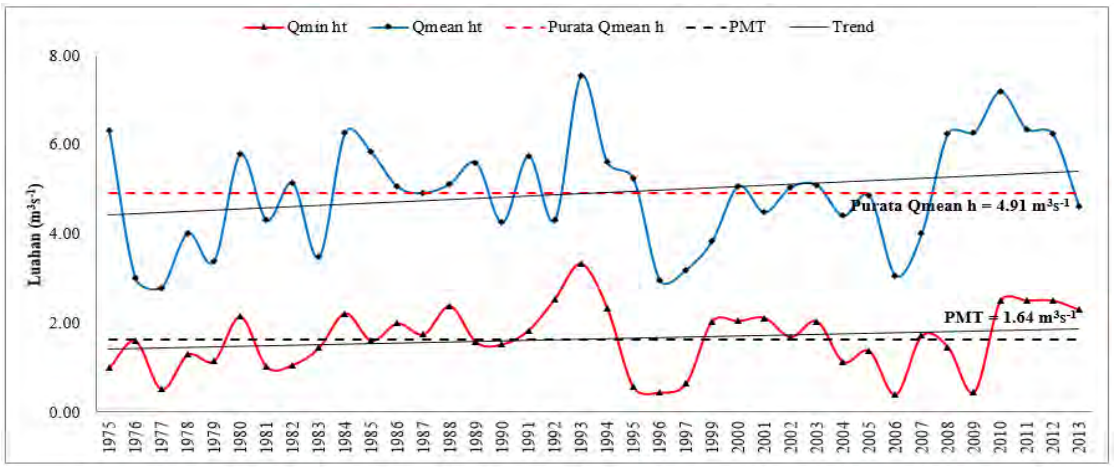
Bagi jumlah luahan minimum harian mengikut tahunan ($Q_{min\ ht}$) pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 0.40 - 3.33 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata (PMT) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 1.64 $m^3s^{-1}$ dan 0.71 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 2006 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1993. Melalui analisis skor Z, terdapat 19 tahun nilai $Q_{min\ ht}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.8. Jumlah ini merangkumi 50.0% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1975 - 1979, 1981 - 1983, 1985, 1989 - 1990, 1995 - 1997, 2004 - 2006 dan 2008 - 2009 (Rajah 5.9).

Jika dilihat mengikut musiman, nilai minimum luahan harian pada musim basah ($Q_{min\ hw}$) yang dicatatkan antara 0.45 - 3.40 $m^3s^{-1}$ dengan purata 1.87 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2010. Melalui analisis skor Z, terdapat 15 tahun nilai $Q_{min\ hw}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.8. Jumlah ini merangkumi 39.5% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1977 - 1979, 1981, 1983, 1985, 1989 - 1990, 1995 - 1997, 2004, 2006 dan 2008 – 2009 (Rajah 5.10). Bagi musim kering pula, nilai minimum harian ($Q_{min\ hd}$) yang dicatatkan antara 0.40 - 3.85 $m^3s^{-1}$ dengan purata 1.96 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 2006 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 1991. Melalui analisis skor Z, terdapat 13 tahun nilai $Q_{min\ hd}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.8. Jumlah ini merangkumi 34.2% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1975 - 1977, 1979, 1981 - 1983, 1995 - 1997, 2005 - 2006 dan 2009 (Rajah 5.10).

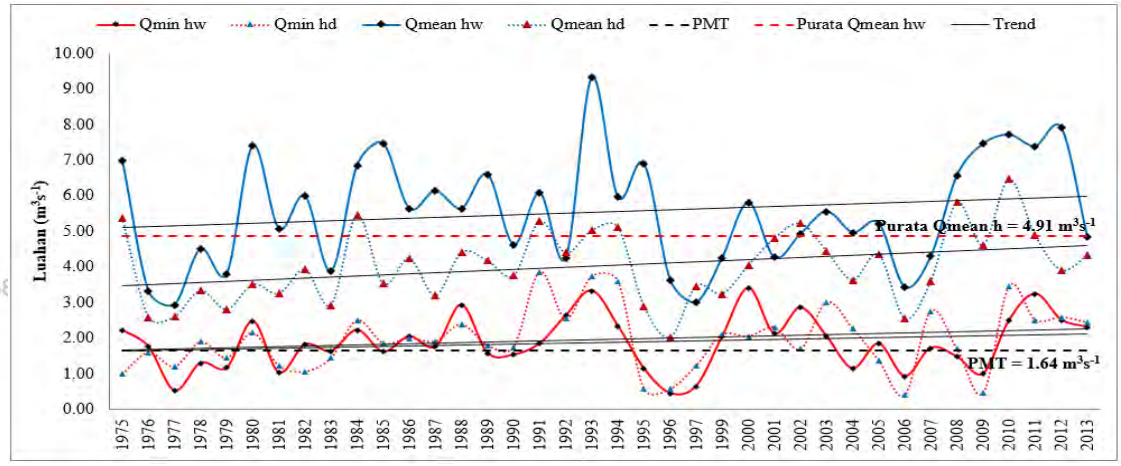
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

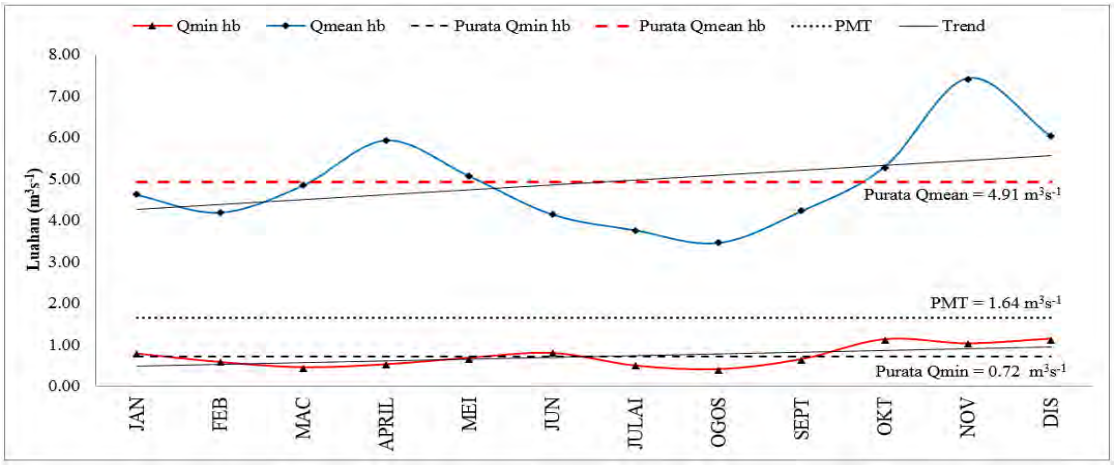





*Rajah 5.9*. Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2918401 Rinching.




*Rajah 5.10*. Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2918401 Rinching




*Rajah 5.11*. Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$, PMT dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 2918401 Rinching

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



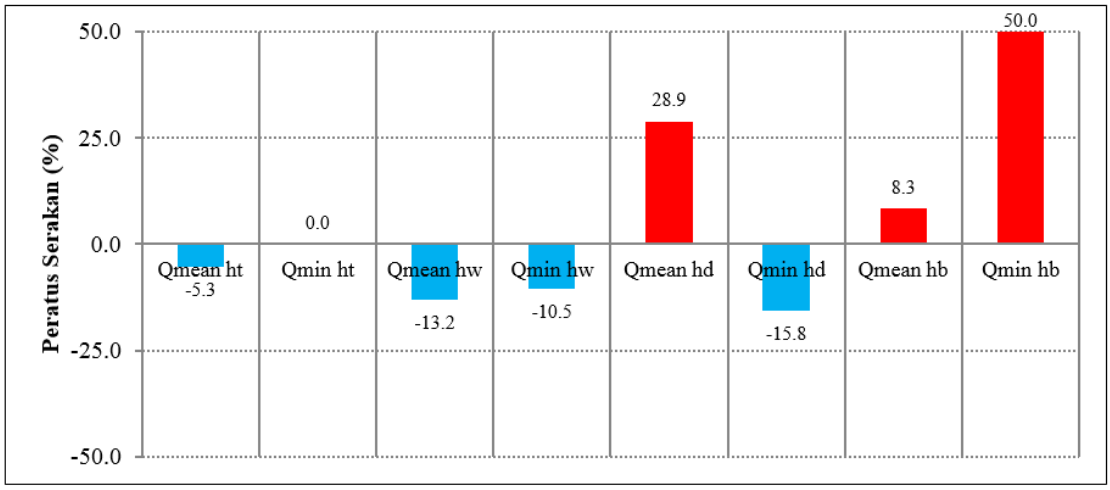
Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan minimum ($Q_{min\ hb}$) yang dicatatkan antara 0.40 - 1.14 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan Disember. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 7 bulan nilai $Q_{min\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{min\ hb}$ seperti digambarkan dalam Rajah 5.11. Jumlah ini merangkumi 58.3% daripada keseluruhan bulan. Bulan-bulan tersebut meliputi Februari - Mei dan Julai – September. Namun jika dibandingkan dengan nilai PMT, keseluruhan nilai $Q_{min\ hb}$ adalah lebih rendah daripada nilai PMT.

Berdasarkan kepada keseluruhan analisis terhadap parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ harian di stesen Rinching, dapatlah disimpulkan bahawa corak taburan aliran rendah lebih berkelompok dalam lingkungan 25% di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ seperti digambarkan dalam Rajah 5.12 dan Jadual 5.8. Apa yang boleh disimpulkan ialah terdapat 3 parameter aliran rendah yang menunjukkan taburan yang agak ekstrem iaitu $Q_{mean\ hd}$, $Q_{mean\ hb}$ dan $Q_{min\ hb}$. Ini berdasarkan kepada lebih 50% jumlah luahan bagi parameter tersebut berada di bawah paras purata. Taburan paling ekstrem ditunjukkan oleh $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di mana masing-masing terserak sekitar 50% dan 28.9%. Nilai ekstrem yang ditunjukkan oleh $Q_{mean\ hd}$ ada kaitan dengan pengaruh musim kering yang kebiasaannya mengalami curahan hujan yang rendah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.12*. Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ di stesen Rinching.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.8.

*Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 2918401 Rinching*

| TAHUNAN (a) | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 6.32 | 3.01 | 2.79 | 4.02 | 3.38 | 5.78 | 4.31 | 5.14 | 3.48 | 6.27 | 5.83 | 5.06 | 4.92 | 5.13 | 5.60 | 4.26 | 5.75 | 4.31 | 7.54 | 5.61 | 5.24 | 2.96 | 3.19 |
| Qmin ht | 1.00 | 1.60 | 0.52 | 1.29 | 1.16 | 2.14 | 1.02 | 1.06 | 1.44 | 2.22 | 1.61 | 1.99 | 1.75 | 2.38 | 1.57 | 1.52 | 1.84 | 2.54 | 3.33 | 2.33 | 0.56 | 0.45 | 0.64 |
| Z Qmean ht | 1.14 | 1.60 | 1.78 | 0.77 | 1.29 | 0.69 | 0.52 | 0.15 | 1.22 | 1.09 | 0.73 | 0.09 | 0.03 | 0.15 | 0.53 | 0.57 | 0.66 | 0.53 | 2.14 | 0.54 | 0.24 | 1.64 | 1.45 |
| Z Qmin ht | 0.90 | 0.06 | 1.59 | 0.49 | 0.69 | 0.71 | 0.87 | 0.82 | 0.28 | 0.82 | 0.05 | 0.50 | 0.15 | 1.05 | 0.10 | 0.16 | 0.28 | 1.28 | 2.38 | 0.98 | 1.52 | 1.69 | 1.41 |

| TAHUNAN (b) | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 3.83 | 5.07 | 4.49 | 5.05 | 5.09 | 4.41 | 4.86 | 3.06 | 4.01 | 6.25 | 6.28 | 7.19 | 6.35 | 6.25 | 4.62 | 2.79 | 7.54 | 4.95 | 1.21 | 1977 | 1993 | 18 |
| Qmin ht | 2.04 | 2.05 | 2.12 | 1.69 | 2.04 | 1.14 | 1.38 | 0.40 | 1.72 | 1.47 | 0.46 | 2.50 | 2.50 | 2.51 | 2.30 | 0.40 | 3.33 | 1.64 | 0.71 | 2006 | 1993 | 19 |
| Z Qmin ht | 0.92 | 0.10 | 0.38 | 0.08 | 0.12 | 0.45 | 0.08 | 1.56 | 0.78 | 1.08 | 1.10 | 1.85 | 1.16 | 1.07 | 0.27 | 1.75 | 2.39 | | | | | 47.4% |
| Z Qmean ht | 0.57 | 0.57 | 0.67 | 0.07 | 0.57 | 0.71 | 0.37 | 1.75 | 0.11 | 0.25 | 1.67 | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 0.93 | 1.75 | 2.17 | | | | | 50.0% |

| MUSIM BASAH (a) | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 6.99 | 3.32 | 2.93 | 4.50 | 3.79 | 7.40 | 5.07 | 5.99 | 3.87 | 6.84 | 7.46 | 5.63 | 6.13 | 5.64 | 6.60 | 4.62 | 6.07 | 4.24 | 9.31 | 5.96 | 6.89 | 3.63 | 3.00 |
| Qmin hw | 2.22 | 1.75 | 0.52 | 1.29 | 1.16 | 2.46 | 1.02 | 1.81 | 1.63 | 2.22 | 1.61 | 2.04 | 1.75 | 2.92 | 1.57 | 1.52 | 1.84 | 2.63 | 3.33 | 2.33 | 1.13 | 0.45 | 0.64 |
| Z Qmean w | 1.31 | 1.05 | 1.30 | 0.29 | 0.74 | 1.57 | 0.08 | 0.67 | 0.70 | 1.22 | 1.61 | 0.44 | 0.76 | 0.44 | 1.06 | 0.21 | 0.72 | 0.45 | 2.80 | 0.65 | 1.25 | 0.84 | 1.25 |
| Z Qmin w | 0.76 | 0.14 | 1.48 | 0.46 | 0.64 | 1.09 | 0.82 | 0.22 | 0.02 | 0.76 | 0.04 | 0.53 | 0.14 | 1.70 | 0.09 | 0.15 | 0.26 | 1.31 | 2.23 | 0.92 | 0.67 | 1.58 | 1.32 |

| MUSIM BASAH (b) | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 4.25 | 5.80 | 4.26 | 4.92 | 5.55 | 4.96 | 5.22 | 3.43 | 4.29 | 6.56 | 7.45 | 7.70 | 7.39 | 7.90 | 4.83 | 2.93 | 9.31 | 5.62 | 1.56 | 1977 | 1993 | 15 |
| Qmin hw | 2.04 | 3.40 | 2.12 | 2.85 | 2.04 | 1.14 | 1.83 | 0.92 | 1.72 | 1.47 | 0.99 | 2.50 | 3.24 | 2.51 | 2.30 | 0.45 | 3.40 | 1.78 | 0.76 | 1996 | 2000 | 15 |
| Z Qmean w | 0.45 | 0.54 | 0.44 | 0.02 | 0.39 | 0.01 | 0.17 | 0.98 | 0.42 | 1.04 | 1.61 | 1.77 | 1.57 | 1.90 | 0.08 | 1.51 | 2.22 | | | | | 39.5% |
| Z Qmin w | 0.53 | 2.33 | 0.63 | 1.60 | 0.53 | 0.66 | 0.25 | 0.95 | 0.10 | 0.23 | 0.86 | 1.14 | 2.11 | 1.14 | 0.87 | 0.82 | 1.82 | | | | | 39.5% |

| MUSIM KERING (a) | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 5.38 | 2.58 | 2.60 | 3.33 | 2.80 | 3.51 | 3.25 | 3.93 | 2.93 | 5.47 | 3.53 | 4.24 | 3.20 | 4.41 | 4.17 | 3.75 | 5.28 | 4.40 | 5.03 | 5.12 | 2.89 | 2.02 | 3.46 |
| Qmin hd | 1.00 | 1.60 | 1.20 | 1.89 | 1.44 | 2.14 | 1.23 | 1.06 | 1.44 | 2.50 | 1.86 | 1.99 | 1.91 | 2.38 | 1.80 | 1.74 | 3.85 | 2.54 | 3.73 | 3.59 | 0.56 | 0.57 | 1.23 |
| Z Qmean d | 0.42 | 2.32 | 2.30 | 1.58 | 2.10 | 1.41 | 1.66 | 1.00 | 1.98 | 0.51 | 1.39 | 0.69 | 1.71 | 0.53 | 0.76 | 1.17 | 0.33 | 0.54 | 0.08 | 0.16 | 2.01 | 2.86 | 1.45 |
| Z Qmin d | 0.33 | 0.02 | 0.23 | 0.13 | 0.10 | 0.26 | 0.21 | 0.30 | 0.10 | 0.44 | 0.11 | 0.18 | 0.14 | 0.38 | 0.08 | 0.05 | 1.14 | 0.46 | 1.07 | 1.00 | 0.55 | 0.55 | 0.21 |

| MUSIM KERING (b) | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 3.24 | 4.05 | 4.80 | 5.22 | 4.45 | 3.63 | 4.35 | 2.55 | 3.60 | 5.81 | 4.62 | 6.47 | 4.89 | 3.91 | 4.33 | 2.02 | 6.47 | 4.00 | 1.02 | 1996 | 2010 | 30 |
| Qmin hd | 2.09 | 2.05 | 2.30 | 1.69 | 3.01 | 2.27 | 1.38 | 0.40 | 2.75 | 1.69 | 0.46 | 3.46 | 2.50 | 2.59 | 2.43 | 0.40 | 3.85 | 1.95 | 0.88 | 2006 | 1991 | 13 |
| Z Qmean d | 1.67 | 0.88 | 0.14 | 0.27 | 0.49 | 1.29 | 0.59 | 2.35 | 1.31 | 0.85 | 0.32 | 1.48 | 0.06 | 1.01 | 0.60 | 1.39 | 2.47 | | | | | 78.9% |
| Z Qmin d | 0.23 | 0.21 | 0.34 | 0.03 | 0.70 | 0.32 | 0.14 | 0.64 | 0.57 | 0.03 | 0.61 | 0.93 | 0.44 | 0.49 | 0.41 | 2.71 | 1.46 | | | | | 34.2% |

Tahun El Nino — Kuat — Sederhana — Lemah — Musim Kering — Tahun La Nina

Nota : <Mean dikira berdasarkan purata harian $Q_{mean}$ tempoh rekod

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Berpandukan pada siri masa 48-tahun dan 12-bulan, pola luahan $Q_{mean\ ht}$, $Q_{mean\ hb}$, $Q_{mean\ hw}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di stesen Rinching secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.9. Walaupun trend-trend yang dihasilkan oleh nilai-nilai purata luahan tersebut adalah meningkat, namun kesemuanya adalah tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05 kecuali luahan $Q_{mean\ hd}$.

Namun jika dilihat pola dalaman iaitu antara bulan-bulan dan antara tahun-tahun, wujud beberapa trend menurun berselang dengan trend menaik. Bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman dan tahunan, terdapat dua trend menaik dan satu trend menurun yang wujud. Trend menurun ditunjukkan antara tahun 1993 - 1996 manakala trend menaik antara 1975 - 1993 dan 1996 - 2003 (Rajah 5.9 dan Rajah 5.10). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, juga terdapat dua trend menurun dan menaik. Trend menaik berlaku antara bulan Februari - April dan Ogos - November manakala trend menurun dikenal pasti berlaku antara bulan November - Februari dan April – Ogos (Rajah 5.11).

Bagi pola luahan $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hb}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hd}$ di stesen Rinching, pola keseluruhannya menunjukkan trend menaik. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z kecuali $Q_{min\ ht}$ (Jadual 5.9). Trend-trend meningkat dan menurun yang ditunjukkan oleh luahan $Q_{min}$ ini bagaimanapun tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05 kecuali luahan $Q_{mean\ hd}$. Bagi parameter $Q_{min\ hd}$, trend nya adalah signifikan pada aras keyakinan 0.1.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.9.

*Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 2918401 Rinching.*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ ht}$ | 1.21 | 0.023 | 0.026 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hw}$ | 1.03 | 0.024 | 0.023 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hd}$ | 2.19 | 0.035 | 0.030 | Meningkat | Ya |
| $Q_{mean\ hb}$ | 0.89 | 0.111 | 0.125 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ ht}$ | 1.61 | 0.017 | 0.012 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ hw}$ | 1.01 | 0.014 | 0.013 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ hd}$ | 1.76 | 0.022 | 0.016 | Meningkat | Ya* |
| $Q_{min\ hb}$ | 1.44 | 0.048 | 0.054 | Meningkat | Tidak |

*Signifikan pada aras α = 0.1

05-4506832 Perpustakaan Tuanku Bainun ptbupsi

Namun jika dilihat pola dalaman, bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman dan tahunan, terdapat trend menurun dan menaik yang trend menurun ditunjukkan antara tahun 1993 - 1996 dan 2000 – 2009 manakala trend menaik antara 1975 - 1993, 2009 - 2013 (Rajah 5.9 dan Rajah 5.10). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, trend nya agak berselang seli antara pola menurun dan pola menaik. Pola menaik dicatatkan antara bulan Mac - Jun dan Ogos – Oktober manakala pola menurun berlaku antara bulan Disember - Mac dan Jun - Ogos (Rajah 5.11).

Daripada penjelasan di atas, trend aliran $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen Rinching secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat dengan $Q_{mean\ hd}$ dan $Q_{min\ hd}$ masing-masing mempunyai tahap kebolehpercayaan sebanyak 95% dan 90%.Trend meningkat ini ada kaitan dengan trend curahan hujan di lembangan Semenyih yang juga turut menunjukkan trend meningkat seperti digambarkan oleh nilai positif pekali

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kecerunan regresi b = 5.246 seperti digambarkan dalam Rajah 5.4. Hubungan peningkatan trend tersebut adalah kuat seperti digambarkan oleh nilai korelasi Pearson iaitu r = 0.99.

#### 5.3.1.3 Stesen 2917401 Kajang

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

Bagi stesen 2917401 Kajang, nilai luahan (Q) harian yang direkodkan dalam tempoh rekod data (1978 – 2013) antara 0.72 - 218.39 $m^3s^{-1}$ di mana nilai purata ($Q_{mean\ h}$) dan sisihan piawai ($\sigma^2$) masing-masing sebanyak 8.01 $m^3s^{-1}$ dan 8.59 $m^3s^{-1}$. Nilai luahan $Q_{max}$ harian direkodkan pada 27 Jun 2009 manakala luahan $Q_{min}$ harian direkodkan pada 15 Februari 2002. Jika dilihat mengikut tahun, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ ht}$) antara 4.79 - 12.14 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2004. Melalui analisis skor Z, terdapat 20 tahun nilai $Q_{mean\ ht}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.10. Jumlah ini merangkumi 57.1% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1978 - 1980, 1983, 1985 - 1988, 1990, 1992 - 1997, 2002 - 2003, 2005 - 2006 dan 2010 (Rajah 5.13).

Jika dilihat mengikut musiman, nilai purata luahan harian pada musim basah ($Q_{mean\ hw}$) yang dicatatkan antara 5.48 - 16.90 $m^3s^{-1}$ dengan purata 9.54 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2004. Melalui analisis skor Z, terdapat 9 tahun nilai $Q_{mean\ hw}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.10. Jumlah ini merangkumi 25.7% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1980, 1983, 1986, 1990, 1992, 1994, 1996, 2003 dan 2010 (Rajah 5.14). Bagi musim kering pula, purata ($Q_{mean\ hd}$) yang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dicatatkan antara 2.94 - 10.07 $m^3s^{-1}$ dengan purata 5.92 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 2002 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2009. Melalui analisis skor Z, terdapat 32 tahun nilai $Q_{mean\ hd}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.10. Jumlah ini merangkumi 91.4% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1978 - 1999, 2002 - 2008 dan 2010 - 2013 (Rajah 5.14).

Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ hb}$) yang dicatatkan antara 5.10 - 14.02 $m^3s^{-1}$ Nilai $Q_{mean\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 6 bulan nilai $Q_{mean\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.15 Jumlah ini merangkumi 50.0% daripada keseluruhan bulan. Bulan-bulan tersebut meliputi Januari - Mac dan Jun – Ogos.

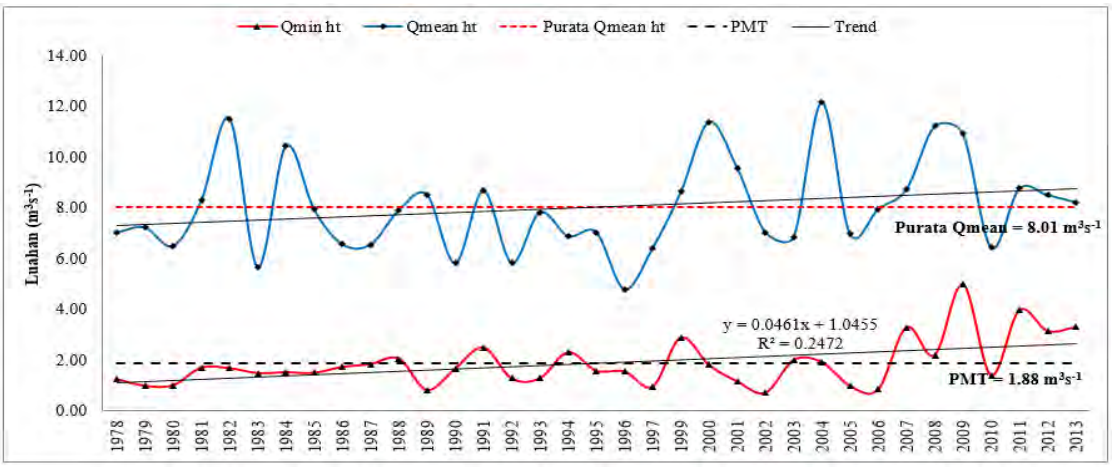
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Bagi jumlah luahan minimum harian mengikut tahunan ($Q_{min\ ht}$) pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 0.72 - 5.00 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata (PMT) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 1.88 $m^3s^{-1}$ dan 0.95 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 2002 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2009. Melalui analisis skor Z, terdapat 23 tahun nilai $Q_{min\ ht}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.10. Jumlah ini merangkumi 65.7% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1978 - 1987, 1989 - 1990, 1992 - 1993, 1995 - 1997, 2000 - 2002, 2005 - 2006 dan 2010 (Rajah 5.13).

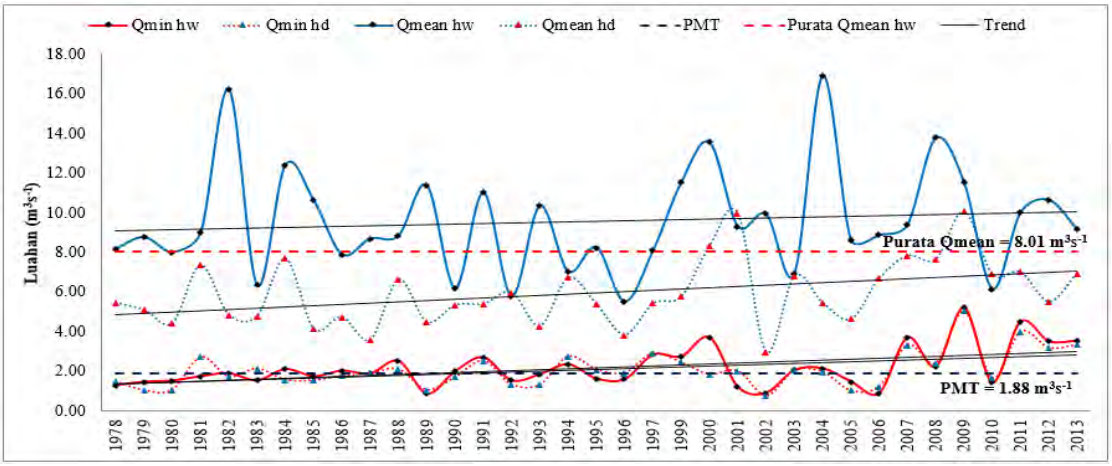
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

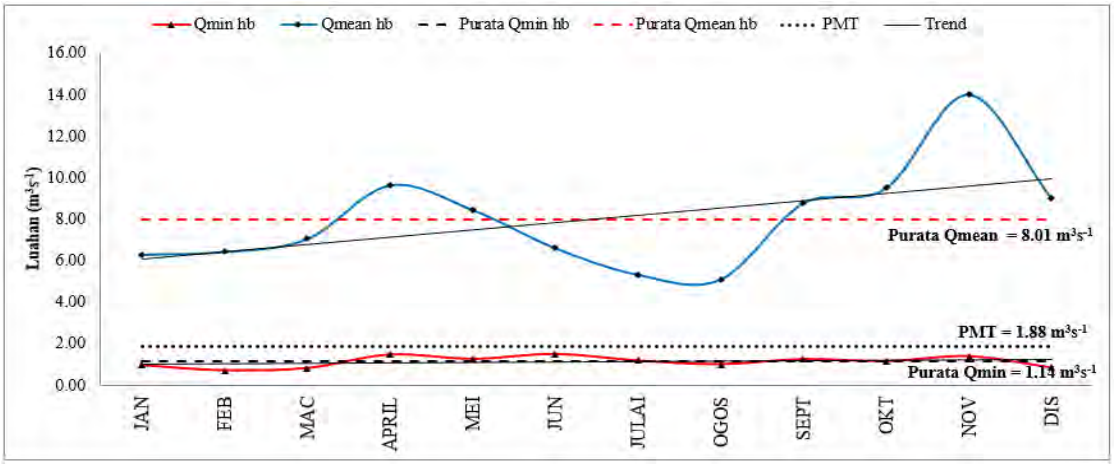





*Rajah 5.13*. Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2917401 Kajang




*Rajah 5.14*. Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2917401 Kajang




*Rajah 5.15*. Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 2917401 Kajang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jika dilihat mengikut musiman, nilai minimum luahan harian pada musim basah ($Q_{min\ hw}$) yang dicatatkan antara 0.83 - 5.18 $m^3s^{-1}$ dengan purata 2.15 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1989 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2009. Melalui analisis skor Z, terdapat 18 tahun nilai $Q_{min\ hw}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.10. Jumlah ini merangkumi 51.4% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1978 - 1983, 1985, 1987, 1989, 1992 - 1993, 1995 - 1996, 2001 - 2002, 2005 - 2006 dan 2010 (Rajah 5.14). Bagi musim kering pula, nilai minimum harian ($Q_{min\ hd}$) yang dicatatkan antara 0.72 - 5.00 $m^3s^{-1}$ dengan purata 2.05 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 2002 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2009. Melalui analisis skor Z, terdapat 17 tahun nilai $Q_{min\ hd}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.10. Jumlah ini merangkumi 48.6% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1978 - 1980, 1982, 1984 - 1987, 1989 - 1990, 1992 - 1993, 2000, 2002, 2005 - 2006 dan 2010 (Rajah 5.14).

Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan minimum ($Q_{min\ hb}$) yang dicatatkan antara 0.72 - 1.52 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan Disember. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 5 bulan nilai $Q_{min\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{min\ hb}$ seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.15. Jumlah ini merangkumi 41.7% daripada keseluruhan bulan. Bulan-bulan tersebut meliputi Disember - Mac dan Ogos.

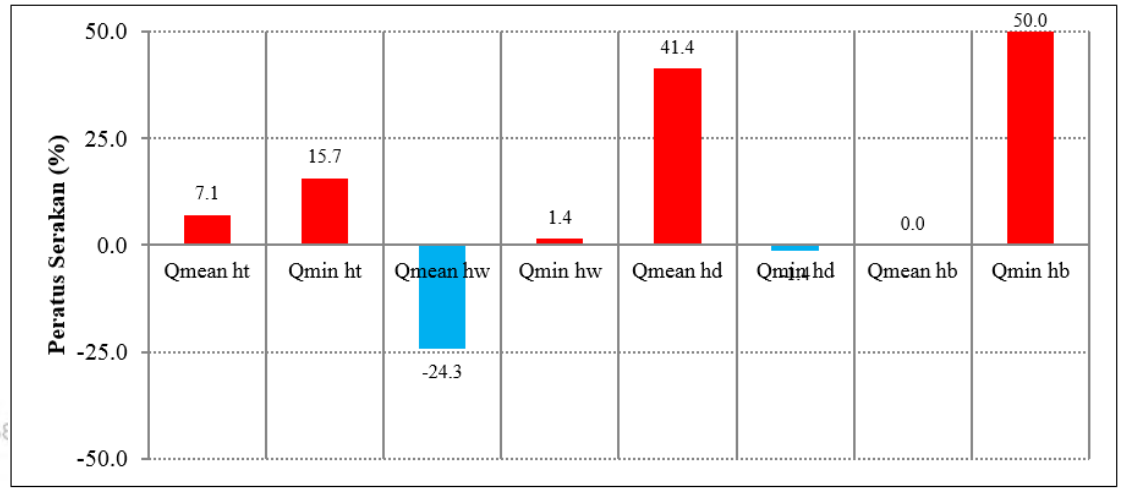
Berdasarkan kepada keseluruhan analisis terhadap parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ harian di stesen Kajang, dapatlah disimpulkan bahawa corak taburan aliran rendah lebih berkelompok dalam lingkungan 25% di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ seperti digambarkan dalam Rajah 5.16 dan Jadual 5.10. Apa yang boleh disimpulkan ialah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



terdapat 5 parameter aliran rendah yang menunjukkan taburan yang agak ekstrem iaitu $Q_{mean\ ht}$, $Q_{mean\ hd}$, $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hb}$. Ini berdasarkan kepada lebih 50% jumlah luahan bagi parameter tersebut berada di bawah paras purata rekod. Taburan paling ekstrem ditunjukkan oleh $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di mana masing-masing terserak sekitar 50% dan 41.4%. Nilai ekstrem yang ditunjukkan oleh $Q_{mean\ hd}$ ada kaitan dengan pengaruh musim kering yang kebiasaannya mengalami curahan hujan yang rendah.




*Rajah 5.16.* Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ di stesen Kajang.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.10.

*Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 2917401 Kajang*

| TAHUNAN (a) | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 7.02 | 7.22 | 6.49 | 8.29 | 11.51 | 5.67 | 10.43 | 7.92 | 6.56 | 6.55 | 7.90 | 8.51 | 5.81 | 8.67 | 5.83 | 7.82 | 6.88 | 7.03 | 4.79 | 6.41 | 8.62 |
| Qmin ht | 1.26 | 1.00 | 1.02 | 1.71 | 1.69 | 1.50 | 1.53 | 1.51 | 1.74 | 1.85 | 2.07 | 0.83 | 1.68 | 2.51 | 1.29 | 1.29 | 2.32 | 1.59 | 1.56 | 0.97 | 2.89 |
| Z Qmean ht | 0.54 | 0.43 | 0.83 | 0.15 | 1.91 | 1.28 | 1.32 | 0.05 | 0.79 | 0.80 | 0.06 | 0.27 | 1.20 | 0.36 | 1.19 | 0.11 | 0.62 | 0.54 | 1.76 | 0.88 | 0.33 |
| Z Qmin ht | 0.65 | 0.92 | 0.90 | 0.17 | 0.20 | 0.40 | 0.36 | 0.38 | 0.14 | 0.03 | 0.20 | 1.10 | 0.21 | 0.66 | 0.62 | 0.62 | 0.47 | 0.30 | 0.33 | 0.95 | 1.07 |

| TAHUNAN (b) | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 11.37 | 9.56 | 7.03 | 6.86 | 12.14 | 6.95 | 7.95 | 8.73 | 11.21 | 10.91 | 6.43 | 8.75 | 8.49 | 8.22 | 4.79 | 12.14 | 8.01 | 1.83 | 1996 | 2004 | 20 |
| Qmin ht | 1.81 | 1.17 | 0.72 | 2.01 | 1.93 | 0.99 | 0.86 | 3.30 | 2.20 | 5.00 | 1.41 | 3.97 | 3.15 | 3.30 | 0.72 | 5.00 | 1.88 | 0.95 | 2002 | 2009 | 23 |
| Z Qmean ht | 1.83 | 0.84 | 0.54 | 0.63 | 2.25 | 0.58 | 0.04 | 0.39 | 1.74 | 1.58 | 0.87 | 0.40 | 0.26 | 0.11 | 1.76 | 2.25 | | | | | 57.1% |
| Z Qmin ht | 0.07 | 0.74 | 1.22 | 0.14 | 0.06 | 0.93 | 1.07 | 1.50 | 0.34 | 3.29 | 0.49 | 2.21 | 1.35 | 1.50 | 1.22 | 3.29 | | | | | 65.7% |

| MUSIM BASAH (a) | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 8.14 | 8.74 | 7.98 | 8.96 | 16.23 | 6.31 | 12.39 | 10.61 | 7.86 | 8.66 | 8.81 | 11.36 | 6.16 | 10.99 | 5.74 | 10.33 | 7.00 | 8.22 | 5.48 | 8.05 | 11.51 |
| Qmin hw | 1.26 | 1.43 | 1.49 | 1.71 | 1.86 | 1.50 | 2.07 | 1.71 | 1.99 | 1.85 | 2.49 | 0.83 | 1.96 | 2.67 | 1.50 | 1.81 | 2.32 | 1.59 | 1.56 | 2.80 | 2.72 |
| Z Qmean w | 0.05 | 0.27 | 0.01 | 0.35 | 3.03 | 0.63 | 1.61 | 0.96 | 0.06 | 0.24 | 0.29 | 1.23 | 0.68 | 1.10 | 0.84 | 0.85 | 0.37 | 0.07 | 0.93 | 0.01 | 1.29 |
| Z Qmin w | 0.60 | 0.44 | 0.38 | 0.16 | 0.02 | 0.37 | 0.19 | 0.16 | 0.11 | 0.02 | 0.60 | 1.03 | 0.08 | 0.78 | 0.37 | 0.06 | 0.44 | 0.28 | 0.31 | 0.91 | 0.83 |

| MUSIM BASAH (b) | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 13.53 | 9.28 | 9.91 | 6.91 | 16.90 | 8.60 | 8.85 | 9.37 | 13.75 | 11.51 | 6.12 | 9.99 | 10.62 | 9.13 | 5.48 | 16.90 | 9.54 | 2.71 | 1996 | 2004 | 9 |
| Qmin hw | 3.68 | 1.17 | 0.87 | 2.02 | 2.11 | 1.44 | 0.86 | 3.68 | 2.20 | 5.18 | 1.41 | 4.48 | 3.49 | 3.51 | 0.83 | 5.18 | 2.15 | 1.02 | 1989 | 2009 | 18 |
| Z Qmean w | 2.03 | 0.47 | 0.70 | 0.41 | 3.28 | 0.22 | 0.31 | 0.50 | 2.12 | 1.29 | 0.70 | 0.73 | 0.96 | 0.41 | 0.93 | 3.28 | | | | | 25.7% |
| Z Qmin w | 1.77 | 0.69 | 0.99 | 0.14 | 0.23 | 0.43 | 1.00 | 1.77 | 0.32 | 3.25 | 0.46 | 2.57 | 1.58 | 1.61 | 1.03 | 3.24 | | | | | 51.4% |

| MUSIM KERING (a) | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 5.44 | 5.07 | 4.40 | 7.33 | 4.83 | 4.76 | 7.67 | 4.12 | 4.71 | 3.55 | 6.61 | 4.46 | 5.31 | 5.38 | 5.96 | 4.26 | 6.70 | 5.35 | 3.81 | 5.40 | 5.74 |
| Qmin hd | 1.45 | 1.00 | 1.02 | 2.69 | 1.69 | 2.10 | 1.53 | 1.51 | 1.74 | 1.86 | 2.07 | 1.02 | 1.68 | 2.51 | 1.29 | 1.29 | 2.72 | 2.05 | 1.88 | 2.87 | 2.42 |
| Z Qmean d | 1.55 | 1.77 | 2.18 | 0.41 | 1.92 | 1.96 | 0.20 | 2.34 | 1.99 | 2.68 | 0.84 | 2.14 | 1.62 | 1.59 | 1.24 | 2.26 | 0.79 | 1.60 | 2.53 | 1.57 | 1.37 |
| Z Qmin d | 0.47 | 0.96 | 0.94 | 0.89 | 0.20 | 0.25 | 0.38 | 0.40 | 0.15 | 0.02 | 0.21 | 0.94 | 0.22 | 0.69 | 0.64 | 0.64 | 0.92 | 0.19 | 0.01 | 1.09 | 0.59 |

| MUSIM KERING (b) | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 8.32 | 9.96 | 2.94 | 6.78 | 5.44 | 4.60 | 6.67 | 7.81 | 7.63 | 10.07 | 6.87 | 6.99 | 5.49 | 6.92 | 2.94 | 10.07 | 5.92 | 1.66 | 2002 | 2009 | 32 |
| Qmin hd | 1.81 | 1.98 | 0.72 | 2.01 | 1.93 | 0.99 | 1.20 | 3.30 | 2.38 | 5.00 | 1.62 | 3.97 | 3.15 | 3.30 | 0.72 | 5.00 | 2.05 | 0.91 | 2002 | 2009 | 17 |
| Z Qmean d | 0.18 | 1.17 | 3.05 | 0.74 | 1.55 | 2.05 | 0.81 | 0.12 | 0.23 | 1.23 | 0.69 | 0.61 | 1.52 | 0.66 | 3.05 | 1.24 | | | | | 91.4% |
| Z Qmin d | 0.07 | 0.11 | 1.27 | 0.15 | 0.06 | 0.97 | 0.74 | 1.56 | 0.55 | 3.42 | 0.28 | 2.29 | 1.40 | 1.57 | 1.27 | 3.42 | | | | | 48.6% |

Tahun El Nino — Kuat — Sederhana — Lemah — Musim Kering — Tahun La Nina

Nota : <Mean dikira berdasarkan purata harian $Q_{mean}$ tempoh rekod

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis pola dan trend luahan**

Berpandukan pada siri masa 48-tahun dan 12-bulan, pola luahan $Q_{mean\ ht}$, $Q_{mean\ hb}$, $Q_{mean\ hw}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di stesen Kajang secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.11. Trend-trend meningkat dan menurun yang ditunjukkan oleh luahan $Q_{mean}$ ini bagaimanapun tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05 kecuali $Q_{mean\ hd}$.

Jika dilihat pola dalaman iaitu antara bulan-bulan dan antara tahun-tahun, wujud beberapa trend menurun berselang dengan trend menaik. Bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman dan tahunan, terdapat dua trend menaik dan satu trend menurun yang wujud. Trend menurun ditunjukkan antara tahun 1982 - 1997 dan 1999 – 2013 manakala trend menaik antara 1978 - 1982 dan 1997 - 1999 (Rajah 5.13 dan Rajah 5.14). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, juga terdapat dua trend menurun dan menaik. Trend menaik berlaku antara bulan Januari - April dan Ogos – November manakala trend menurun dikenal pasti berlaku antara bulan November - Januari dan April - Ogos (Rajah 5.15).

Bagi pola luahan $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hb}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hd}$ di stesen Kajang, pola keseluruhannya menunjukkan trend menaik. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z kecuali $Q_{min\ ht}$ (Jadual 5.9). Trend-trend meningkat dan menurun yang ditunjukkan oleh luahan $Q_{min}$ ini bagaimanapun tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05 kecuali luahan $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hd}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.11.

*Trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 2917401 Kajang*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ ht}$ | 1.45 | 0.034 | 0.043 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hw}$ | 0.94 | 0.034 | 0.030 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hd}$ | 2.56 | 0.062 | 0.064 | Meningkat | Ya |
| $Q_{mean\ hb}$ | 1.44 | 0.298 | 0.349 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ ht}$ | 2.30 | 0.034 | 0.044 | Meningkat | Ya |
| $Q_{min\ hw}$ | 2.44 | 0.044 | 0.046 | Meningkat | Ya |
| $Q_{min\ hd}$ | 2.49 | 0.035 | 0.041 | Meningkat | Ya |
| $Q_{min\ hb}$ | 0.48 | 0.018 | 0.018 | Meningkat | Tidak |

Namun jika dilihat pola dalaman, bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman dan tahunan, tren yang ditunjukkan selari dengan tren umum luahan minimum seperti diterangkan di atas. (Rajah 5.13 dan Rajah 5.14). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, trendnya agak berselang seli antara pola menurun dan pola menaik. Pola menaik dicatatkan antara bulan Februari – April, Mei – Jun, Ogos – September, Oktober – November dan Disember - Januari manakala pola menurun berlaku antara bulan Januari - Februari, April - Mei, Jun - Ogos, September - Oktober dan November - Disember (Rajah 5.15).

Daripada penjelasan di atas, trend aliran $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen Kajang secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat dengan 4 parameter yang menunjukkan tahap kebolehpercayaan 95% iaitu $Q_{mean\ hd}$, $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hd}$.. Trend meningkat ini ada kaitan dengan trend curahan hujan yang juga turut meningkat di sekitar stesen

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



cerapan seperti ditunjukkan di lembangan Lui dan Semenyih. Hubungan peningkatan trend tersebut adalah kuat seperti digambarkan oleh nilai korelasi Pearson iaitu r = 0.41.

#### 5.3.1.4 Stesen 2816441 Dengkil

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

Bagi stesen 2816441 Dengkil, nilai luahan (Q) harian yang direkodkan dalam tempoh rekod data (1965 – 2013) antara 2.27- 796.63 $m^3s^{-1}$ di mana nilai purata ($Q_{mean\ h}$) dan sisihan piawai ($\sigma^2$) masing-masing sebanyak 33.54 $m^3s^{-1}$ dan 7.87 $m^3s^{-1}$. Nilai luahan $Q_{max}$ harian direkodkan pada 1 Oktober 2004 manakala luahan $Q_{min}$ harian direkodkan pada 19 Februari 1973. Jika dilihat mengikut tahun, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ ht}$) antara 20.91 - 48.77 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 2005 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2006. Melalui analisis skor Z, terdapat 22 tahun nilai $Q_{mean\ ht}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.12. Jumlah ini merangkumi 45.8% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1968, 1970 - 1973, 1977 - 1981, 1983, 1986 - 1987, 1990, 1994 - 1995, 1997, 2001 - 2003, 2005 dan 2011 (Rajah 5.17).

Jika dilihat mengikut musiman, nilai purata luahan harian pada musim basah ($Q_{mean\ hw}$) yang dicatatkan antara 24.52 - 75.04 $m^3s^{-1}$ dengan purata 42.45 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1990 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 2012. Melalui analisis skor Z, terdapat 13 tahun nilai $Q_{mean\ hw}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.12. Jumlah ini merangkumi 27.1% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1970 - 1972, 1977 - 1980, 1983, 1990, 1994, 2001 - 2002 dan 2005 (Rajah 5.18). Bagi musim kering pula, purata ($Q_{mean\ hd}$) yang dicatatkan antara 10.55 - 39.17 $m^3s^{-1}$ dengan purata 23.77 $m^3s^{-1}$. Nilai

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



$Q_{mean\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 1987 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 1975. Melalui analisis skor Z, terdapat 41 tahun nilai $Q_{mean\ hd}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.12. Jumlah ini merangkumi 85.4% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1965, 1968, 1970 - 1974, 1976 - 2005, 2007 - 2009 dan 2012 - 2013 (Rajah 5.18).

Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan harian ($Q_{mean\ hb}$) yang dicatatkan antara 19.33 - 60.21 $m^3s^{-1}$ Nilai $Q_{mean\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 7 bulan nilai $Q_{mean\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ h}$ di mana jumlah ini merangkumi 58.3% daripada keseluruhan bulan seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.19. Bulan-bulan tersebut meliputi Januari - Mac dan Jun – September.

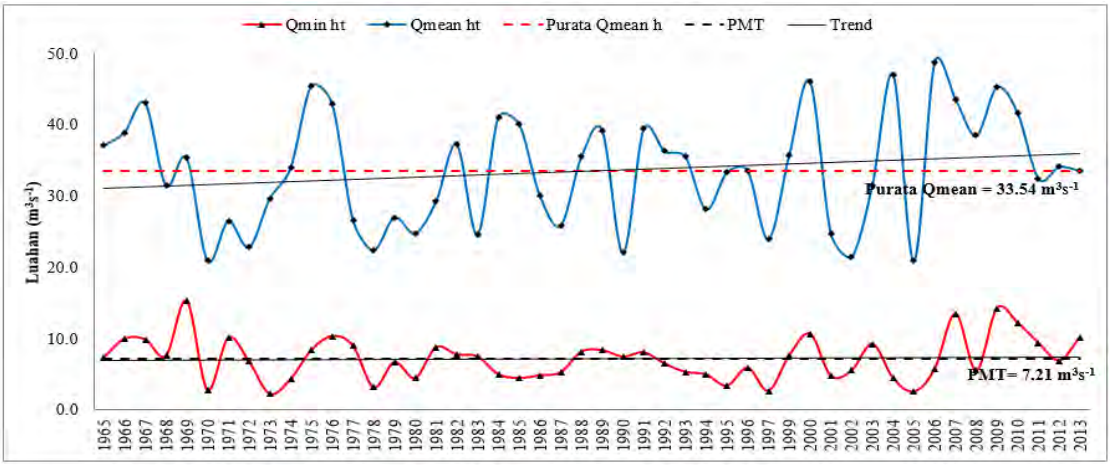
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Bagi jumlah luahan minimum harian mengikut tahunan ($Q_{min\ ht}$) pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 2.27 - 15.28 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata (PMT) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 7.21 $m^3s^{-1}$ dan 3.05 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ ht}$ terendah direkodkan pada tahun 1973 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1969. Melalui analisis skor Z, terdapat 24 tahun nilai $Q_{min\ ht}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.12. Jumlah ini merangkumi 50.0% daripada keseluruhan tahun rekod. Tahun-tahun tersebut meliputi 1970, 1972 - 1974, 1978 - 1980, 1984 - 1987, 1992 - 1997, 2001 - 2002, 2004 - 2006, 2008 dan 2012 (Rajah 5.17).

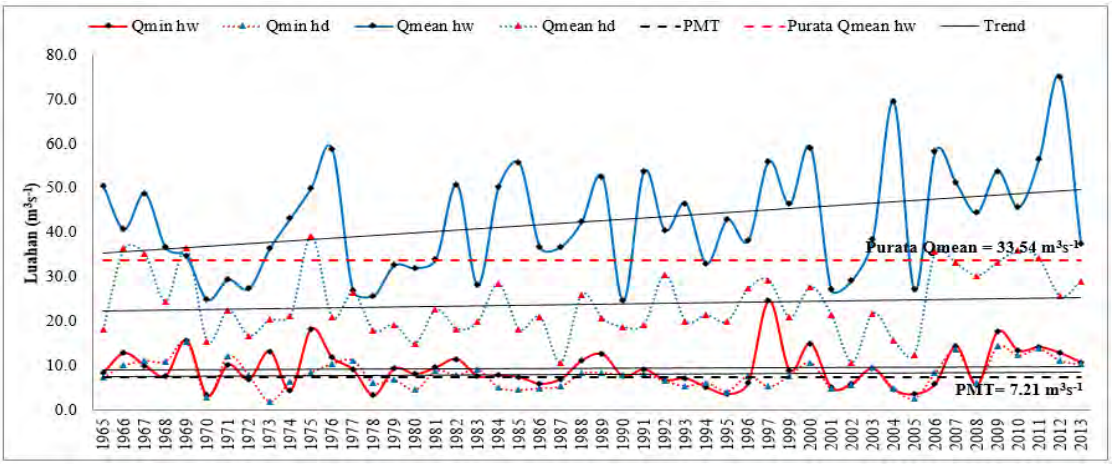
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

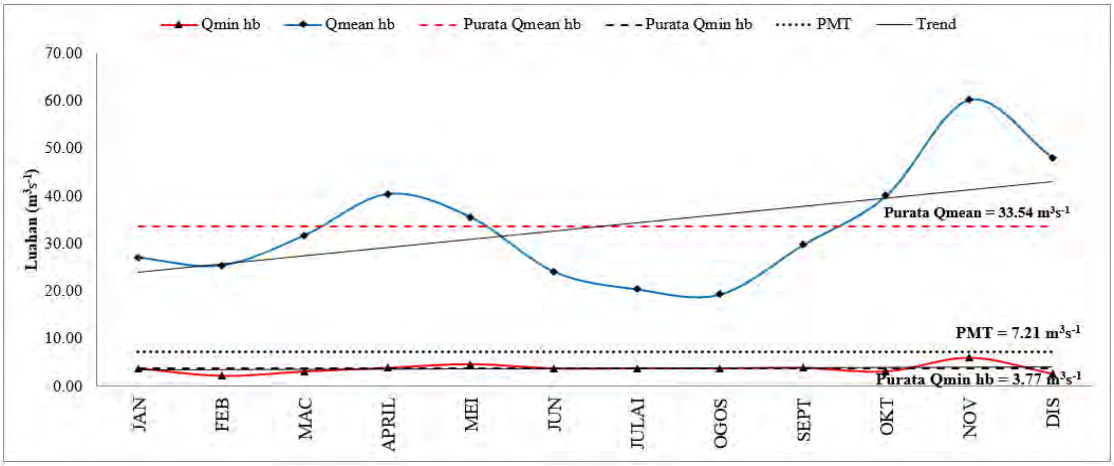





*Rajah 5.17*. Pola $Q_{min\ h}$ dan $Q_{mean\ h}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2816441 Dengkil




*Rajah 5.18*. Pola $Q_{min\ hd\text{-}hw}$ dan $Q_{mean\ hd\text{-}hw}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan PMT mengikut tahun bagi stesen 2816441 Dengkil




*Rajah 5.19*. Pola $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hb}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min\ hb}$ mengikut bulan bagi stesen 2816441 Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jika dilihat mengikut musiman, nilai minimum luahan harian pada musim basah ($Q_{min\ hw}$) yang dicatatkan antara 3.18 - 24.56 $m^3s^{-1}$ dengan purata 9.27 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hw}$ terendah direkodkan pada tahun 1970 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 1997. Melalui analisis skor Z, terdapat 17 tahun nilai $Q_{min\ hw}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.12. Jumlah ini merangkumi 35.4% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1970, 1972, 1974, 1978, 1986 - 1987, 1992 - 1996, 2001 - 2002, 2004 - 2006 dan 2008 (Rajah 5.18). Bagi musim kering pula, nilai minimum harian ($Q_{min\ hd}$) yang dicatatkan antara 1.86 - 15.28 $m^3s^{-1}$ dengan purata 7.91 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hd}$ terendah direkodkan pada tahun 1973 manakala nilai tertinggi direkodkan pada tahun 1969. Melalui analisis skor Z, terdapat 20 tahun nilai $Q_{min\ hd}$ di bawah paras PMT seperti digambarkan dalam Jadual 5.12. Jumlah ini merangkumi 41.7% daripada keseluruhan tahun. Tahun-tahun tersebut meliputi 1970, 1973 - 1974, 1978 - 1980, 1984 - 1987, 1992 - 1995, 1997, 2001 - 2002, 2004 - 2005 dan 2008 (Rajah 5.18).

Jika dilihat mengikut bulan pula, nilai purata luahan minimum ($Q_{min\ hb}$) yang dicatatkan antara 2.27 - 6.02 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{min\ hb}$ terendah direkodkan pada bulan Februari manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Melalui analisis skor Z yang dilakukan, terdapat 4 bulan nilai $Q_{min\ hb}$ di bawah paras purata $Q_{min\ hb}$ (3.77 $m^3s^{-1}$ ) seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.19. Jumlah ini merangkumi 33.3% daripada keseluruhan rekod bulanan. Bulan-bulan tersebut meliputi Februari - Mac, Oktober dan Disember.

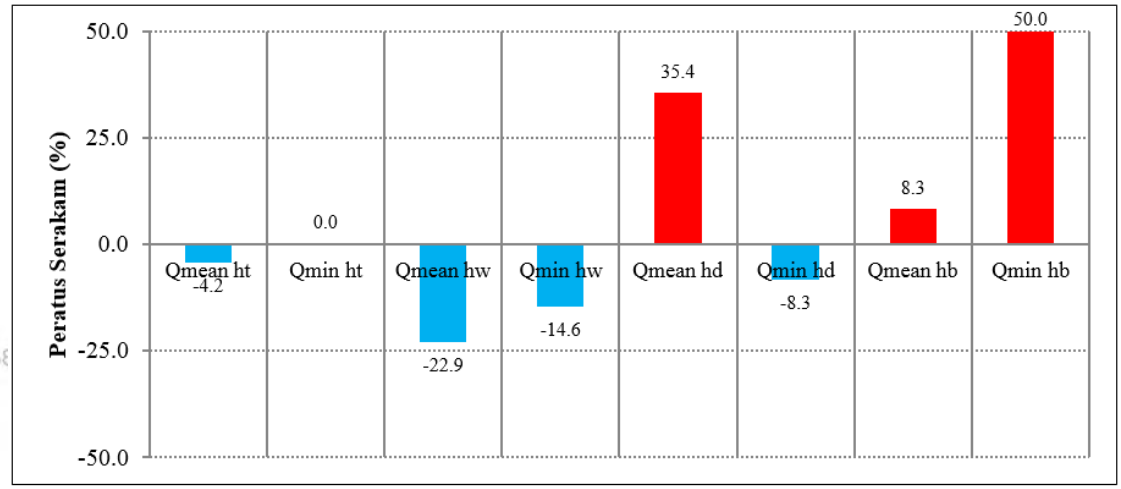
Berdasarkan kepada keseluruhan analisis terhadap parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ harian di stesen Dengkil, dapatlah disimpulkan bahawa corak taburan aliran rendah lebih berkelompok dalam lingkungan 25% di sekitar purata $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ seperti

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



digambarkan dalam Rajah 5.20 dan Jadual 5.12. Apa yang boleh disimpulkan ialah terdapat 3 parameter aliran rendah yang menunjukkan taburan yang agak ekstrem iaitu $Q_{mean\ hd}$, $Q_{mean\ hb}$ dan $Q_{min\ hb}$. Ini berdasarkan kepada lebih 50% jumlah luahan bagi parameter tersebut berada di bawah paras purata rekod. Taburan paling ekstrem ditunjukkan oleh $Q_{min\ hb}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di mana masing-masing terserak sekitar 50% dan 35.4%. Nilai ekstrem yang ditunjukkan oleh $Q_{mean\ hd}$ ada kaitan dengan pengaruh musim kering yang kebiasaannya mengalami curahan hujan yang rendah.




*Rajah 5.20*. Serakan $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di sekitar purata $Q_{mean}$ di stesen Dengkil.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.12.

*Corak luahan purata ($Q_{mean}$) dan minimum ($Q_{min}$) harian di stesen 2816441 Dengkil*

| TAHUNAN (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 37.09 | 38.91 | 43.06 | 31.52 | 35.33 | 20.92 | 26.47 | 22.84 | 29.65 | 33.96 | 45.49 | 43.00 | 26.69 | 22.44 | 27.00 | 24.82 | 29.23 | 37.25 | 24.64 | 41.06 | 40.12 | 30.08 | 25.89 | 35.48 | 39.24 | 22.05 | 39.45 | 36.27 |
| Qmin ht | 7.33 | 9.96 | 9.90 | 7.59 | 15.28 | 2.83 | 10.11 | 6.79 | 2.27 | 4.33 | 8.39 | 10.35 | 9.02 | 3.19 | 6.71 | 4.47 | 8.79 | 7.78 | 7.50 | 5.02 | 4.50 | 4.88 | 5.29 | 8.17 | 8.38 | 7.47 | 8.09 | 6.50 |
| Z Qmean ht | 0.45 | 0.68 | 1.21 | 0.26 | 0.23 | 1.60 | 0.90 | 1.36 | 0.49 | 0.05 | 1.52 | 1.20 | 0.87 | 1.41 | 0.83 | 1.11 | 0.55 | 0.47 | 1.13 | 0.96 | 0.84 | 0.44 | 0.97 | 0.25 | 0.73 | 1.46 | 0.75 | 0.35 |
| Z Qmin ht | 0.04 | 0.90 | 0.88 | 0.12 | 2.64 | 1.43 | 0.95 | 0.14 | 1.62 | 0.94 | 0.39 | 1.03 | 0.59 | 1.32 | 0.16 | 0.90 | 0.52 | 0.19 | 0.10 | 0.72 | 0.89 | 0.76 | 0.63 | 0.31 | 0.38 | 0.09 | 0.29 | 0.23 |

| TAHUNAN (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean ht | 35.51 | 28.15 | 33.30 | 33.56 | 23.93 | 35.77 | 46.05 | 24.79 | 21.49 | 31.54 | 47.03 | 20.91 | 48.77 | 43.62 | 38.50 | 45.26 | 41.61 | 32.44 | 34.09 | 33.57 | 20.91 | 48.77 | 33.54 | 7.87 | 2005 | 2006 | 22 |
| Qmin ht | 5.35 | 4.98 | 3.42 | 5.92 | 2.71 | 7.65 | 10.67 | 4.81 | 5.54 | 9.24 | 4.48 | 2.59 | 5.79 | 13.51 | 5.54 | 14.26 | 12.19 | 9.41 | 6.92 | 10.22 | 2.27 | 15.28 | 7.21 | 3.05 | 1973 | 1969 | 24 |
| Z Qmean ht | 0.25 | 0.68 | 0.03 | 0.00 | 1.22 | 0.28 | 1.59 | 1.11 | 1.53 | 0.25 | 1.71 | 1.61 | 1.94 | 1.28 | 0.63 | 1.49 | 1.03 | 0.14 | 0.07 | 0.00 | 1.61 | 1.94 | | | | | 45.8% |
| Z Qmin ht | 0.61 | 0.73 | 1.24 | 0.42 | 1.47 | 0.14 | 1.13 | 0.79 | 0.55 | 0.66 | 0.90 | 1.51 | 0.47 | 2.06 | 0.55 | 2.31 | 1.63 | 0.72 | 0.09 | 0.99 | 1.62 | 2.64 | | | | | 50.0% |

| MUSIM BASAH (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 50.49 | 40.73 | 48.70 | 36.54 | 34.53 | 24.83 | 29.33 | 27.28 | 36.27 | 43.07 | 49.95 | 58.77 | 26.90 | 25.69 | 32.54 | 31.90 | 33.94 | 50.74 | 28.10 | 50.07 | 55.65 | 36.58 | 36.71 | 42.30 | 52.46 | 24.52 | 53.78 | 40.45 |
| Qmin hw | 8.28 | 12.68 | 9.90 | 7.59 | 15.61 | 3.18 | 10.11 | 6.79 | 13.15 | 4.33 | 18.12 | 11.72 | 9.02 | 3.19 | 9.23 | 8.00 | 9.48 | 11.36 | 7.50 | 7.67 | 7.27 | 5.79 | 6.90 | 10.98 | 12.46 | 7.47 | 9.06 | 6.62 |
| Z Qmean w | 1.39 | 0.59 | 1.25 | 0.25 | 0.08 | 0.72 | 0.35 | 0.51 | 0.22 | 0.78 | 1.35 | 2.07 | 0.55 | 0.65 | 0.08 | 0.13 | 0.03 | 1.41 | 0.45 | 1.36 | 1.82 | 0.25 | 0.26 | 0.72 | 1.56 | 0.74 | 1.66 | 0.57 |
| Z Qmin w | 0.24 | 1.24 | 0.61 | 0.09 | 1.91 | 0.92 | 0.66 | 0.10 | 1.35 | 0.65 | 2.48 | 1.02 | 0.41 | 0.91 | 0.46 | 0.18 | 0.52 | 0.94 | 0.07 | 0.10 | 0.01 | 0.32 | 0.07 | 0.86 | 1.19 | 0.06 | 0.42 | 0.13 |

| MUSIM BASAH (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hw | 46.54 | 33.00 | 42.81 | 38.03 | 55.96 | 46.34 | 59.09 | 27.15 | 29.18 | 38.49 | 69.39 | 26.99 | 58.09 | 51.11 | 44.39 | 53.76 | 45.62 | 56.55 | 75.04 | 37.38 | 24.52 | 75.04 | 42.45 | 12.16 | 1990 | 2012 | 13 |
| Qmin hw | 6.98 | 4.98 | 3.42 | 5.92 | 24.56 | 8.81 | 14.91 | 4.95 | 5.90 | 9.24 | 4.48 | 3.47 | 5.79 | 14.24 | 5.54 | 17.50 | 13.26 | 14.05 | 12.72 | 10.59 | 3.18 | 24.56 | 9.27 | 4.40 | 1970 | 1997 | 17 |
| Z Qmean w | 1.07 | 0.04 | 0.76 | 0.37 | 1.84 | 1.05 | 2.10 | 0.53 | 0.36 | 0.41 | 2.95 | 0.54 | 2.02 | 1.44 | 0.89 | 1.66 | 0.99 | 1.89 | 3.41 | 0.32 | 0.74 | 3.41 | | | | | 27.1% |
| Z Qmin w | 0.05 | 0.51 | 0.86 | 0.29 | 3.94 | 0.36 | 1.75 | 0.51 | 0.30 | 0.46 | 0.62 | 0.85 | 0.32 | 1.60 | 0.38 | 2.34 | 1.37 | 1.55 | 1.25 | 0.77 | 0.92 | 3.94 | | | | | 35.4% |

| MUSIM KERING (a | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 18.08 | 36.33 | 35.06 | 24.45 | 36.47 | 15.38 | 22.41 | 16.59 | 20.25 | 21.05 | 39.17 | 20.80 | 26.41 | 17.84 | 19.15 | 14.84 | 22.56 | 18.11 | 19.74 | 28.38 | 18.10 | 20.87 | 10.55 | 25.89 | 20.51 | 18.56 | 19.15 | 30.39 |
| Qmin hd | 7.33 | 9.96 | 11.04 | 10.90 | 15.28 | 2.83 | 12.10 | 7.75 | 1.86 | 6.31 | 8.39 | 10.35 | 11.09 | 6.03 | 6.71 | 4.47 | 8.79 | 7.78 | 9.12 | 5.02 | 4.50 | 4.88 | 5.29 | 8.17 | 8.38 | 7.78 | 8.09 | 6.50 |
| Z Qmean d | 2.11 | 0.38 | 0.21 | 1.24 | 0.40 | 2.48 | 1.52 | 2.31 | 1.81 | 1.70 | 0.77 | 1.74 | 0.97 | 2.14 | 1.96 | 2.55 | 1.50 | 2.10 | 1.88 | 0.70 | 2.10 | 1.73 | 3.13 | 1.04 | 1.78 | 2.04 | 1.96 | 0.43 |
| Z Qmin d | 0.04 | 0.87 | 1.21 | 1.16 | 2.55 | 1.38 | 1.54 | 0.17 | 1.69 | 0.28 | 0.37 | 0.99 | 1.22 | 0.37 | 0.16 | 0.86 | 0.50 | 0.18 | 0.60 | 0.69 | 0.86 | 0.73 | 0.61 | 0.30 | 0.37 | 0.18 | 0.28 | 0.22 |

| MUSIM KERING (b | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean hd | 19.88 | 21.28 | 19.83 | 27.27 | 29.23 | 20.78 | 27.69 | 21.44 | 10.60 | 21.69 | 15.54 | 12.29 | 35.56 | 33.02 | 30.21 | 33.22 | 35.92 | 34.01 | 25.52 | 28.83 | 10.55 | 39.17 | 23.77 | 7.33 | 1987 | 1975 | 41 |
| Qmin hd | 5.35 | 6.08 | 4.13 | 7.64 | 5.25 | 7.65 | 10.67 | 4.81 | 5.54 | 9.46 | 4.76 | 2.59 | 8.37 | 13.51 | 5.95 | 14.26 | 12.19 | 13.70 | 11.06 | 10.22 | 1.86 | 15.28 | 7.91 | 3.17 | 1973 | 1969 | 20 |
| Z Qmean d | 1.86 | 1.67 | 1.87 | 0.85 | 0.59 | 1.74 | 0.80 | 1.65 | 3.13 | 1.61 | 2.45 | 2.90 | 0.28 | 0.07 | 0.45 | 0.04 | 0.33 | 0.06 | 1.09 | 0.64 | 3.13 | 0.77 | | | | | 85.4% |
| Z Qmin d | 0.59 | 0.36 | 0.97 | 0.14 | 0.62 | 0.14 | 1.09 | 0.76 | 0.53 | 0.71 | 0.77 | 1.46 | 0.37 | 1.99 | 0.40 | 2.23 | 1.57 | 2.05 | 1.22 | 0.95 | 1.69 | 2.55 | | | | | 41.7% |

Tahun El Nino — Kuat — Sederhana — Lemah — Musim Kering — Tahun La Nina

Nota : <Mean dikira berdasarkan purata harian $Q_{mean}$ tempoh rekod

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Berpandukan pada siri masa 48-tahun dan 12-bulan, pola luahan $Q_{mean\ ht}$, $Q_{mean\ hb}$, $Q_{mean\ hw}$ dan $Q_{mean\ hd}$ di stesen Dengkil secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.13. Apa yang diperhatikan ialah tidak terdapat siri luahan yang signifikan pada aras keyakinan 0.05 kecuali $Q_{mean\ hw}$.

Jika dilihat pola dalaman iaitu antara bulan-bulan dan antara tahun-tahun, wujud beberapa trend menurun berselang dengan trend menaik. Bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman, terdapat 4 trend menaik dan satu trend menurun yang dicatatkan pada musim basah. Trend menaik ditunjukkan antara tahun 1970 - 1976, 1977 - 1989, 1990 – 2000 manakala trend menurun antara tahun 2001 – 2012. Pada musim kering terdapat 3 trend menaik dan 4 trend menurun yang direkodkan. Trend menaik ditunjukkan antara tahun 1970 - 1975, 1980 - 1984 dan 1987 – 1997 manakala trend menurun antara 1966 - 1970, 1975 - 1980, 1997 - 2005 dan 2006 – 2012 (Rajah 5.18).

Bagi tempoh tahunan bagi siri 48-tahun juga terdapat trend menurun dan menaik diperhatikan. Terdapat tiga trend menaik dan lima trend menurun yang wujud. Trend menurun direkodkan antara tahun 1967 - 1970, 1975 - 1978, 1991 - 1997,2000 - 2002 dan 2006 – 2013 manakala trend menaik antara 1970 - 1975, 1978 - 1989 dan 2002 – 2006 (Rajah 5.17). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, juga terdapat dua trend menurun dan menaik. Trend menaik berlaku antara bulan Februari - April dan Ogos – November manakala trend menurun dikenal pasti berlaku antara bulan November - Februari dan April - Ogos (Rajah 19).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Bagi pola luahan $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hb}$, $Q_{min\ hw}$ dan $Q_{min\ hd}$ di stesen Dengkil, pola keseluruhannya menunjukkan trend menaik kecuali $Q_{min\ hw}$. Ini berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z kecuali $Q_{min\ ht}$ seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.13. Trend-trend meningkat dan menurun yang ditunjukkan oleh luahan $Q_{min}$ ini bagaimanapun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan 0.05.

Jadual 5.13.

*Pola dan trend luahan $Q_{min}$ dan $Q_{mean}$ harian bagi stesen 2816441 Dengkil*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ ht}$ | 0.95 | 0.093 | 0.101 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hw}$ | 2.34 | 0.288 | 0.298 | Meningkat | Ya |
| $Q_{mean\ hd}$ | 1.43 | 0.117 | 0.066 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{mean\ hb}$ | 1.03 | 1.820 | 1.733 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ ht}$ | 0.10 | 0.005 | 0.011 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ hw}$ | -0.41 | -0.027 | 0.019 | Menurun | Tidak |
| $Q_{min\ hd}$ | 0.15 | 0.005 | 0.018 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ hb}$ | 0.21 | 0.007 | 0.066 | Meningkat | Tidak |

Namun jika dilihat pola dalaman, bagi siri masa 48-tahun bagi tempoh musiman, trend nya agak berselang seli antara pola menurun dan pola menaik. Terdapat 5 trend menaik dan menurun yang dicatatkan pada musim basah. Trend menaik ditunjukkan antara tahun 1970 - 1975, 1978 - 1982, 1986 - 1989, 1995 - 1997 dan 2005 – 2009 manakala trend menurun antara tahun 1975 - 1978, 1982 - 1986, 1989 - 1995, 1997 - 2005 dan 2009 - 2013. Pada musim kering pula, terdapat 5 trend menaik dan 6

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



trend menurun yang direkodkan. Trend menaik ditunjukkan antara tahun 1965 - 1969, 1973 - 1977, 1985 - 1989, 1995 - 2000 dan 2005 – 2009 manakala trend menurun antara 1969 - 1973, 1977 - 1980, 1981 - 1985, 1989 - 1995, 2000 - 2005 dan 2009 – 2013 (Rajah 5.18).

Bagi tempoh tahunan bagi siri 48-tahun juga terdapat trend menurun dan menaik diperhatikan. Terdapat tujuh trend menaik dan enam trend menurun yang wujud. Trend menurun direkodkan antara tahun 1971 - 1973, 1976 - 1978, 1981 - 1985, 1989 - 1997, 2003 - 2005 dan 2009 - 2012 manakala trend menaik antara 1965 - 1969, 1973 - 1976, 1978 - 1981, 1985 - 1989, 1997 - 2000, 2001-2003 dan 2005 - 2007 (Rajah 5.17). Bagi pola dalaman ada siri masa 12-bulan pula, trendnya agak berselang seli antara pola menurun dan pola menaik. Pola menaik dicatatkan antara bulan Februari - Mei dan Oktober – November manakala pola menurun berlaku antara bulan Mei - Oktober dan November - Februari (Rajah 5.19).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Daripada penjelasan di atas, trend aliran $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ di stesen Dengkil secara keseluruhannya menunjukkan trend meningkat dengan $Q_{mean\ hw}$ menunjukkan tahap kebolehpercayaan sebanyak 95%. Walaupun trend hujan di stesen sekitar Dengkil menunjukkan pola menurun seperti di tunjukkan dalam Rajah 5.4, namun trend meningkat $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ ini ada kaitan dengan trend curahan hujan di kawasan hulu lembangan iaitu lembangan Lui dan Semenyih. Namun darjah hubungan peningkatan trend tersebut adalah lemah seperti digambarkan oleh nilai korelasi Pearson iaitu r = 0.24.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.1.5 Rumusan dan perbincangan luahan harian

Berdasarkan kepada perbincangan luahan harian ($Q_h$) bagi setiap stesen (5.3.1a, b. c dan d), didapati taburan $Q_h$ lembangan Sungai Langat di dominasi oleh aliran rendah. Ini dibuktikan dengan lebih 50% luahan harian sepanjang tempoh kajian (TR) mencatatkan luahan di bawah paras purata ($Q_{mean\ h}$) stesen masing-masing seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.14. Stesen Kajang mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 67.4% diikuti oleh Dengkil (66.6%), Rinching (64.8%) dan Lui (60.5%). Dalam konteks luahan di bawah paras purata (selepas ini ditulis $<Q_{mean}$) harian mengikut tahunan, peratus yang dicatatkan antara 44.7 – 57.1% . Stesen Kajang mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 57.1% diikuti oleh stesen Lui dan Dengkil sekitar 45.8% dan Rinching sebanyak 44.7%. Semua stesen menunjukkan peratus di bawah 50% kecuali stesen Kajang. Liputan yang tinggi di stesen Kajang ada kaitan dengan pengaruh jumlah hari tanpa hujan dan hujan sedikit yang meliputi 80% setahun seperti dibincangkan dalam bahagian 5.2. Di samping itu pengaruh kawasan perbandaran dan pembangunan yang wujud di sekitar bandar Kajang telah mempengaruhi simpanan air bawah tanah disebabkan oleh susupan terencat. Penyusutan simpanan air bawah tanah sudah pasti akan memberi kesan kepada jumlah aliran dasar terutamanya semasa musim kering. Di samping pengaruh empangan Langat dan proses pengambilan air mentah di sepanjang Sungai Langat untuk tujuan bekalan air terawat.

Daripada analisis yang dilakukan, taburan $<Q_{mean}$ banyak berlaku semasa musim kering berbanding musim basah. Ini dibuktikan dengan peratus luahan $<Q_{mean}$ pada musim kering antara 77.1 – 91.4% sepanjang tempoh kajian berbanding hanya sekitar 25.7 - 36.8% pada musim basah. Pada musim kering, stesen Kajang mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 91.4% diikuti oleh stesen Dengkil iaitu sebanyak 85.4%, stesen

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rinching sekitar 78.9% dan stesen Lui 77.1%. Pada musim basah pula, stesen Rinching mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 36.8% diikuti oleh stesen Dengkil dan Lui sekitar 27.1% dan stesen Kajang sebanyak 25.7%. Apa yang dapat diperhatikan ialah pada musim kering, peratusan yang tinggi dicatatkan di Kajang ada kaitan dengan perbandaran dan pengambilan air sungai untuk bekalan air terawat dan regulasi luahan oleh empangan Langat. Bagi stesen Lui, peratusan yang rendah berbanding yang stesen lain ada kaitan pengaruh litupan kanopi yang berupaya meningkatkan simpanan air bawah tanah untuk digunakan semasa musim kering.

Dari segi luahan $Q_{min}$, jumlah tahun yang mengalami luahan di bawah purata $Q_{min}$ ($<Q_{min}$) adalah sekitar 50% kecuali stesen Kajang menunjukkan peratusan yang tinggi iaitu sekitar 65.7% seperti digambarkan dalam Jadual 5.15. Begitu juga $Q_{min}$ pada musim basah dan kering, stesen Kajang menunjukkan peratusan yang tinggi berbanding stesen lain iaitu 51.4% pada musim basah dan 48.6% pada musim kering. Berbeza dengan yang lain yang hanya diliputi oleh kurang daripada 42.0%. Apa yang dapat dilihat ialah pengaruh kawasan berhutan terutamanya di sub lembangan Lui mempengaruhi corak luahan $Q_{min}$ seperti di gambarkan pada musing kering.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di samping itu juga taburan luahan aliran rendah juga dilihat dipengaruhi oleh kehadiran El Nino. Berpandukan catatan yang diperoleh daripada MET Malaysia, jumlah tahun El Nino sepanjang tempoh 1965 – 2013 iaitu sekitar 25 tahun. Tahun-tahun El Nino ini seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.6, Jadual 5.8, Jadual 5.10 dan Jadual 5.12. Dalam tempoh kajian, terdapat beberapa tahun yang menunjukkan wujud pengaruh El Nino ke atas penyusutan luahan terutamanya pada musim kering. Ini digambarkan melalui analisis skor Z terhadap parameter purata harian tahunan ($Q_{mean\ ht}$), purata harian musim basah ($Q_{mean\ hw}$) dan purata harian musim kering ($Q_{mean\ hd}$)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



seperti digambarkan dalam Jadual 5.6, Jadual 5.8, Jadual 5.10 dan Jadual 5.12. Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap keempat-empat stesen di lembangan Sungai Langat, didapati sebanyak 21 tahun menunjukkan corak luahan ada kaitan dengan El Nino. Jumlah ini meliputi 84.0% daripada keseluruhan tahun landaan El Nino. 7 tahun (28.0%) daripadanya menunjukkan landaan menyeluruh terhadap stesen-stesen Sungai Langat. Tahun-tahun tersebut meliputi 1972 (Lui dan Dengkil), 1977 – 1979 dan 1992 (Lui, Rinching dan Dengkil), 1983 (semua stesen) dan 1990 (Rinching, Kajang dan Dengkil). Sebanyak 6 tahun menunjukkan kesannya hanya kepada $Q_{mean\ ht}$ dan $Q_{mean\ hd}$. Ia meliputi tahun 1976, 1980, 1994, 1997, 2002, 2003, 2005 dan 2006. Liputan ini merupakan 24.0% daripada tahun landaan El Nino. Selebihnya menunjukkan kesan kepada sebahagian stesen sahaja.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.14.

*Corak luahan $Q_{mean}$ bagi stesen-stesen cerapan di lembangan Sungai Langat*

| Parameter | LUI | | | RINCHING | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** |
| $Q_h$ | 0.13 – 20.33 | 1.80 | 60.5 | 0.40- 36.28 | 4.91 | 64.8 |
| $Q_{mean\ ht}$ | 0.67 - 2.83 | 1.80 | 45.8 | 2.79 - 7.54 | 4.91 | 44.7 |
| $Q_{mean\ hw}$ | 1.12 - 3.39 | 2.15 | 27.1 | 2.93 - 9.31 | 5.54 | 36.8 |
| $Q_{mean\ hd}$ | 0.87 - 2.48 | 1.57 | 77.1 | 2.02 - 6.47 | 4.03 | 78.9 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Sambungan Jadual 5.14

| Parameter | KAJANG | | | DENGKIL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** |
| $Q_h$ | 0.72 - 218.39 | 8.01 | 67.4 | 2.27- 796.63 | 33.54 | 66.6 |
| $Q_{mean\ ht}$ | 4.79 - 12.14 | 8.01 | 57.1 | 20.91 - 48.77 | 33.54 | 45.8 |
| $Q_{mean\ hw}$ | 5.48 - 16.90 | 9.54 | 25.7 | 24.52 - 75.04 | 42.45 | 27.1 |
| $Q_{mean\ hd}$ | 2.94 - 10.07 | 5.92 | 91.4 | 10.55 - 39.17 | 23.77 | 85.4 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.15.

*Corak luahan $Q_{min}$ bagi stesen-stesen luahan di lembangan Sungai Langat*

| Parameter | LUI | | | RINCHING | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** |
| $Q_{min\ ht}$ | 0.13 - 1.28 | 0.60 | 50.0 | 0.40 - 3.33 | 1.64 | 50.0 |
| $Q_{min\ hw}$ | 0.13 - 1.31 | 0.67 | 41.7 | 0.45 - 3.40 | 1.87 | 39.5 |
| $Q_{min\ hd}$ | 0.16 - 1.51 | 0.69 | 39.6 | 0.40 - 3.85 | 1.96 | 34.2 |

Sambungan Jadual 5.15

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

| Parameter | KAJANG | | | DENGKIL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** |
| $Q_{min\ ht}$ | 0.72 - 5.00 | 1.88 | 65.7 | 2.27 - 15.28 | 7.21 | 50.0 |
| $Q_{min\ hw}$ | 0.83 - 5.18 | 2.15 | 51.4 | 3.18 - 24.56 | 9.27 | 35.4 |
| $Q_{min\ hd}$ | 0.72 - 5.00 | 2.05 | 48.6 | 1.86 - 15.28 | 7.91 | 41.7 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dari segi trend luahan aliran rendah di lembangan Sungai Langat, semua parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$ menunjukkan trend yang meningkat di semua stesen kecuali parameter $Q_{min\ ht}$ di stesen Lui dan parameter $Q_{min\ hw}$ di stesen Dengkil. Peningkatan trend ini digambarkan melalui nilai positif bagi ujian Mann-Kendall Z seperti di tunjukkan dalam Jadual 5.16. Trend yang meningkat dilihat mendominasikan pola luahan aliran rendah. Dengan makna lain, berlaku penyusutan luahan aliran rendah di lembangan Sungai Langat. Trend ini ada kaitan dengan corak hujan di bahagian hulu lembangan yang juga menunjukkan trend yang meningkat seperti digambarkan dalam Rajah 5.4. Terdapat beberapa parameter luahan yang menunjukkan trend yang signifikan pada aras sekurang-kurang $\alpha = 0.1$. Ia meliputi stesen Lui ($Q_{mean\ ht}$), Rinching ($Q_{mean\ hd}$ dan $Q_{min\ hd}$), Kajang ($Q_{mean\ hd}$, $Q_{min\ ht}$, $Q_{min\ hw}$, $Q_{min\ hd}$), Dengkil ($Q_{mean\ hw}$). Ini bermaksud pola luahan yang digambarkan mempunyai kebolehpercayaan 90%. Parameter yang lain tidak menunjukkan kebolehpercayaan pada aras keyakinan sebanyak 90%.

Jadual 5.16.

*Trend dan aras keyakinan (signifikan) bagi parameter $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$*

| Parameter | LUI | | RINCHING | | KAJANG | | DENGKIL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Z | Sig. | Z | Sig. | Z | Sig. | Z | Sig. |
| $Q_{mean\ ht}$ | 1.85 | $Ya^{*}$ | 1.21 | Tidak | 1.45 | Tidak | 0.95 | Tidak |
| $Q_{mean\ hw}$ | 0.35 | Tidak | 1.03 | Tidak | 0.94 | Tidak | 2.34 | $Ya^{+}$ |
| $Q_{mean\ hd}$ | 1.61 | Tidak | 2.19 | $Ya^{+}$ | 2.56 | $Ya^{+}$ | 1.43 | Tidak |
| $Q_{mean\ hb}$ | 0.62 | Tidak | 0.89 | Tidak | 1.44 | Tidak | 1.03 | Tidak |
| $Q_{min\ ht}$ | -0.52 | Tidak | 1.61 | Tidak | 2.3 | $Ya^{+}$ | 0.1 | Tidak |
| $Q_{min\ hw}$ | 0.43 | Tidak | 1.01 | Tidak | 2.44 | $Ya^{+}$ | -0.41 | Tidak |
| $Q_{min\ hd}$ | 0.82 | Tidak | 1.76 | $Ya^{*}$ | 2.49 | $Ya^{+}$ | 0.15 | Tidak |
| $Q_{min\ hb}$ | 0.42 | Tidak | 1.44 | Tidak | 0.48 | Tidak | 0.21 | Tidak |

Z = Mann-Kendall; Sig. = Aras Signifikan Trend ($^{+}\alpha = 0.05$, $^{*}\alpha = 0.1$)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.2 Ciri-ciri luahan bulanan

Luahan bulanan cuba melihat taburan luahan bulanan sepanjang tempoh rekod. Seperti luahan harian, dalam bahagian ini analisis deskriptif purata bulanan ($Q_{mean\ b}$) dan minimum bulanan ($Q_{min\ b}$). Dua perspektif yang digunakan iaitu secara bulanan (siri masa 12-bulan) dan tahunan (siri masa 48-tahun). Dari segi perspektif bulanan, semua bulan yang sama dalam tempoh rekod telah digabungkan dan ciri-ciri luahan purata dan kurang daripada purata turut dianalisis mengikut siri masa 12 bulan. Manakala dari segi perspektif tahunan, setiap bulan yang sama bagi setiap tahun dalam tempoh kajian akan dibandingkan antara sama satu sama lain khususnya dalam ujian trend. Turut sama dilakukan dalam bahagian ini ialah ujian skor Z yang digunakan untuk melihat bilangan bulan dan tahun yang mengalami luahan di bawah paras purata ($<Q_{mean\ b}$ dan $<Q_{min\ b}$).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Perincian berkaitan corak, pola dan trend luahan bulanan di lembangan Sungai Langat seperti berikut:-

#### 5.3.2.1 Stesen 3118445 Lui

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

Jumlah bulan yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Lui ialah sebanyak 576 bulan. Jumlah purata luahan bulanan ($Q_{mean\ b}$) yang dalam lingkungan antara 39.41 - 83.84 $m^3s^{-1}$ di mana nilai purata dan sisihan piawainya masing-masing sekitar 54.83 $m^3s^{-1}$ dan 12.66 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Februari manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z, dianggarkan 58.3% nilai $Q_{mean\ b}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih separuh daripada jumlah luahan bulanan, mempunyai nilai

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

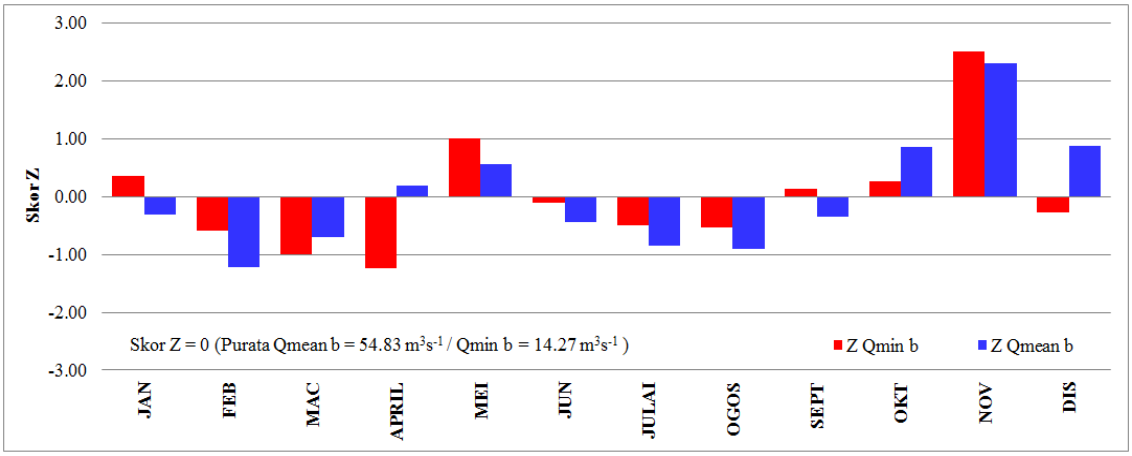
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ b}$ (54.83 $m^3s^{-1}$). Bulan Februari menunjukkan penyusutan terbanyak daripada nilai purata $Q_{mean\ b}$ iaitu sebanyak -15.42 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan tertinggi iaitu sebanyak 29.01 $m^3s^{-1}$ (Rajah 5.21 dan Rajah 5.22).

Bagi jumlah luahan minimum bulanan ($Q_{min\ b}$) pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 8.27 - 26.42 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 14.27 $m^3s^{-1}$ dan 4.85 $m^3s^{-1}$. Jumlah $Q_{min\ b}$ terendah direkodkan pada bulan April dan nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Bagi $Q_{min\ b}$ pula, peratus serakan nilai luahan di bawah paras Z=0 (purata $Q_{min\ b}$ =14.27 $m^3s^{-1}$) adalah sama dengan taburan $Q_{mean\ b}$. Jika dibandingkan dengan nilai purata $Q_{min\ b}$, bulan April menunjukkan jumlah susutan yang tinggi iaitu sebanyak -6.00 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan terbanyak iaitu 12.15 $m^3s^{-1}$. Perbezaan jumlah luahan antara purata $Q_{mean\ b}$ dengan purata $Q_{min\ b}$ sebanyak 40.56 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 35.90% daripada nilai luahan di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$ di stesen Lui (Rajah 5.21 dan Rajah 5.22).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

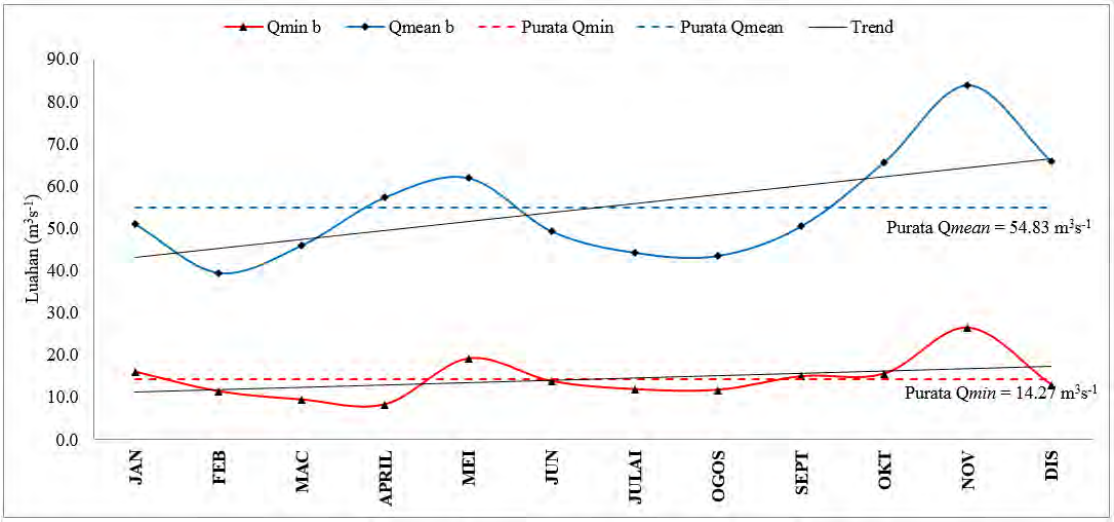



*Rajah 5.21*. Serakan nilai skor Z bagi luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 3118445 Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





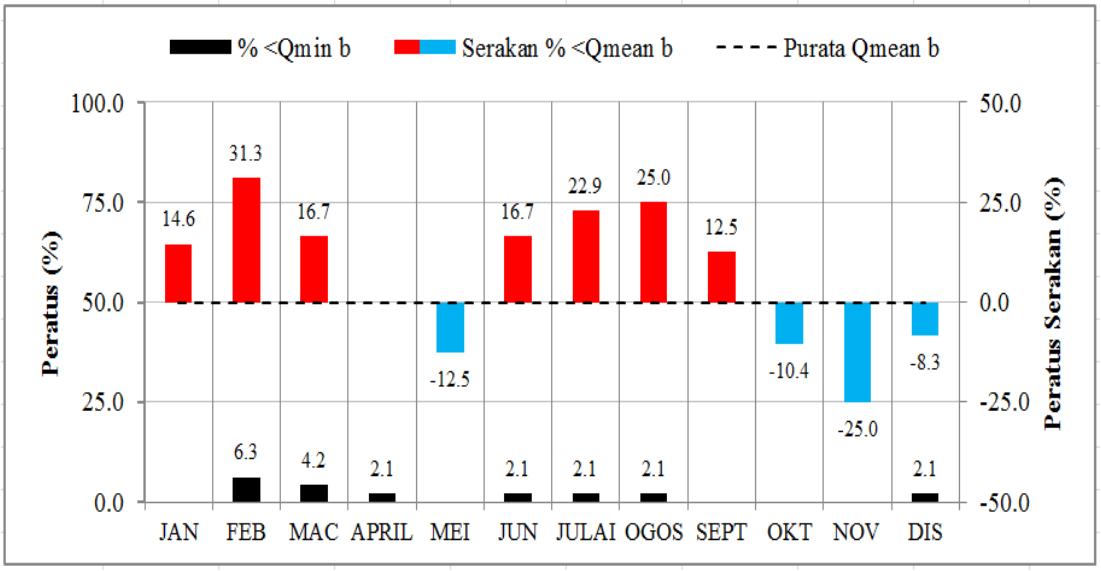

*Rajah 5.22*. Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 3118445 Lui

Berdasarkan analisis $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ mengikut tahun seperti digambarkan dalam Rajah 5.23 dan Jadual 5.17, didapati taburan luahan bulanan ($Q_{bt}$) yang kurang daripada $Q_{mean}$ ($<Q_{mean\ bt}$) lebih berkelompok dalam lingkungan 25% di sekitar purata $Q_{mean}$ kecuali bulan Februari. $Q_{min\ b}$ pula lebih tertumpu menghampiri peratus sifar. Terdapat 8 bulan yang menunjukkan lebih separuh $Q_{bt}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari hingga April dan Jun hingga September di mana bulan-bulan ini merupakan bulan musim kering. Bulan Februari merekodkan liputan iaitu meliputi 81.3% diikuti oleh bulan Ogos (75.0%) dan Julai (72.9%). Apa yang dapat disimpulkan ialah peratus liputan luahan aliran rendah bulanan sepanjang tempoh rekod bagi stesen Lui adalah tinggi berbanding peratus luahan aliran tinggi. Ini dibuktikan dengan peratus keseluruhan jumlah bulan $<Q_{mean\ bt}$ sekitar 56.9% daripada keseluruhan tempoh rekod. Ringkasan peratusan ini seperti dalam Rajah 5.23.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.23*. Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan ($Q_{bl}$) di stesen Lui.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.17.

*Corak luahan bulanan dan skoz Z di stesen 3118445 Lui*

| BULAN (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 67.42 | 83.16 | 95.31 | 42.64 | 79.04 | 54.43 | 91.70 | 41.36 | 29.90 | 40.43 | 35.09 | 22.41 | 46.81 | 21.49 | 15.97 | 20.47 | 40.38 | 24.51 | 34.80 | 38.23 | 40.68 | 72.72 | 47.10 | 43.14 | 19.67 | 46.60 | 32.24 | 49.00 |
| FEB | 51.63 | 72.97 | 65.14 | 39.35 | 46.89 | 36.54 | 36.96 | 43.86 | 22.09 | 25.02 | 42.80 | 11.36 | 12.76 | 13.17 | 29.56 | 17.28 | 60.75 | 19.57 | 19.15 | 91.00 | 39.84 | 62.27 | 36.57 | 45.82 | 14.33 | 30.19 | 25.18 | 37.76 |
| MAC | 64.74 | 90.05 | 91.34 | 32.98 | 45.34 | 53.25 | 41.31 | 36.39 | 29.88 | 28.21 | 51.22 | 17.30 | 9.39 | 15.56 | 16.67 | 27.03 | 40.47 | 26.83 | 21.51 | 70.63 | 51.05 | 66.71 | 44.28 | 45.58 | 21.95 | 27.26 | 46.23 | 37.89 |
| APR | 67.55 | 108.32 | 78.19 | 37.79 | 45.88 | 82.97 | 50.56 | 50.06 | 35.60 | 19.67 | 66.58 | 32.94 | 8.27 | 69.14 | 46.15 | 28.32 | 48.94 | 51.20 | 20.82 | 69.35 | 37.77 | 94.61 | 45.70 | 57.47 | 18.86 | 34.71 | 65.04 | 60.05 |
| MEI | 91.44 | 86.77 | 108.56 | 72.97 | 97.45 | 82.09 | 75.01 | 66.18 | 47.54 | 60.08 | 38.12 | 29.22 | 23.51 | 48.49 | 39.55 | 39.15 | 117.22 | 58.90 | 41.76 | 60.08 | 74.09 | 73.73 | 61.99 | 43.50 | 26.37 | 57.75 | 74.68 | 61.01 |
| JUN | 70.49 | 61.57 | 70.00 | 66.54 | 83.83 | 47.54 | 60.03 | 37.37 | 42.22 | 26.49 | 33.95 | 39.08 | 27.97 | 26.44 | 42.47 | 33.46 | 73.68 | 55.79 | 46.58 | 68.36 | 36.08 | 53.27 | 54.70 | 40.52 | 21.45 | 40.13 | 50.73 | 50.06 |
| JUL | 61.50 | 65.15 | 53.83 | 71.32 | 63.21 | 45.83 | 52.76 | 29.23 | 30.68 | 40.09 | 27.68 | 22.95 | 17.01 | 37.11 | 30.45 | 38.97 | 39.84 | 46.63 | 46.05 | 68.67 | 40.24 | 53.53 | 62.04 | 43.86 | 23.47 | 35.78 | 34.85 | 47.18 |
| OGOS | 69.06 | 76.45 | 43.02 | 59.10 | 68.47 | 40.14 | 49.90 | 18.04 | 31.88 | 27.96 | 28.21 | 25.75 | 27.25 | 23.67 | 29.43 | 33.62 | 23.46 | 56.76 | 43.08 | 48.09 | 41.12 | 50.67 | 94.64 | 36.22 | 20.40 | 34.07 | 43.27 | 31.40 |
| SEPT | 66.79 | 78.27 | 48.26 | 58.23 | 72.55 | 49.50 | 53.47 | 32.67 | 33.61 | 46.48 | 34.49 | 20.22 | 27.71 | 18.58 | 54.64 | 56.52 | 39.25 | 37.92 | 70.10 | 44.82 | 61.48 | 67.70 | 85.73 | 72.13 | 41.31 | 67.02 | 78.06 | 32.00 |
| OKT | 70.13 | 65.17 | 81.86 | 93.45 | 89.52 | 48.22 | 74.35 | 52.95 | 54.25 | 55.69 | 48.44 | 53.52 | 84.47 | 47.21 | 48.13 | 69.61 | 43.37 | 89.15 | 51.05 | 46.41 | 93.58 | 92.95 | 91.09 | 44.00 | 46.39 | 76.06 | 94.04 | 29.45 |
| NOV | 93.33 | 104.53 | 129.88 | 111.78 | 85.12 | 88.34 | 92.23 | 53.81 | 70.60 | 68.80 | 43.25 | 54.18 | 54.06 | 77.31 | 60.01 | 77.51 | 40.50 | 114.02 | 71.56 | 114.78 | 127.64 | 103.13 | 48.25 | 117.63 | 29.45 | 80.36 | 86.74 | 70.55 |
| DIS | 92.67 | 139.56 | 98.43 | 82.60 | 63.75 | 115.87 | 87.40 | 43.02 | 81.87 | 33.85 | 51.04 | 29.15 | 31.59 | 27.30 | 37.69 | 101.23 | 49.27 | 83.49 | 61.56 | 101.51 | 145.35 | 67.45 | 42.80 | 47.47 | 23.50 | 67.36 | 69.28 | 40.28 |
| Z-JAN | 0.76 | 1.48 | 2.03 | 0.38 | 1.29 | 0.16 | 1.87 | 0.44 | 0.96 | 0.48 | 0.73 | 1.31 | 0.19 | 1.35 | 1.60 | 1.40 | 0.48 | 1.21 | 0.74 | 0.58 | 0.47 | 1.00 | 0.18 | 0.36 | 1.43 | 0.20 | 0.86 | 0.09 |
| Z-FEB | 0.61 | 1.68 | 1.29 | 0.00 | 0.38 | 0.14 | 0.12 | 0.22 | 0.87 | 0.72 | 0.17 | 1.41 | 1.34 | 1.32 | 0.49 | 1.11 | 1.07 | 1.00 | 1.02 | 2.59 | 0.02 | 1.15 | 0.14 | 0.32 | 1.26 | 0.46 | 0.71 | 0.08 |
| Z-MAC | 0.83 | 1.94 | 1.99 | 0.57 | 0.02 | 0.32 | 0.20 | 0.42 | 0.70 | 0.78 | 0.23 | 1.25 | 1.60 | 1.33 | 1.28 | 0.83 | 0.24 | 0.84 | 1.07 | 1.08 | 0.23 | 0.91 | 0.07 | 0.01 | 1.05 | 0.82 | 0.01 | 0.35 |
| Z-APR | 0.40 | 2.00 | 0.82 | 0.76 | 0.45 | 1.01 | 0.26 | 0.28 | 0.85 | 1.47 | 0.36 | 0.95 | 1.92 | 0.46 | 0.44 | 1.13 | 0.33 | 0.24 | 1.43 | 0.47 | 0.76 | 1.46 | 0.45 | 0.01 | 1.50 | 0.88 | 0.30 | 0.11 |
| Z-MEI | 1.17 | 0.99 | 1.85 | 0.44 | 1.41 | 0.80 | 0.52 | 0.17 | 0.57 | 0.07 | 0.94 | 1.29 | 1.52 | 0.53 | 0.88 | 0.90 | 2.19 | 0.12 | 0.79 | 0.07 | 0.48 | 0.47 | 0.01 | 0.73 | 1.40 | 0.16 | 0.51 | 0.03 |
| Z-JUN | 1.23 | 0.72 | 1.21 | 1.01 | 2.01 | 0.10 | 0.63 | 0.69 | 0.41 | 1.32 | 0.89 | 0.59 | 1.23 | 1.32 | 0.39 | 0.92 | 1.42 | 0.38 | 0.15 | 1.11 | 0.76 | 0.23 | 0.32 | 0.51 | 1.61 | 0.53 | 0.09 | 0.05 |
| Z-JUL | 1.18 | 1.43 | 0.66 | 1.85 | 1.30 | 0.11 | 0.59 | 1.02 | 0.92 | 0.28 | 1.12 | 1.45 | 1.85 | 0.48 | 0.94 | 0.35 | 0.29 | 0.17 | 0.13 | 1.67 | 0.27 | 0.64 | 1.22 | 0.02 | 1.41 | 0.57 | 0.63 | 0.21 |
| Z-OGOS | 1.42 | 1.83 | 0.02 | 0.87 | 1.38 | 0.18 | 0.36 | 1.40 | 0.64 | 0.86 | 0.84 | 0.98 | 0.89 | 1.09 | 0.77 | 0.54 | 1.10 | 0.74 | 0.02 | 0.26 | 0.13 | 0.40 | 2.83 | 0.40 | 1.27 | 0.52 | 0.01 | 0.67 |
| Z-SEPT | 0.87 | 1.48 | 0.12 | 0.41 | 1.18 | 0.05 | 0.16 | 0.95 | 0.90 | 0.21 | 0.85 | 1.62 | 1.22 | 1.70 | 0.22 | 0.32 | 0.60 | 0.67 | 1.05 | 0.30 | 0.59 | 0.92 | 1.88 | 1.16 | 0.49 | 0.88 | 1.47 | 0.99 |
| Z-OKT | 0.21 | 0.03 | 0.77 | 1.33 | 1.14 | 0.84 | 0.41 | 0.61 | 0.55 | 0.48 | 0.83 | 0.58 | 0.90 | 0.88 | 0.84 | 0.19 | 1.07 | 1.12 | 0.70 | 0.92 | 1.33 | 1.30 | 1.21 | 1.04 | 0.92 | 0.49 | 1.35 | 1.73 |
| Z-NOV | 0.25 | 0.55 | 1.22 | 0.74 | 0.03 | 0.12 | 0.22 | 0.79 | 0.35 | 0.40 | 1.07 | 0.78 | 0.79 | 0.17 | 0.63 | 0.17 | 1.15 | 0.80 | 0.32 | 0.82 | 1.16 | 0.51 | 0.94 | 0.89 | 1.44 | 0.09 | 0.08 | 0.35 |
| Z-DIS | 0.89 | 2.45 | 1.09 | 0.56 | 0.07 | 1.67 | 0.72 | 0.76 | 0.53 | 1.06 | 0.49 | 1.22 | 1.14 | 1.28 | 0.93 | 1.18 | 0.55 | 0.59 | 0.14 | 1.19 | 2.64 | 0.06 | 0.76 | 0.61 | 1.41 | 0.05 | 0.12 | 0.85 |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sambungan Jadual 5.17

| BULAN (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 32.77 | 57.22 | 40.76 | 51.02 | 63.19 | 98.19 | 67.15 | 45.49 | 54.54 | 20.73 | 86.84 | 37.83 | 90.92 | 50.81 | 63.89 | 66.62 | 69.63 | 72.83 | 38.61 | 58.58 | 15.97 | 98.19 | 50.92 | 21.82 | 1979 | 1999 | 28 |
| FEB | 21.84 | 50.17 | 22.40 | 39.29 | 40.79 | 59.42 | 55.02 | 14.87 | 29.50 | 21.69 | 86.43 | 19.02 | 27.26 | 36.61 | 41.19 | 43.87 | 51.65 | 50.36 | 41.44 | 89.27 | 11.36 | 91.00 | 39.41 | 19.93 | 1976 | 1984 | 26 |
| MAC | 24.27 | 60.17 | 44.77 | 55.87 | 60.75 | 101.95 | 72.56 | 13.17 | 26.25 | 28.39 | 44.70 | 35.03 | 14.33 | 42.47 | 64.63 | 78.62 | 63.86 | 70.28 | 79.22 | 70.93 | 9.39 | 101.95 | 45.90 | 22.80 | 1977 | 1999 | 28 |
| APR | 41.18 | 63.66 | 61.95 | 104.16 | 75.42 | 26.35 | 81.00 | 37.84 | 63.55 | 35.81 | 65.30 | 45.47 | 20.39 | 49.39 | 117.2 | 96.48 | 82.02 | 81.48 | 86.28 | 82.25 | 8.27 | 117.16 | 57.28 | 25.55 | 1977 | 2008 | 24 |
| MEI | 44.14 | 62.95 | 67.37 | 67.58 | 47.25 | 19.12 | 65.55 | 26.13 | 64.02 | 32.24 | 37.21 | 56.78 | 39.06 | 42.49 | 63.02 | 66.65 | 80.86 | 87.37 | 111.9 | 130.08 | 19.12 | 130.08 | 61.85 | 25.28 | 1999 | 2013 | 24 |
| JUN | 51.37 | 57.45 | 88.15 | 80.39 | 34.33 | 17.64 | 49.21 | 13.73 | 54.46 | 37.45 | 40.57 | 58.53 | 26.01 | 54.56 | 71.99 | 40.24 | 60.26 | 61.26 | 52.25 | 51.92 | 13.73 | 88.15 | 49.22 | 17.22 | 2001 | 1995 | 23 |
| JUL | 40.93 | 46.97 | 62.24 | 59.38 | 31.15 | 25.84 | 39.55 | 11.85 | 47.61 | 48.56 | 56.70 | 66.44 | 17.60 | 40.75 | 59.25 | 32.39 | 50.77 | 57.60 | 55.42 | 38.64 | 11.85 | 71.32 | 44.16 | 14.66 | 2001 | 1968 | 24 |
| OGOS | 36.38 | 40.46 | 74.70 | 54.26 | 28.69 | 17.21 | 60.46 | 11.69 | 47.24 | 35.22 | 53.97 | 63.86 | 18.41 | 44.30 | 45.54 | 51.65 | 56.46 | 61.68 | 72.80 | 34.59 | 11.69 | 94.64 | 43.43 | 18.09 | 2001 | 1987 | 27 |
| SEPT | 75.91 | 48.65 | 78.87 | 61.62 | 21.79 | 23.74 | 72.26 | 14.92 | 48.10 | 43.01 | 71.26 | 44.24 | 19.35 | 51.61 | 41.89 | 74.72 | 50.90 | 43.72 | 47.28 | 39.06 | 14.92 | 85.73 | 50.47 | 18.72 | 2001 | 1987 | 26 |
| OKT | 84.45 | 55.88 | 77.44 | 76.69 | 80.65 | 45.83 | 93.02 | 15.56 | 51.47 | 62.46 | 86.36 | 71.92 | 34.18 | 61.55 | 94.72 | 75.01 | 58.98 | 47.68 | 106.1 | 39.85 | 15.56 | 106.05 | 65.71 | 20.93 | 2001 | 2012 | 25 |
| NOV | 93.26 | 46.42 | 82.02 | 49.25 | 110.2 | 33.05 | 83.13 | 26.42 | 113.9 | 95.95 | 185.5 | 86.33 | 77.76 | 57.69 | 121.2 | 94.73 | 64.61 | 57.72 | 229.8 | 46.03 | 26.42 | 229.84 | 83.84 | 37.84 | 2001 | 2012 | 26 |
| DIS | 85.89 | 66.47 | 88.64 | 79.87 | 70.71 | 32.86 | 98.54 | 12.93 | 59.86 | 36.33 | 70.89 | 44.39 | 26.67 | 54.70 | 86.75 | 72.01 | 69.81 | 46.24 | 103.6 | 33.79 | 12.93 | 145.35 | 65.78 | 30.09 | 2001 | 1985 | 23 |
| Z-JAN | 0.83 | 0.29 | 0.47 | 0.00 | 0.56 | 2.17 | 0.74 | 0.25 | 0.17 | 1.38 | 1.65 | 0.60 | 1.83 | 0.01 | 0.59 | 0.72 | 0.86 | 1.00 | 0.56 | 0.35 | -1.60 | 2.17 | | | | | 58.3% |
| Z-FEB | 0.88 | 0.54 | 0.85 | 0.01 | 0.07 | 1.00 | 0.78 | 1.23 | 0.50 | 0.89 | 2.36 | 1.02 | 0.61 | 0.14 | 0.09 | 0.22 | 0.61 | 0.55 | 0.10 | 2.50 | -1.41 | 2.59 | | | | | 54.2% |
| Z-MAC | 0.95 | 0.63 | 0.05 | 0.44 | 0.65 | 2.46 | 1.17 | 1.44 | 0.86 | 0.77 | 0.05 | 0.48 | 1.38 | 0.15 | 0.82 | 1.43 | 0.79 | 1.07 | 1.46 | 1.10 | -1.60 | 2.46 | | | | | 58.3% |
| Z-APR | 0.63 | 0.25 | 0.18 | 1.83 | 0.71 | 1.21 | 0.93 | 0.76 | 0.25 | 0.84 | 0.31 | 0.46 | 1.44 | 0.31 | 2.34 | 1.53 | 0.97 | 0.95 | 1.13 | 0.98 | -1.92 | 2.34 | | | | | 50.0% |
| Z-MEI | 0.70 | 0.04 | 0.22 | 0.23 | 0.58 | 1.69 | 0.15 | 1.41 | 0.09 | 1.17 | 0.97 | 0.20 | 0.90 | 0.77 | 0.05 | 0.19 | 0.75 | 1.01 | 1.98 | 2.70 | -1.69 | 2.70 | | | | | 50.0% |
| Z-JUN | 0.12 | 0.48 | 2.26 | 1.81 | 0.86 | 1.83 | 0.00 | 2.06 | 0.30 | 0.68 | 0.50 | 0.54 | 1.35 | 0.31 | 1.32 | 0.52 | 0.64 | 0.70 | 0.18 | 0.16 | -2.06 | 2.26 | | | | | 47.9% |
| Z-JUL | 0.22 | 0.19 | 1.23 | 1.04 | 0.89 | 1.25 | 0.31 | 2.20 | 0.24 | 0.30 | 0.86 | 1.52 | 1.81 | 0.23 | 1.03 | 0.80 | 0.45 | 0.92 | 0.77 | 0.38 | -2.20 | 1.85 | | | | | 50.0% |
| Z-OGOS | 0.39 | 0.16 | 1.73 | 0.60 | 0.81 | 1.45 | 0.94 | 1.75 | 0.21 | 0.45 | 0.58 | 1.13 | 1.38 | 0.05 | 0.12 | 0.45 | 0.72 | 1.01 | 1.62 | 0.49 | -1.75 | 2.83 | | | | | 56.3% |
| Z-SEPT | 1.36 | 0.10 | 1.52 | 0.60 | 1.53 | 1.43 | 1.16 | 1.90 | 0.13 | 0.40 | 1.11 | 0.33 | 1.66 | 0.06 | 0.46 | 1.30 | 0.02 | 0.36 | 0.17 | 0.61 | -1.90 | 1.88 | | | | | 54.2% |
| Z-OKT | 0.90 | 0.47 | 0.56 | 0.52 | 0.71 | 0.95 | 1.30 | 2.40 | 0.68 | 0.16 | 0.99 | 0.30 | 1.51 | 0.20 | 1.39 | 0.44 | 0.32 | 0.86 | 1.93 | 1.24 | -2.40 | 1.93 | | | | | 52.1% |
| Z-NOV | 0.25 | 0.99 | 0.05 | 0.91 | 0.70 | 1.34 | 0.02 | 1.52 | 0.79 | 0.32 | 2.69 | 0.07 | 0.16 | 0.69 | 0.99 | 0.29 | 0.51 | 0.69 | 3.86 | 1.00 | -1.52 | 3.86 | | | | | 54.2% |
| Z-DIS | 0.67 | 0.02 | 0.76 | 0.47 | 0.16 | 1.09 | 1.09 | 1.76 | 0.20 | 0.98 | 0.17 | 0.71 | 1.30 | 0.37 | 0.70 | 0.21 | 0.13 | 0.65 | 1.26 | 1.06 | -1.76 | 2.64 | | | | | 47.9% |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis pola dan trend luahan**

Berpandukan Rajah 5.22, pola dalaman luahan $Q_{mean\ b}$ di stesen Lui menunjukkan wujud pola menurun yang diselangi oleh pola menaik. Pola menaik dicatatkan pada bulan Februari hingga Mei dan Ogos hingga November manakala pola menurun dikenal pasti berlaku pada November hingga Februari dan Mei hingga Ogos. Namun jika dilihat pada siri masa 12-bulan secara keseluruhannya, wujud trend meningkat. berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.18. Trend menaik ini menjelaskan bahawa jumlah luahan semakin bertambah bermula daripada awal tahun hingga penghujung tahun di stesen Lui. Ini dibuktikan dengan purata nilai luahan yang tinggi terutamanya pada musim perantaraan-Oktober (66.16 $m^3s^{-1}$) dan awal MTL (83.81 $m^3s^{-1}$) berbanding pada bulan Januari (51.54 $m^3s^{-1}$). Peningkatan jumlah ini dipengaruhi oleh faktor monsun yang mencurahkan banyak hujan pada setiap penghujung tahun di stesen Lui seperti yang telah dibincangkan dalam bahagian 5.2. Walaupun wujud peningkatan luahan, namun pertalian keragaman magnitud luahan bulanan sepanjang tempoh siri masa 12-bulan adalah rendah sepertimana ditunjukkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.39$). Di samping itu, pola yang terhasil juga menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Berpandukan Rajah 5.22, pola dalaman luahan $Q_{min\ b}$ sedikit berombak di mana pola menaik agak singkat berbanding dengan pola menyusut. Pola menaik berlaku pada bulan April - Mei, Ogos - September, Oktober - November dan Disember – Januari. Manakala pola menyusut pula berlaku pada Januari - April, Mei - Ogos dan November - Disember. Jika dilihat secara keseluruhan siri masa 12-bulan, polanya menunjukkan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



trend meningkat tetapi kadar peningkatannya adalah kecil berbanding $Q_{mean\ b}$. Trend menaik ini dilihat berdasarkan nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.18. Trend ini dibuktikan dengan nilai luahan $Q_{min\ b}$ yang meningkat terutamanya pada musim perantaraan - Oktober (15.56 $m^3s^{-1}$) dan awal MTL-November (26.42 $m^3s^{-1}$) berbanding pada bulan Februari (11.36 $m^3s^{-1}$). Peningkatan ini ada kaitan dengan pertambahan simpanan air bawah pada hujung curahan hujan monsun. Walaupun berlaku peningkatan dalam siri masa 12-bulan, namun pola yang terhasil menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Pertalian keragaman magnitud luahan $Q_{min\ b}$ sepanjang tempoh siri masa 12-bulan adalah rendah sepertimana ditunjukkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.24$).

Jika dilihat pola tahunan tempoh siri masa 48-tahun, terdapat 7 bulan menunjukkan trend menaik berbanding 5 bulan menunjukkan trend menurun seperti digambarkan dalam Jadual 5.17 dan Jadual 5.18. Trend menaik ini ditunjukkan oleh bulan Januari – Mei dan Julai – Ogos. Ini menggambarkan bahawa kebanyakan luahan pada musim kering menunjukkan pola yang meningkat berbeza dengan bulan-bulan musim basah. Bulan-bulan musim basah pada monsun MBD menunjukkan trend meningkat tetapi pada monsun MTL menunjukkan penurunan. Keadaan ini juga ada kaitan dengan peningkatan curahan di lembangan Lui yang disebabkan oleh fenomena La Nina yang kerap melanda sejak tahun 2005 hingga 2013 (MET Malaysia, 2013b). Kesemua trend bulanan yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.18.

*Trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ bagi stesen 3118445 Lui*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ b}$ | 1.71 | 1.706 | 2.181 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ b}$ | 1.03 | 0.459 | 0.539 | Meningkat | Tidak |
| JAN | 1.40 | 0.384 | 0.192 | Meningkat | Tidak |
| FEB | 0.65 | 0.115 | 0.129 | Meningkat | Tidak |
| MAC | 1.32 | 0.380 | 0.276 | Meningkat | Tidak |
| APR | 1.56 | 0.458 | 0.419 | Meningkat | Tidak |
| MEI | -0.56 | -0.151 | -0.090 | Menurun | Tidak |
| JUN | -0.22 | -0.054 | -0.092 | Menurun | Tidak |
| JUL | 0.01 | 0.015 | -0.058 | Meningkat | Tidak |
| OGOS | 0.77 | 0.152 | 0.059 | Meningkat | Tidak |
| SEPT | -0.42 | -0.084 | -0.089 | Menurun | Tidak |
| OKT | -0.35 | -0.076 | -0.047 | Menurun | Tidak |
| NOV | -0.26 | -0.114 | 0.251 | Menurun | Tidak |
| DIS | -1.18 | -0.421 | -0.482 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.2.2 Stesen 2918401 Rinching

#### a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$

Jumlah bulan yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Rinching ialah sebanyak 456 bulan. Nilai purata luahan bulanan ($Q_{mean\ b}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 107.13 - 222.69 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 149.56 $m^3s^{-1}$ dan 34.15 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Februari manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z bahawa, sejumlah 50.0% nilai luahan $Q_{mean\ b}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih separuh daripada jumlah luahan bulanan, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ b}$ (149.56 $m^3s^{-1}$). Jika dibandingkan dengan nilai purata $Q_{mean\ b}$, bulan Ogos menunjukkan penyusutan sebanyak -42.44 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan sebanyak 73.12 $m^3s^{-1}$ (Rajah 5.24 dan Rajah 5.25).

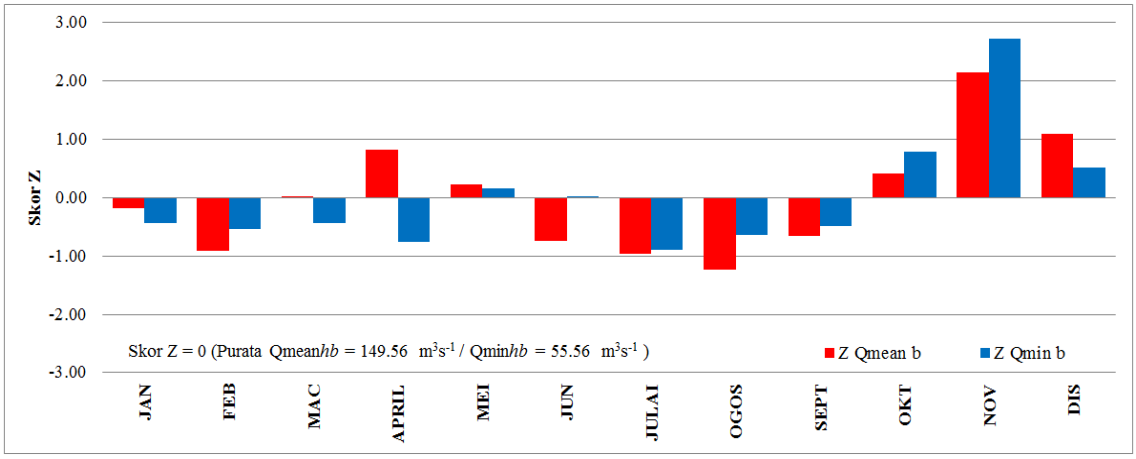
Bagi jumlah luahan $Q_{min\ b}$ pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 34.65 - 118.74 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 55.56 $m^3s^{-1}$ dan 23.23 $m^3s^{-1}$. Jumlah $Q_{min\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Mei dan nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah peratus jumlah luahan di bawah paras Z=0 adalah berbeza dengan $Q_{mean\ b}$ di mana 58.3% daripada jumlah luahan bulanan menunjukkan nilai di bawah paras jumlah purata $Q_{min\ b}$ (55.56 $m^3s^{-1}$). Bulan Julai menunjukkan jumlah susutan tertinggi iaitu -20.91 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan terbanyak iaitu 63.19 $m^3s^{-1}$. Perbezaan jumlah luahan antara purata $Q_{mean\ b}$ dengan purata $Q_{min\ b}$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

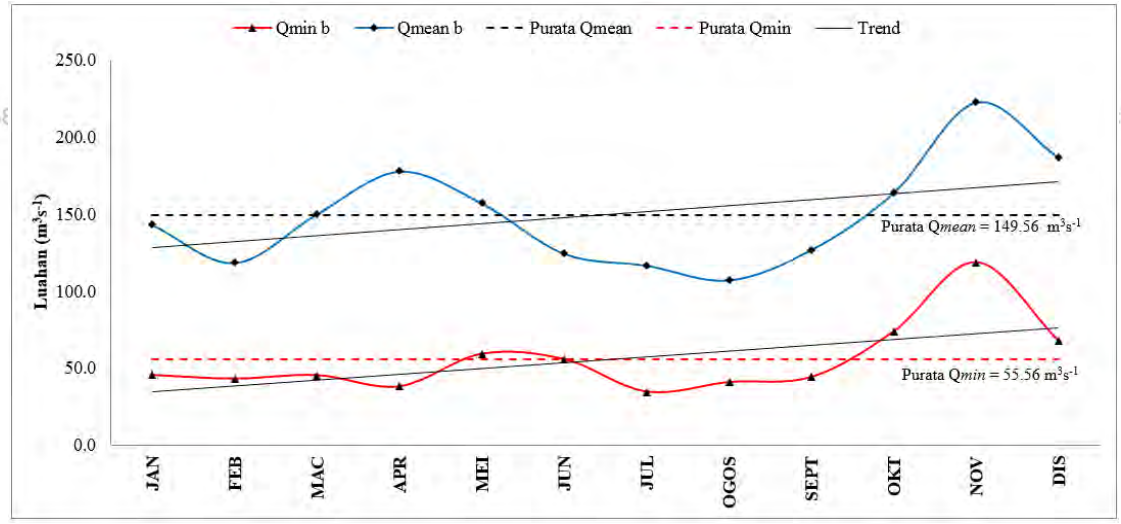
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebanyak 94.01 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 65.89% daripada nilai luahan di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$ di Stesen Rinching (Rajah 5.24 dan Rajah 5.25)




*Rajah 5.24*. Serakan luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2918401 Rinching




*Rajah 5.25*. Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2918401 Rinching

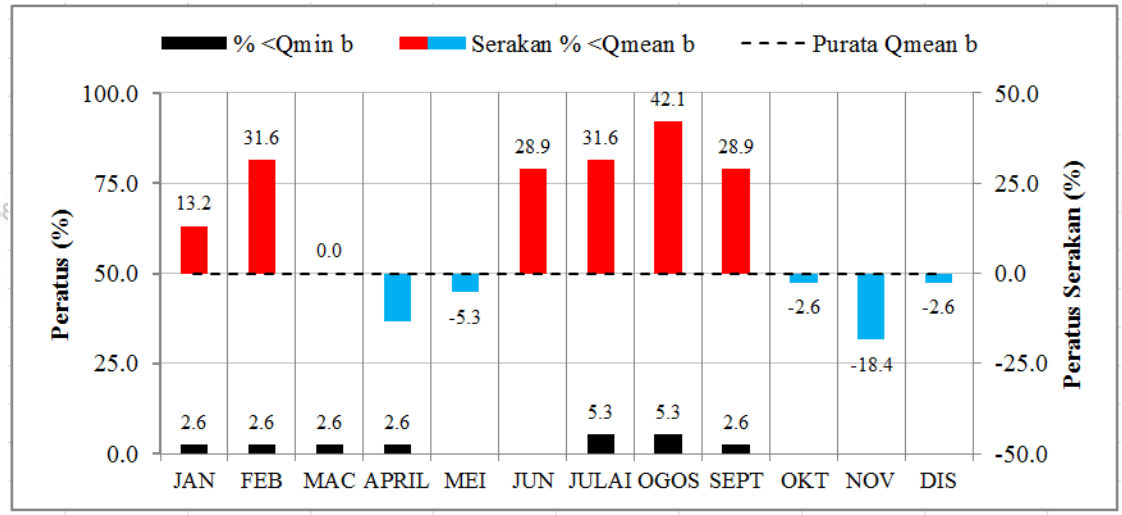
Berdasarkan analisis $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ mengikut tahun seperti digambarkan dalam Rajah 5.26 dan Jadual 5.19, didapati taburan peratus luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) yang kurang daripada $Q_{mean}$ ($<Q_{mean\ bt}$) lebih berkelompok dalam lingkungan 25 - 100%. Manakala $Q_{min\ b}$ lebih tertumpu menghampiri peratus sifar. Terdapat 7 bulan yang menunjukkan lebih separuh $Q_{bt}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Januari hingga Mac dan Jun hingga September di mana bulan-bulan ini merupakan bulan-bulan musim kering. 5 bulan daripadanya mencatatkan liputan yang tinggi iaitu melebihi 75%. Bulan tersebut meliputi Ogos (92.1%) diikuti bulan Februari dan Julai (81.6%) serta Jun dan September (78.9%). Apa yang dapat disimpulkan ialah peratus liputan luahan aliran rendah bulanan sepanjang tempoh rekod bagi stesen Rinching adalah tinggi berbanding peratus luahan aliran tinggi. Ini dibuktikan dengan peratus keseluruhan jumlah bulan $<Q_{mean\ bt}$ sekitar 61.2% daripada keseluruhan tempoh rekod. Liputan yang tinggi bulan $<Q_{mean\ bt}$ ini ada kaitan dengan kewujudan empangan Semenyih di kawasan hulu lembangan Semenyih.




*Rajah 5.26*. Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) di stesen Rinching.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.19.

Corak luahan bulanan dan skor Z di stesen 2918401 Rinching

| BULAN (a) | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 154.33 | 101.36 | 111.45 | 127.15 | 69.49 | 121.84 | 127.28 | 45.44 | 109.82 | 140.58 | 170.94 | 183.68 | 90.52 | 127.89 | 115.43 | 91.19 | 166.85 | 151.23 | 150.64 | 199.36 | 73.39 | 63.80 | 208.87 |
| FEB | 155.61 | 83.66 | 57.93 | 88.95 | 61.07 | 99.13 | 100.32 | 93.28 | 66.57 | 213.66 | 120.09 | 143.26 | 105.26 | 168.22 | 141.33 | 61.41 | 132.99 | 162.57 | 147.53 | 165.39 | 87.05 | 43.05 | 128.70 |
| MAC | 220.46 | 94.52 | 45.35 | 92.80 | 97.63 | 191.07 | 93.91 | 112.63 | 59.67 | 213.71 | 181.07 | 213.21 | 170.91 | 165.59 | 156.68 | 106.12 | 230.54 | 129.00 | 179.67 | 290.41 | 91.36 | 57.06 | 100.78 |
| APR | 303.83 | 99.96 | 38.06 | 168.92 | 164.22 | 144.93 | 92.28 | 227.92 | 58.58 | 239.97 | 115.17 | 212.75 | 82.15 | 181.34 | 167.32 | 129.42 | 184.70 | 138.03 | 247.53 | 233.89 | 162.04 | 94.14 | 82.89 |
| MEI | 149.65 | 84.60 | 73.56 | 182.56 | 99.54 | 135.95 | 270.00 | 236.11 | 87.71 | 225.48 | 278.75 | 190.50 | 87.65 | 141.82 | 167.96 | 152.02 | 185.65 | 118.85 | 221.10 | 192.63 | 96.48 | 68.98 | 59.22 |
| JUN | 102.74 | 74.57 | 96.24 | 103.47 | 126.39 | 131.13 | 120.63 | 197.16 | 83.89 | 177.43 | 94.69 | 135.60 | 75.86 | 108.65 | 151.67 | 147.94 | 187.01 | 106.57 | 141.32 | 143.40 | 114.99 | 78.78 | 55.74 |
| JUL | 270.46 | 65.76 | 65.32 | 101.43 | 93.59 | 95.61 | 82.29 | 180.49 | 60.72 | 184.57 | 79.09 | 101.98 | 74.32 | 143.79 | 128.45 | 131.38 | 168.02 | 131.45 | 144.13 | 123.24 | 55.90 | 65.13 | 66.74 |
| OGOS | 128.95 | 66.18 | 61.65 | 82.10 | 72.41 | 85.53 | 59.67 | 77.27 | 120.78 | 115.16 | 67.62 | 76.06 | 133.54 | 121.90 | 93.48 | 135.08 | 142.80 | 117.05 | 175.90 | 140.99 | 105.55 | 56.40 | 63.08 |
| SEPT | 148.63 | 65.39 | 68.90 | 64.54 | 119.02 | 125.34 | 241.34 | 77.52 | 176.02 | 107.52 | 74.03 | 114.60 | 124.68 | 202.98 | 182.55 | 205.66 | 168.38 | 128.35 | 142.54 | 105.46 | 130.06 | 96.15 | 57.58 |
| OKT | 102.18 | 88.65 | 166.83 | 113.16 | 81.42 | 241.26 | 161.04 | 161.48 | 135.62 | 104.73 | 179.13 | 164.15 | 271.54 | 121.89 | 332.69 | 145.52 | 176.38 | 132.53 | 207.59 | 141.01 | 335.87 | 142.66 | 136.09 |
| NOV | 340.43 | 118.74 | 127.06 | 208.74 | 126.71 | 306.10 | 128.09 | 263.61 | 178.78 | 292.61 | 324.88 | 175.15 | 296.63 | 228.04 | 283.16 | 124.99 | 173.24 | 143.17 | 691.36 | 136.30 | 362.24 | 155.34 | 137.21 |
| DIS | 231.18 | 158.12 | 106.94 | 132.16 | 123.02 | 438.51 | 98.06 | 201.61 | 130.84 | 280.55 | 443.90 | 135.51 | 285.51 | 164.73 | 121.84 | 123.94 | 180.71 | 118.02 | 303.27 | 174.98 | 296.77 | 163.46 | 67.58 |
| Z-JAN | 0.20 | 0.74 | 0.56 | 0.28 | 1.31 | 0.38 | 0.28 | 1.73 | 0.59 | 0.05 | 0.49 | 0.72 | 0.93 | 0.27 | 0.49 | 0.92 | 0.42 | 0.14 | 0.13 | 1.00 | 1.24 | 1.41 | 1.17 |
| Z-FEB | 0.99 | 0.93 | 1.61 | 0.78 | 1.53 | 0.51 | 0.48 | 0.67 | 1.38 | 2.54 | 0.05 | 0.66 | 0.35 | 1.33 | 0.61 | 1.52 | 0.39 | 1.18 | 0.78 | 1.25 | 0.83 | 2.01 | 0.28 |
| Z-MAC | 1.07 | 0.84 | 1.59 | 0.87 | 0.79 | 0.62 | 0.85 | 0.57 | 1.37 | 0.97 | 0.47 | 0.96 | 0.32 | 0.24 | 0.10 | 0.67 | 1.22 | 0.32 | 0.45 | 2.13 | 0.89 | 1.41 | 0.75 |
| Z-APR | 1.64 | 1.01 | 1.81 | 0.11 | 0.18 | 0.43 | 1.11 | 0.65 | 1.55 | 0.81 | 0.81 | 0.45 | 1.24 | 0.05 | 0.14 | 0.63 | 0.09 | 0.52 | 0.91 | 0.73 | 0.20 | 1.09 | 1.23 |
| Z-MEI | 0.12 | 1.17 | 1.35 | 0.41 | 0.93 | 0.34 | 1.83 | 1.28 | 1.12 | 1.11 | 1.97 | 0.54 | 1.12 | 0.25 | 0.18 | 0.08 | 0.46 | 0.62 | 1.04 | 0.58 | 0.98 | 1.43 | 1.58 |
| Z-JUN | 0.54 | 1.24 | 0.70 | 0.52 | 0.05 | 0.17 | 0.09 | 1.81 | 1.01 | 1.32 | 0.74 | 0.28 | 1.20 | 0.39 | 0.68 | 0.58 | 1.55 | 0.44 | 0.42 | 0.47 | 0.23 | 1.13 | 1.70 |
| Z-JUL | 2.96 | 0.98 | 0.99 | 0.29 | 0.44 | 0.41 | 0.66 | 1.23 | 1.08 | 1.31 | 0.72 | 0.28 | 0.82 | 0.52 | 0.23 | 0.28 | 0.99 | 0.28 | 0.53 | 0.13 | 1.17 | 0.99 | 0.96 |
| Z-OGOS | 0.54 | 1.01 | 1.12 | 0.62 | 0.85 | 0.53 | 1.17 | 0.73 | 0.34 | 0.20 | 0.97 | 0.76 | 0.65 | 0.36 | 0.34 | 0.69 | 0.88 | 0.24 | 1.69 | 0.83 | 0.04 | 1.25 | 1.08 |
| Z-SEPT | 0.49 | 1.38 | 1.30 | 1.40 | 0.18 | 0.03 | 2.56 | 1.11 | 1.10 | 0.43 | 1.18 | 0.28 | 0.05 | 1.71 | 1.25 | 1.77 | 0.93 | 0.03 | 0.35 | 0.48 | 0.07 | 0.69 | 1.55 |
| Z-OKT | 1.00 | 1.22 | 0.05 | 0.83 | 1.34 | 1.26 | 0.05 | 0.04 | 0.46 | 0.96 | 0.25 | 0.00 | 1.75 | 0.68 | 2.74 | 0.30 | 0.20 | 0.51 | 0.71 | 0.37 | 2.79 | 0.35 | 0.45 |
| Z-NOV | 1.02 | 0.90 | 0.83 | 0.12 | 0.83 | 0.72 | 0.82 | 0.35 | 0.38 | 0.60 | 0.88 | 0.41 | 0.64 | 0.05 | 0.52 | 0.84 | 0.43 | 0.69 | 4.04 | 0.75 | 1.20 | 0.58 | 0.74 |
| Z-DIS | 0.49 | 0.31 | 0.88 | 0.60 | 0.70 | 2.77 | 0.97 | 0.16 | 0.61 | 1.03 | 2.83 | 0.56 | 1.09 | 0.24 | 0.71 | 0.69 | 0.07 | 0.75 | 1.28 | 0.13 | 1.21 | 0.26 | 1.31 |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sambungan Jadual 5.19

| BULAN (b) | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 102.76 | 124.19 | 245.48 | 147.90 | 146.35 | 113.67 | 206.34 | 114.45 | 104.69 | 222.97 | 331.99 | 224.90 | 134.42 | 142.72 | 174.91 | 45.44 | 331.99 | 143.17 | 56.38 | 1982 | 2009 | 22 |
| FEB | 82.75 | 90.27 | 120.16 | 140.96 | 135.45 | 113.45 | 127.57 | 135.12 | 85.39 | 163.50 | 158.92 | 140.27 | 105.19 | 124.19 | 147.81 | 43.05 | 213.66 | 118.37 | 37.52 | 1996 | 1984 | 17 |
| MAC | 76.76 | 171.02 | 105.47 | 136.48 | 170.28 | 137.26 | 106.49 | 115.38 | 126.34 | 180.91 | 374.19 | 162.04 | 196.58 | 195.40 | 151.78 | 45.35 | 374.19 | 150.01 | 65.94 | 1977 | 2009 | 19 |
| APR | 115.60 | 193.85 | 203.32 | 153.82 | 200.48 | 139.45 | 258.22 | 157.30 | 128.02 | 367.43 | 366.71 | 247.39 | 290.51 | 184.04 | 177.53 | 38.06 | 367.43 | 177.73 | 76.99 | 1977 | 2008 | 21 |
| MEI | 78.53 | 153.06 | 183.15 | 167.16 | 133.77 | 160.22 | 115.78 | 121.51 | 110.78 | 159.48 | 141.37 | 245.45 | 308.90 | 183.45 | 199.90 | 59.22 | 308.90 | 157.09 | 61.78 | 1997 | 2011 | 20 |
| JUN | 70.55 | 140.02 | 175.76 | 112.51 | 123.39 | 100.44 | 116.75 | 59.57 | 142.56 | 218.88 | 97.22 | 204.08 | 168.04 | 107.40 | 133.34 | 55.74 | 218.88 | 124.38 | 40.29 | 1997 | 2008 | 21 |
| JUL | 89.21 | 122.03 | 101.76 | 255.33 | 120.36 | 119.43 | 120.60 | 34.65 | 109.15 | 160.34 | 55.04 | 199.56 | 114.75 | 117.27 | 101.45 | 34.65 | 270.46 | 116.70 | 51.98 | 2006 | 1975 | 20 |
| OGOS | 143.98 | 138.51 | 82.21 | 132.03 | 146.19 | 104.82 | 84.98 | 40.85 | 102.47 | 118.17 | 54.23 | 207.82 | 215.86 | 103.09 | 96.43 | 40.85 | 215.86 | 107.13 | 40.64 | 2006 | 2011 | 21 |
| SEPT | 130.37 | 139.13 | 80.30 | 126.10 | 136.71 | 122.39 | 117.71 | 44.18 | 112.74 | 137.59 | 136.64 | 190.02 | 181.99 | 137.30 | 100.91 | 44.18 | 241.34 | 126.88 | 44.64 | 2006 | 1981 | 20 |
| OKT | 191.47 | 180.01 | 115.21 | 117.83 | 117.01 | 155.03 | 106.35 | 73.81 | 151.20 | 221.75 | 196.56 | 247.01 | 197.22 | 191.41 | 124.00 | 73.81 | 335.87 | 163.93 | 61.53 | 2006 | 1995 | 22 |
| NOV | 150.13 | 166.90 | 120.90 | 217.49 | 287.77 | 228.24 | 138.34 | 134.91 | 157.84 | 250.03 | 175.72 | 274.78 | 206.10 | 496.21 | 134.13 | 118.74 | 691.36 | 222.69 | 115.88 | 1976 | 1993 | 23 |
| DIS | 167.50 | 236.18 | 103.57 | 133.94 | 141.60 | 119.18 | 273.25 | 86.19 | 131.39 | 87.66 | 203.15 | 282.13 | 199.76 | 303.32 | 145.18 | 67.58 | 443.90 | 186.71 | 91.02 | 1997 | 1985 | 24 |
| Z-JAN | 0.72 | 0.34 | 1.81 | 0.08 | 0.06 | 0.52 | 1.12 | 0.51 | 0.68 | 1.42 | 3.35 | 1.45 | 0.16 | 0.01 | 0.56 | -1.73 | 3.35 | | | | | 57.9% |
| Z-FEB | 0.95 | 0.75 | 0.05 | 0.60 | 0.46 | 0.13 | 0.25 | 0.45 | 0.88 | 1.20 | 1.08 | 0.58 | 0.35 | 0.16 | 0.78 | -2.01 | 2.54 | | | | | 44.7% |
| Z-MAC | 1.11 | 0.32 | 0.68 | 0.21 | 0.31 | 0.19 | 0.66 | 0.53 | 0.36 | 0.47 | 3.40 | 0.18 | 0.71 | 0.69 | 0.03 | -1.59 | 3.40 | | | | | 50.0% |
| Z-APR | 0.81 | 0.21 | 0.33 | 0.31 | 0.30 | 0.50 | 1.05 | 0.27 | 0.65 | 2.46 | 2.45 | 0.90 | 1.46 | 0.08 | 0.00 | -1.81 | 2.46 | | | | | 55.3% |
| Z-MEI | 1.27 | 0.07 | 0.42 | 0.16 | 0.38 | 0.05 | 0.67 | 0.58 | 0.75 | 0.04 | 0.25 | 1.43 | 2.46 | 0.43 | 0.69 | -1.58 | 2.46 | | | | | 52.6% |
| Z-JUN | 1.34 | 0.39 | 1.28 | 0.29 | 0.02 | 0.59 | 0.19 | 1.61 | 0.45 | 2.35 | 0.67 | 1.98 | 1.08 | 0.42 | 0.22 | -1.70 | 2.35 | | | | | 55.3% |
| Z-JUL | 0.53 | 0.10 | 0.29 | 2.67 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 1.58 | 0.15 | 0.84 | 1.19 | 1.59 | 0.04 | 0.01 | 0.29 | -1.58 | 2.96 | | | | | 52.6% |
| Z-OGOS | 0.91 | 0.77 | 0.61 | 0.61 | 0.96 | 0.06 | 0.54 | 1.63 | 0.11 | 0.27 | 1.30 | 2.48 | 2.68 | 0.10 | 0.26 | -1.63 | 2.68 | | | | | 55.3% |
| Z-SEPT | 0.08 | 0.27 | 1.04 | 0.02 | 0.22 | 0.10 | 0.21 | 1.85 | 0.32 | 0.24 | 0.22 | 1.41 | 1.23 | 0.23 | 0.58 | -1.85 | 2.56 | | | | | 52.6% |
| Z-OKT | 0.45 | 0.26 | 0.79 | 0.75 | 0.76 | 0.14 | 0.94 | 1.46 | 0.21 | 0.94 | 0.53 | 1.35 | 0.54 | 0.45 | 0.65 | -1.46 | 2.79 | | | | | 57.9% |
| Z-NOV | 0.63 | 0.48 | 0.88 | 0.04 | 0.56 | 0.05 | 0.73 | 0.76 | 0.56 | 0.24 | 0.41 | 0.45 | 0.14 | 2.36 | 0.76 | -0.90 | 4.04 | | | | | 60.5% |
| Z-DIS | 0.21 | 0.54 | 0.91 | 0.58 | 0.50 | 0.74 | 0.95 | 1.10 | 0.61 | 1.09 | 0.18 | 1.05 | 0.14 | 1.28 | 0.46 | -1.31 | 2.83 | | | | | 63.2% |

Tahun El Nino — Kuat — Sederhana — Lemah — Musim Kering — Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis pola dan trend luahan**

Berpandukan Rajah 5.25, pola dalaman luahan $Q_{mean\ b}$ di stesen Rinching menunjukkan wujud pola menurun yang diselangi oleh pola menaik. Pola menaik berlaku pada bulan Februari hingga April dan Ogos hingga November. Manakala pola menurun berlaku pada November hingga Februari dan April hingga Ogos. Namun jika dilihat pada siri masa 12-bulan secara keseluruhannya, pola luahan $Q_{mean\ b}$ menunjukkan trend menaik berdasarkan nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.20. Keadaan ini dibuktikan dengan nilai $Q_{mean\ b}$ yang tinggi terutamanya pada musim perantaraan - Oktober (163.95 $m^3s^{-1}$) dan awal MTL-November (221.91 $m^3s^{-1}$) berbanding pada bulan Januari (140.53 $m^3s^{-1}$). Trend menaik ini banyak dipengaruhi oleh curahan hujan monsun yang lebat di penghujung tahun yang meningkatkan aliran air dalam sungai Semenyih. Walaupun wujud peningkatan luahan, namun pertalian kevariasian magnitud luahan bulanan sepanjang tempoh siri masa 12-bulan adalah rendah sepertimana ditunjukkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.24$). Di samping itu, pola yang terhasil juga menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Berpandukan Rajah 5.25, pola dalaman luahan $Q_{min\ b}$ ada persamaan dengan pola $Q_{mean\ b}$ di mana wujud dua tempoh pola luahan menaik dan menurun yang berselangan. Pola luahan meningkat berlaku Mac - Mei dan September - November manakala pola menurun berlaku pada November - Mac dan Mei - September. Jika dilihat secara keseluruhan siri masa 12-bulan, polanya menunjukkan trend meningkat berdasarkan nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.20. Keadaan ini dibuktikan dengan nilai luahan $Q_{min\ b}$ yang meningkat terutamanya pada musim perantaraan - Oktober (73.81 $m^3s^{-1}$) dan awal MTL-November (118.74$m^3s^{-1}$) berbanding pada bulan Januari (40.51$m^3s^{-1}$). Walaupun berlaku peningkatan dalam siri masa 12-bulan, namun pola yang terhasil menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Darjah hubungan magnitud variasi luahan bulanan sepanjang tempoh siri masa 12-bulan adalah rendah seperti mana digambarkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.36$). Pola yang terhasil menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Jika dilihat pola tahunan tempoh siri masa 48-tahun, hampir keseluruhan bulan menunjukkan trend meningkat kecuali bulan Disember. Peningkatan ini ada kaitan dengan curahan hujan di lembangan Semenyih yang turut menunjukkan trend yang meningkat. Kebiasaannya curahan hujan lebat dibantu oleh fenomena La Nina yang melanda. Berdasarkan analisis indeks lautan Nino sejak 60 tahun kebelakangan ini, NOAA telah mengatakan bahawa La Nina melanda agak kerap sejak tahun 2005 hingga kini (MET Malaysia, 2013b). Kesemua trend bulanan yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ kecuali pada bulan Januari dan April.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.20.

*Pola dan trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di stesen 2918401 Rinching*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ b}$ | 1.03 | 3.259 | 4.056 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ b}$ | 1.58 | 2.802 | 4.332 | Meningkat | Tidak |
| JAN | 2.36 | 1.734 | 1.978 | Meningkat | Ya |
| FEB | 1.63 | 1.065 | 0.700 | Meningkat | Tidak |
| MAC | 1.31 | 1.120 | 1.178 | Meningkat | Tidak |
| APR | 2.01 | 2.274 | 2.345 | Meningkat | Ya |
| MEI | 0.68 | 0.674 | 0.505 | Meningkat | Tidak |
| JUN | 0.98 | 0.613 | 0.508 | Meningkat | Tidak |
| JUL | 0.20 | 0.177 | -0.107 | Meningkat | Tidak |
| OGOS | 1.58 | 0.912 | 0.944 | Meningkat | Tidak |
| SEPT | 0.68 | 0.475 | 0.133 | Meningkat | Tidak |
| OKT | 1.16 | 0.824 | 0.494 | Meningkat | Tidak |
| NOV | 0.08 | 0.138 | -0.039 | Meningkat | Tidak |
| DIS | 0.00 | -0.026 | -0.780 | Menurun | Tidak |

### 5.3.2.3 Stesen 2917401 Kajang

#### a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$

Jumlah bulan yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Kajang ialah sebanyak 420 bulan. Jumlah purata luahan bulanan ($Q_{mean\ b}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 158.04 - 420.46 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 243.97 $m^3s^{-1}$ dan 74.02 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Apa yang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



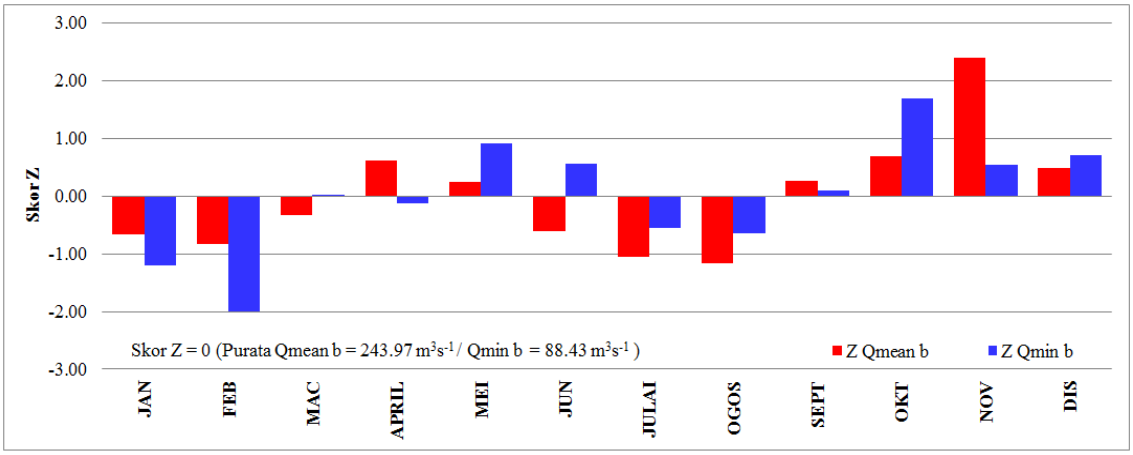
diperhatikan melalui analisis skor Z ialah terdapat keseimbangan taburan nilai $Q_{mean\ b}$ yang berada di atas dan bawah paras Z=0. Ini menjelaskan bahawa taburan jumlah lebihan dan susutan luahan bulanan daripada paras purata $Q_{mean\ b}$ (243.97 $m^3s^{-1}$) adalah sama iaitu 50%. Bulan Ogos menunjukkan pengurangan sebanyak -85.93 $m^3s^{-1}$ daripada nilai purata $Q_{mean\ b}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan sebanyak 176.49 $m^3s^{-1}$ (Rajah 5.27 dan Rajah 5.28).

Bagi jumlah luahan $Q_{min\ b}$ pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 39.97 - 129.38 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 88.43 $m^3s^{-1}$ dan 24.17 $m^3s^{-1}$. Jumlah $Q_{min\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Februari dan nilai tertinggi direkodkan pada bulan Oktober. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z bahawa, sejumlah 41.7% nilai luahan $Q_{mean\ b}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa kurang daripada separuh jumlah luahan bulanan, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ b}$ (88.43 $m^3s^{-1}$). Bulan Februari menunjukkan jumlah susutan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ b}$ iaitu -48.46 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan sebanyak 40.95 $m^3s^{-1}$. Perbezaan jumlah luahan antara purata $Q_{mean\ b}$ dengan purata $Q_{min\ b}$ sebanyak 155.54 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 63.75% daripada nilai luahan di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$ di Stesen Rinching (Rajah 5.27 dan Rajah 5.28).

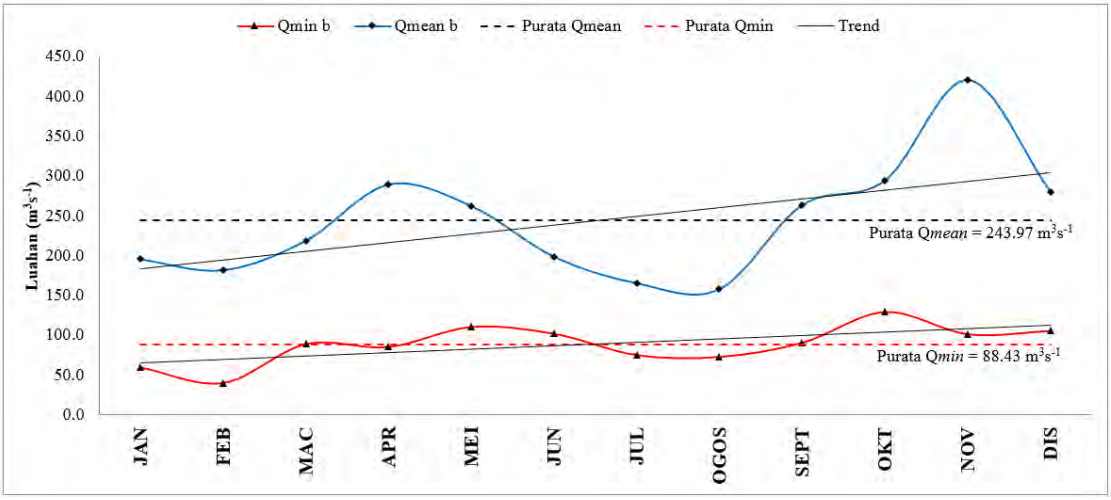
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.27.* Serakan luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2917401 Kajang




*Rajah 5.28.* Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2917401 Kajang

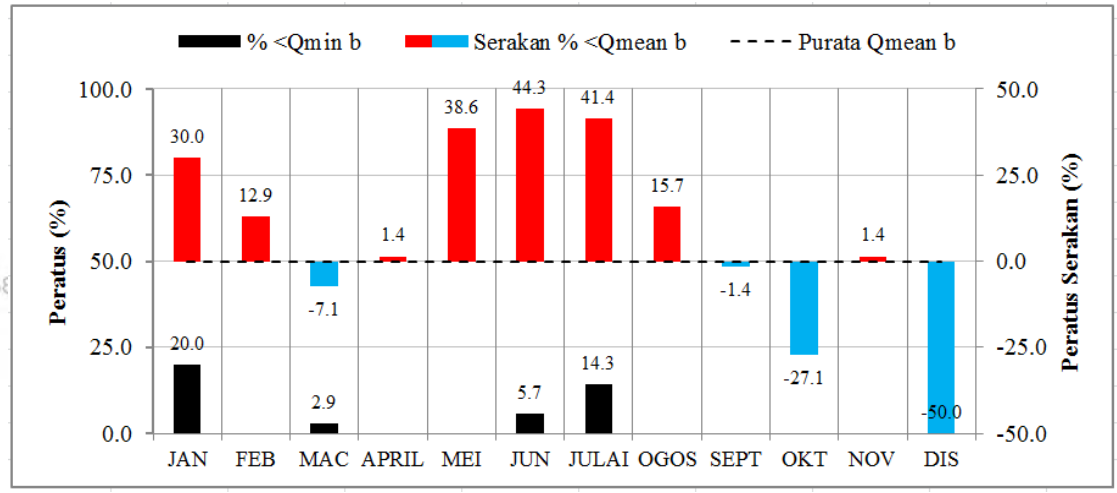
Berdasarkan analisis $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ mengikut tahun seperti yang digambarkan dalam Rajah 5.29 dan Jadual 5.21, didapati taburan peratus luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) yang kurang daripada $Q_{mean}$ ($<Q_{mean\ bt}$) agak bertabur. Manakala $Q_{min\ b}$ lebih tertumpu di bawah 25%. Terdapat 8 bulan yang menunjukkan lebih separuh $Q_{bt}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari hingga Februari, April hingga Ogos dan November di mana bulan-bulan ini sebahagian besarnya bulan-bulan musim kering. Terdapat 4 bulan daripadanya mencatatkan liputan yang tinggi iaitu melebihi 75%. Bulan tersebut meliputi Jun (94.3%) diikuti bulan Julai (91.4%), Mei

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



(88.6%) dan Januari (80.0%). Apa yang dapat disimpulkan ialah peratus liputan luahan aliran rendah bulanan sepanjang tempoh rekod bagi stesen Kajang adalah tinggi berbanding peratus luahan aliran tinggi. Ini dibuktikan dengan peratus keseluruhan jumlah bulan $<Q_{mean\ bt}$ sekitar 64.8% daripada keseluruhan tempoh rekod. Liputan yang tinggi bulan $<Q_{mean\ bt}$ ini ada kaitan dengan kewujudan empangan Langat di bahagian hulu yang diregulasikan oleh Lembaga Urus Air Selangor (LUAS).dan kepesatan pembangunan yang merencatkan proses simpanan air bawah tanah serta pengambilan air oleh loji-loji rawatan di lembangan Sungai Langat.




*Rajah 5.29*. Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) di stesen Kajang.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.21.

*Corak luahan bulanan dan skoz Z di stesen 2917401 Kajang*

| BULAN (a) | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 210.03 | 72.93 | 59.56 | 169.59 | 70.03 | 150.80 | 155.14 | 137.38 | 199.20 | 89.51 | 122.99 | 107.72 | 227.71 | 104.96 | 209.98 | 109.65 | 247.61 | 122.32 | 104.87 | 119.86 | 322.86 |
| FEB | 160.37 | 112.79 | 75.99 | 259.85 | 167.36 | 79.75 | 392.25 | 173.51 | 170.70 | 73.53 | 317.01 | 118.00 | 202.93 | 229.41 | 332.30 | 104.59 | 227.07 | 79.69 | 83.73 | 147.17 | 183.44 |
| MAC | 174.43 | 120.41 | 183.43 | 197.10 | 258.88 | 101.44 | 331.62 | 262.48 | 189.69 | 88.95 | 218.95 | 129.31 | 216.39 | 208.24 | 247.33 | 97.81 | 231.66 | 261.82 | 112.40 | 128.02 | 366.18 |
| APR | 351.12 | 320.82 | 174.75 | 267.32 | 159.12 | 85.35 | 449.59 | 176.03 | 401.82 | 104.83 | 207.33 | 207.87 | 183.42 | 208.37 | 263.75 | 147.72 | 269.79 | 329.59 | 193.68 | 262.26 | 131.47 |
| MEI | 324.01 | 142.56 | 215.62 | 683.35 | 154.25 | 217.13 | 377.34 | 280.55 | 247.74 | 164.53 | 237.00 | 297.19 | 205.93 | 413.85 | 139.90 | 268.30 | 267.07 | 264.10 | 152.15 | 171.03 | 110.50 |
| JUN | 135.22 | 233.12 | 210.87 | 398.68 | 181.79 | 129.80 | 239.93 | 108.82 | 172.11 | 101.97 | 178.81 | 221.97 | 144.33 | 184.35 | 105.93 | 149.12 | 233.06 | 231.62 | 146.33 | 135.59 | 104.46 |
| JUL | 228.07 | 198.46 | 185.99 | 169.13 | 187.86 | 193.51 | 258.30 | 114.84 | 96.54 | 111.47 | 203.04 | 137.43 | 145.77 | 142.15 | 109.10 | 157.41 | 154.46 | 144.95 | 119.31 | 148.10 | 173.91 |
| OGOS | 87.01 | 148.42 | 135.76 | 109.44 | 121.60 | 165.03 | 120.86 | 87.26 | 72.82 | 157.82 | 183.24 | 88.59 | 81.70 | 151.09 | 148.13 | 122.77 | 150.04 | 229.24 | 124.90 | 234.01 | 215.60 |
| SEPT | 90.64 | 369.57 | 170.69 | 287.73 | 1793.98 | 323.16 | 129.30 | 121.67 | 158.85 | 323.11 | 452.12 | 385.18 | 179.48 | 259.67 | 164.68 | 366.82 | 167.17 | 129.09 | 161.97 | 216.18 | 322.51 |
| OKT | 223.16 | 259.55 | 197.16 | 141.80 | 157.80 | 179.68 | 143.55 | 160.17 | 258.67 | 580.50 | 146.78 | 594.37 | 216.12 | 453.16 | 129.38 | 314.80 | 186.05 | 265.16 | 218.85 | 315.06 | 596.81 |
| NOV | 402.23 | 450.03 | 395.84 | 193.19 | 612.11 | 276.48 | 709.44 | 541.45 | 279.92 | 309.51 | 454.06 | 497.21 | 204.04 | 488.41 | 178.01 | 581.77 | 195.37 | 278.06 | 101.41 | 237.84 | 296.31 |
| DIS | 176.77 | 206.94 | 369.35 | 146.99 | 336.17 | 166.73 | 510.83 | 728.02 | 145.51 | 300.68 | 168.37 | 320.23 | 112.67 | 319.50 | 105.47 | 432.54 | 180.85 | 230.21 | 232.27 | 223.79 | 321.11 |
| Z-JAN | 0.13 | 1.06 | 1.18 | 0.22 | 1.08 | 0.39 | 0.35 | 0.50 | 0.03 | 0.92 | 0.63 | 0.76 | 0.28 | 0.78 | 0.13 | 0.74 | 0.45 | 0.63 | 0.78 | 0.65 | 1.10 |
| Z-FEB | 0.25 | 0.79 | 1.21 | 0.90 | 0.16 | 1.17 | 2.42 | 0.09 | 0.13 | 1.24 | 1.55 | 0.73 | 0.24 | 0.55 | 1.73 | 0.89 | 0.52 | 1.17 | 1.12 | 0.40 | 0.02 |
| Z-MAC | 0.51 | 1.12 | 0.40 | 0.25 | 0.46 | 1.34 | 1.29 | 0.50 | 0.33 | 1.48 | 0.00 | 1.02 | 0.03 | 0.12 | 0.33 | 1.38 | 0.15 | 0.49 | 1.21 | 1.04 | 1.69 |
| Z-APR | 0.47 | 0.24 | 0.87 | 0.17 | 0.98 | 1.54 | 1.21 | 0.86 | 0.85 | 1.40 | 0.62 | 0.62 | 0.80 | 0.61 | 0.19 | 1.07 | 0.15 | 0.31 | 0.72 | 0.20 | 1.19 |
| Z-MEI | 0.54 | 1.04 | 0.40 | 3.65 | 0.94 | 0.39 | 1.00 | 0.16 | 0.13 | 0.85 | 0.22 | 0.30 | 0.49 | 1.32 | 1.06 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.95 | 0.79 | 1.32 |
| Z-JUN | 0.66 | 0.36 | 0.13 | 2.09 | 0.18 | 0.72 | 0.43 | 0.94 | 0.28 | 1.01 | 0.21 | 0.24 | 0.57 | 0.15 | 0.97 | 0.52 | 0.36 | 0.35 | 0.55 | 0.66 | 0.98 |
| Z-JUL | 1.37 | 0.72 | 0.45 | 0.08 | 0.49 | 0.61 | 2.03 | 1.10 | 1.50 | 1.18 | 0.82 | 0.61 | 0.43 | 0.51 | 1.23 | 0.17 | 0.24 | 0.45 | 1.00 | 0.38 | 0.19 |
| Z-OGOS | 1.21 | 0.16 | 0.38 | 0.83 | 0.62 | 0.12 | 0.63 | 1.21 | 1.45 | 0.00 | 0.43 | 1.18 | 1.30 | 0.12 | 0.17 | 0.60 | 0.14 | 1.21 | 0.56 | 1.29 | 0.98 |
| Z-SEPT | 0.61 | 0.38 | 0.33 | 0.09 | 5.44 | 0.21 | 0.48 | 0.50 | 0.37 | 0.21 | 0.67 | 0.43 | 0.30 | 0.01 | 0.35 | 0.37 | 0.34 | 0.48 | 0.36 | 0.17 | 0.21 |
| Z-OKT | 0.48 | 0.23 | 0.65 | 1.02 | 0.91 | 0.77 | 1.01 | 0.90 | 0.24 | 1.91 | 0.99 | 2.00 | 0.52 | 1.06 | 1.10 | 0.14 | 0.73 | 0.20 | 0.51 | 0.14 | 2.02 |
| Z-NOV | 0.07 | 0.11 | 0.09 | 0.85 | 0.72 | 0.54 | 1.08 | 0.45 | 0.53 | 0.42 | 0.13 | 0.29 | 0.81 | 0.25 | 0.91 | 0.60 | 0.84 | 0.53 | 1.20 | 0.68 | 0.47 |
| Z-DIS | 0.77 | 0.54 | 0.66 | 0.99 | 0.42 | 0.84 | 1.72 | 3.33 | 1.00 | 0.15 | 0.83 | 0.30 | 1.24 | 0.29 | 1.30 | 1.13 | 0.74 | 0.37 | 0.35 | 0.42 | 0.31 |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sambungan Jadual 5.21

| BULAN (b) | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 315.86 | 570.96 | 73.41 | 291.81 | 211.03 | 94.28 | 512.77 | 240.96 | 325.29 | 268.72 | 222.08 | 227.95 | 175.13 | 190.47 | 59.56 | 570.96 | 195.30 | 115.51 | 1980 | 2001 | 19 |
| FEB | 264.89 | 377.66 | 39.97 | 188.25 | 232.50 | 72.29 | 139.00 | 156.11 | 213.11 | 271.59 | 186.45 | 181.18 | 177.14 | 168.92 | 39.97 | 392.25 | 181.73 | 87.12 | 2002 | 1984 | 20 |
| MAC | 358.61 | 322.03 | 111.72 | 199.54 | 220.16 | 100.48 | 260.90 | 227.91 | 303.67 | 452.41 | 204.80 | 261.87 | 317.19 | 186.63 | 88.95 | 452.41 | 218.70 | 87.52 | 1987 | 2009 | 18 |
| APR | 458.12 | 481.49 | 308.15 | 227.69 | 629.83 | 207.98 | 419.57 | 313.21 | 607.09 | 413.99 | 207.82 | 323.33 | 251.36 | 376.22 | 85.35 | 629.83 | 289.20 | 132.15 | 1983 | 2004 | 20 |
| MEI | 348.34 | 219.29 | 131.03 | 137.59 | 320.81 | 227.11 | 383.08 | 210.34 | 203.06 | 257.92 | 237.02 | 367.85 | 317.49 | 481.62 | 110.50 | 683.35 | 262.19 | 115.26 | 1999 | 1981 | 20 |
| JUN | 197.32 | 224.29 | 126.52 | 220.73 | 108.42 | 102.38 | 179.28 | 394.53 | 329.41 | 549.07 | 178.14 | 211.87 | 141.35 | 239.18 | 101.97 | 549.07 | 198.58 | 95.66 | 1987 | 2009 | 21 |
| JUL | 166.38 | 169.90 | 81.73 | 167.10 | 194.27 | 203.37 | 75.12 | 203.67 | 129.04 | 176.72 | 274.17 | 170.59 | 165.48 | 230.23 | 75.12 | 274.17 | 165.36 | 45.83 | 2006 | 2010 | 15 |
| OGOS | 320.26 | 160.48 | 122.89 | 155.78 | 79.95 | 222.70 | 101.05 | 184.66 | 163.28 | 253.84 | 175.93 | 264.12 | 175.50 | 215.58 | 72.82 | 320.26 | 158.04 | 58.72 | 1986 | 2000 | 20 |
| SEPT | 257.70 | 201.35 | 181.33 | 107.34 | 178.95 | 156.35 | 114.99 | 207.70 | 203.79 | 305.73 | 106.59 | 227.11 | 186.49 | 214.77 | 90.64 | 1,793.98 | 263.54 | 281.21 | 1978 | 1982 | 25 |
| OKT | 549.18 | 217.76 | 309.29 | 159.67 | 364.29 | 319.31 | 217.12 | 395.89 | 665.18 | 327.53 | 140.95 | 373.09 | 309.99 | 219.96 | 129.38 | 665.18 | 294.51 | 149.58 | 1992 | 2008 | 20 |
| NOV | 399.18 | 361.80 | 742.12 | 449.09 | 1674.82 | 343.98 | 347.74 | 392.38 | 581.67 | 422.30 | 233.04 | 298.20 | 543.84 | 243.18 | 101.41 | 1,674.82 | 420.46 | 266.91 | 1996 | 2004 | 21 |
| DIS | 524.50 | 181.38 | 337.37 | 197.88 | 226.70 | 485.81 | 149.70 | 258.13 | 377.87 | 282.39 | 178.52 | 286.33 | 346.67 | 231.79 | 105.47 | 728.02 | 280.00 | 134.59 | 1992 | 1985 | 19 |
| Z-JAN | 1.04 | 3.25 | 1.06 | 0.84 | 0.14 | 0.87 | 2.75 | 0.40 | 1.13 | 0.64 | 0.23 | 0.28 | 0.17 | 0.04 | -1.18 | 3.25 | | | | | 54.3% |
| Z-FEB | 0.95 | 2.25 | 1.63 | 0.07 | 0.58 | 1.26 | 0.49 | 0.29 | 0.36 | 1.03 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.15 | -1.63 | 2.42 | | | | | 57.1% |
| Z-MAC | 1.60 | 1.18 | 1.22 | 0.22 | 0.02 | 1.35 | 0.48 | 0.11 | 0.97 | 2.67 | 0.16 | 0.49 | 1.13 | 0.37 | -1.48 | 2.67 | | | | | 51.4% |
| Z-APR | 1.28 | 1.46 | 0.14 | 0.47 | 2.58 | 0.61 | 0.99 | 0.18 | 2.41 | 0.94 | 0.62 | 0.26 | 0.29 | 0.66 | -1.54 | 2.58 | | | | | 57.1% |
| Z-MEI | 0.75 | 0.37 | 1.14 | 1.08 | 0.51 | 0.30 | 1.05 | 0.45 | 0.51 | 0.04 | 0.22 | 0.92 | 0.48 | 1.90 | -1.32 | 3.65 | | | | | 57.1% |
| Z-JUN | 0.01 | 0.27 | 0.75 | 0.23 | 0.94 | 1.01 | 0.20 | 2.05 | 1.37 | 3.66 | 0.21 | 0.14 | 0.60 | 0.42 | -1.01 | 3.66 | | | | | 60.0% |
| Z-JUL | 0.02 | 0.10 | 1.82 | 0.04 | 0.63 | 0.83 | 1.97 | 0.84 | 0.79 | 0.25 | 2.37 | 0.11 | 0.00 | 1.42 | -1.97 | 2.37 | | | | | 42.9% |
| Z-OGOS | 2.76 | 0.04 | 0.60 | 0.04 | 1.33 | 1.10 | 0.97 | 0.45 | 0.09 | 1.63 | 0.30 | 1.81 | 0.30 | 0.98 | -1.45 | 2.76 | | | | | 57.1% |
| Z-SEPT | 0.02 | 0.22 | 0.29 | 0.56 | 0.30 | 0.38 | 0.53 | 0.20 | 0.21 | 0.15 | 0.56 | 0.13 | 0.27 | 0.17 | -0.61 | 5.44 | | | | | 71.4% |
| Z-OKT | 1.70 | 0.51 | 0.10 | 0.90 | 0.47 | 0.17 | 0.52 | 0.68 | 2.48 | 0.22 | 1.03 | 0.53 | 0.10 | 0.50 | -1.10 | 2.48 | | | | | 57.1% |
| Z-NOV | 0.08 | 0.22 | 1.21 | 0.11 | 4.70 | 0.29 | 0.27 | 0.11 | 0.60 | 0.01 | 0.70 | 0.46 | 0.46 | 0.66 | -1.20 | 4.70 | | | | | 60.0% |
| Z-DIS | 1.82 | 0.73 | 0.43 | 0.61 | 0.40 | 1.53 | 0.97 | 0.16 | 0.73 | 0.02 | 0.75 | 0.05 | 0.50 | 0.36 | -1.30 | 3.33 | | | | | 54.3% |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis pola dan trend luahan**

Berpandukan Rajah 5.28, pola dalaman luahan $Q_{mean\ b}$ di stesen Kajang menunjukkan terdapat dua tempoh pola luahan menurun yang diselangi oleh pola menaik. Pola menaik berlaku pada bulan Februari hingga April dan Ogos hingga November manakala pola menurun berlaku pada November hingga Februari dan April hingga Ogos. Jika dilihat secara keseluruhan siri masa 12-bulan, polanya menunjukkan trend meningkat berdasarkan nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.22. Trend menaik ini dibuktikan dengan nilai luahan yang tinggi terutamanya pada musim perantaraan-Oktober (294.18 $m^3s^{-1}$) dan awal MTL-November (416.13 $m^3s^{-1}$) berbanding pada bulan Januari (197.00 $m^3s^{-1}$). Peningkatan jumlah ini dipengaruhi oleh faktor monsun yang mencurahkan banyak hujan pada setiap penghujung tahun di lembangan Sungai Langat-Kajang. Darjah hubungan magnitud variasi luahan adalah rendah seperti digambarkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.33$). Pola yang terhasil menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Berpandukan Rajah 5.28, pola dalaman luahan $Q_{min\ b}$ ada persamaan dengan pola $Q_{mean\ b}$ di mana wujud dua tempoh pola luahan menaik dan menurun yang berselangan. Pola luahan meningkat berlaku Mac - Mei dan September - November pola menurun berlaku pada November - Mac dan Mei - September. Jika dilihat secara keseluruhan siri masa 12-bulan, polanya menunjukkan trend meningkat tetapi kadar peningkatannya adalah sedikit kecil berbanding $Q_{mean\ b}$. Ia berdasarkan nilai-nilai positif (+ve) pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.22. Ia dibuktikan dengan jumlah luahan pada bulan Oktober

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



(129.38 $m^3s^{-1}$) dan November (101.41 $m^3s^{-1}$) adalah lebih tinggi berbanding Januari (59.56 $m^3s^{-1}$). Peningkatan ini ada kaitan dengan sumbangan simpanan air bawah yang terisi mengikut curahan hujan monsun. Darjah pertalian kevariasian magnitud luahan adalah sederhana sepertimana ditunjukkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.45$). Pertalian ini menunjukkan wujud trend yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Jika dilihat pola tahunan tempoh siri masa 48-tahun, hampir keseluruhan bulan menunjukkan trend meningkat kecuali bulan September dan November. Peningkatan ini ada kaitan dengan curahan hujan di lembangan Lui dan Semenyih yang turut menunjukkan trend yang meningkat. Terdapat beberapa pola yang menunjukkan trend yang signifikan $\alpha = 0.1$ (Mac), $\alpha = 0.05$ (Januari, April dan Oktober) dan $\alpha = 0.01$ (Ogos). Kehadiran fenomena La Nina yang kerap sejak 2005 (MET Malaysia, 2013b) antara faktor yang membantu kepada peningkatan trend ini.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.22.

*Trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ bagi stesen 2917401 Kajang*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ b}$ | 1.44 | 8.590 | 10.940 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ b}$ | 1.99 | 4.565 | 4.426 | Meningkat | Tidak |
| JAN | 2.56 | 3.731 | 4.722 | Meningkat | Ya |
| FEB | 0.57 | 0.630 | 0.241 | Meningkat | Tidak |
| MAC | 1.82 | 2.552 | 2.555 | Meningkat | Ya* |
| APR | 2.13 | 4.448 | 4.366 | Meningkat | Ya |
| MEI | 0.45 | 1.119 | 0.006 | Meningkat | Tidak |
| JUN | 0.43 | 0.384 | 1.573 | Meningkat | Tidak |
| JUL | 0.43 | 0.333 | -0.022 | Meningkat | Tidak |
| OGOS | 3.07 | 2.653 | 2.643 | Meningkat | Ya++ |
| SEPT | -1.02 | -1.973 | -7.381 | Menurun | Tidak |
| OKT | 1.99 | 3.526 | 3.550 | Meningkat | Ya |
| NOV | -0.03 | -0.039 | 1.691 | Menurun | Tidak |
| DIS | 0.80 | 1.284 | -0.168 | Meningkat | Tidak |

Signifikan pada aras $\alpha = 0.01^{++}$ dan $\alpha = 0.1^{*}$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.2.4 Stesen 2816441 Dengkil

#### a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$

Jumlah bulan yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Dengkil ialah sebanyak 576 bulan. Jumlah purata luahan bulanan ($Q_{mean\ b}$) yang dicatatkan di Stesen Dengkil dalam lingkungan antara 598.97 - 1,806.36 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 1,020.93 $m^3s^{-1}$ dan 367.90 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{mean\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Ogos manakala nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 58.3% daripada nilai luahan $Q_{mean\ b}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih separuh daripada jumlah luahan bulanan, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ b}$ (1,020.93 $m^3s^{-1}$). Bulan Ogos yang menunjukkan penyusutan sebanyak -421.96 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan sebanyak 785.43 $m^3s^{-1}$ daripada luahan purata $Q_{mean\ b}$ (Rajah 5.30 dan Rajah 5.31).

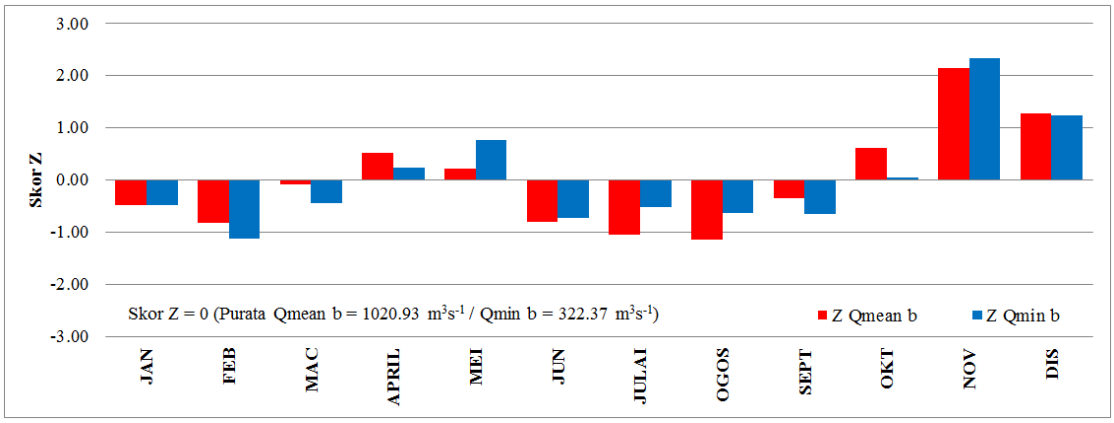
Bagi jumlah luahan $Q_{min\ b}$ pula, nilai yang direkodkan dalam lingkungan antara 124.41 - 730.17 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata dan sisihan piawai masing-masing sekitar 322.37 $m^3s^{-1}$ dan 174.26 $m^3s^{-1}$. Jumlah $Q_{min\ b}$ terendah direkodkan pada bulan Februari dan nilai tertinggi direkodkan pada bulan November. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 58.3% daripada nilai luahan $Q_{min\ b}$ di Stesen Dengkil, di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih separuh daripada jumlah luahan bulanan, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{min\ b}$ (322.37 $m^3s^{-1}$). Bulan Februari menunjukkan jumlah susutan tertinggi daripada purata $Q_{min\ b}$ iaitu sebanyak -197.96 $m^3s^{-1}$ manakala bulan November menunjukkan lebihan sebanyak 407.80 $m^3s^{-1}$ (Rajah 5.30 dan Rajah 5.31). Perbezaan jumlah luahan antara purata $Q_{mean}$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

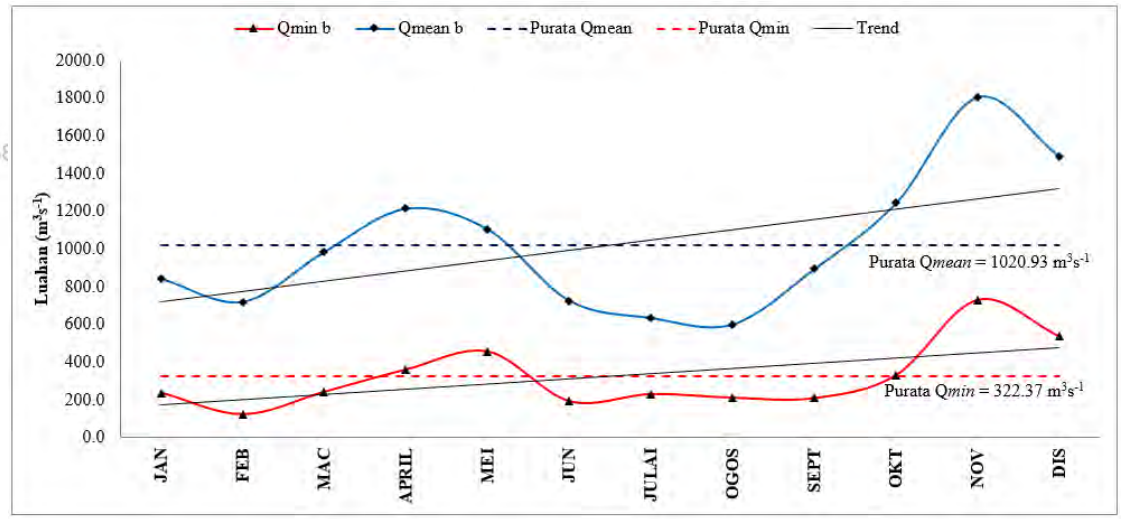
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



$_b$ dengan purata $Q_{min\ b}$ sebanyak 698.56 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 68.42 % daripada nilai luahan di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$ di stesen Dengkil.




*Rajah 5.30*. Serakan luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2816441 Dengkil




*Rajah 5.31*. Pola $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ di sekitar purata $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ bagi stesen 2816441 Dengkil

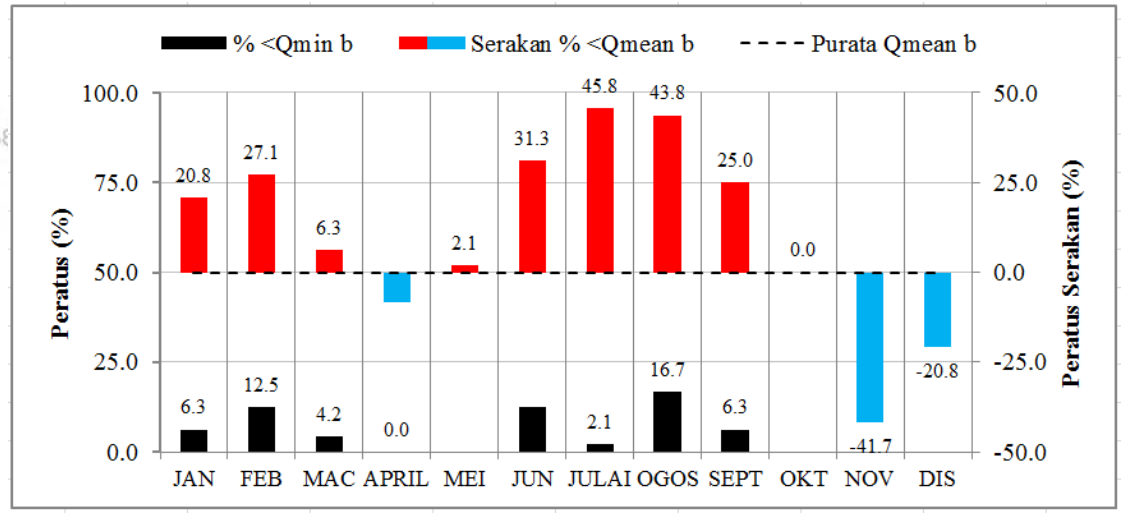
Berdasarkan analisis $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ mengikut tahun seperti yang digambarkan dalam Rajah 5.32 dan Jadual 5.23, didapati taburan peratus luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) yang kurang daripada $Q_{mean}$ ($<Q_{mean\ bt}$) agak bertabur. Manakala $Q_{min\ b}$ lebih tertumpu di bawah 25%. Terdapat 8 bulan yang menunjukkan lebih separuh $Q_{bt}$ di bawah paras purata $Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari hingga Mac dan Mei hingga September di mana bulan-bulan ini sebahagian besarnya adalah bulan-bulan musim

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kering. Terdapat 5 bulan daripadanya mencatatkan liputan yang tinggi iaitu melebihi 75%. Bulan tersebut meliputi Julai (95.8%) diikuti bulan Ogos (93.8%), Jun (81.3%), Februari (77.1%) dan September (75.0%). Apa yang dapat disimpulkan ialah peratus liputan luahan aliran rendah bulanan sepanjang tempoh rekod bagi stesen Dengkil adalah tinggi berbanding peratus luahan aliran tinggi. Ini dibuktikan dengan peratus keseluruhan jumlah bulan $<Q_{mean\ bt}$ sekitar 60.9% daripada keseluruhan tempoh rekod. Liputan yang tinggi bulan $<Q_{mean\ bt}$ ini ada kaitan dengan kewujudan empangan Langat dan Semenyih dibahagian hulu dan kepesatan pembangunan yang merencatkan proses simpanan air bawah tanah serta pengambilan air oleh loji-loji rawatan di lembangan Sungai Langat.




*Rajah 5.32*. Taburan dan serakan luahan bulanan tahunan ($Q_{bt}$) di stesen Dengkil.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.23.

*Corak luahan bulanan dan skoz Z di stesen 2816441 Dengkil*

| BULAN (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 373.25 | 1849.63 | 1597.47 | 595.90 | 1603.09 | 693.70 | 853.26 | 576.66 | 520.34 | 977.94 | 1132.22 | 932.45 | 1099.31 | 764.08 | 368.36 | 367.79 | 621.30 | 336.56 | 713.23 | 659.78 | 688.87 | 1090.98 | 243.98 | 631.17 | 494.39 | 933.30 | 382.45 | 1654.09 |
| FEB | 416.18 | 1028.12 | 1060.48 | 649.04 | 921.24 | 124.41 | 499.08 | 647.93 | 314.50 | 518.25 | 1127.54 | 592.57 | 604.68 | 682.33 | 424.77 | 268.83 | 1046.09 | 555.41 | 337.49 | 1741.90 | 1028.49 | 902.78 | 203.02 | 1276.04 | 582.42 | 828.09 | 925.11 | 1446.36 |
| MAC | 733.32 | 1223.30 | 1547.44 | 486.72 | 1064.15 | 243.76 | 640.41 | 377.21 | 757.15 | 586.72 | 1573.09 | 680.78 | 437.33 | 839.14 | 547.45 | 810.89 | 1029.60 | 720.82 | 723.00 | 1184.21 | 1576.97 | 1501.37 | 287.17 | 1229.70 | 993.00 | 816.53 | 848.64 | 1027.17 |
| APR | 1227.25 | 1329.82 | 1632.94 | 758.65 | 1105.33 | 742.74 | 891.05 | 1191.46 | 1145.25 | 1194.37 | 2125.55 | 867.71 | 361.60 | 1031.50 | 1543.65 | 926.27 | 890.83 | 777.68 | 748.46 | 2384.78 | 841.34 | 2069.92 | 398.45 | 1210.53 | 1368.11 | 480.67 | 823.74 | 963.47 |
| MEI | 1607.90 | 698.47 | 1747.04 | 1281.68 | 1069.05 | 456.37 | 1061.67 | 1037.29 | 1687.70 | 2378.00 | 1101.01 | 707.15 | 894.22 | 999.14 | 628.81 | 736.06 | 2339.43 | 1230.25 | 983.51 | 1006.06 | 1306.07 | 1535.52 | 468.77 | 780.99 | 1138.62 | 749.58 | 1774.86 | 1210.37 |
| JUN | 531.16 | 587.59 | 1279.15 | 987.33 | 1265.55 | 193.48 | 794.03 | 552.22 | 1087.64 | 624.26 | 784.92 | 601.90 | 1326.00 | 467.40 | 891.14 | 730.73 | 1047.55 | 770.36 | 459.75 | 740.57 | 353.81 | 550.23 | 309.91 | 510.80 | 998.12 | 374.41 | 723.30 | 504.95 |
| JUL | 526.39 | 793.30 | 927.66 | 915.80 | 847.21 | 729.17 | 649.04 | 450.44 | 541.52 | 676.90 | 1906.38 | 535.78 | 557.58 | 441.43 | 710.03 | 481.08 | 395.81 | 567.09 | 585.53 | 750.65 | 422.00 | 395.48 | 231.28 | 706.01 | 458.50 | 365.18 | 448.01 | 422.63 |
| OGOS | 883.33 | 1227.75 | 429.94 | 568.44 | 869.29 | 581.77 | 588.98 | 293.88 | 595.46 | 381.57 | 962.99 | 499.34 | 399.72 | 338.35 | 497.39 | 407.81 | 295.48 | 505.87 | 884.35 | 421.00 | 240.02 | 211.83 | 595.93 | 810.95 | 564.24 | 301.57 | 413.11 | 591.36 |
| SEPT | 1136.43 | 631.00 | 641.50 | 849.63 | 719.19 | 775.10 | 962.67 | 396.96 | 749.39 | 1438.15 | 1090.89 | 507.31 | 476.16 | 209.71 | 1038.91 | 474.61 | 712.86 | 2040.69 | 1338.52 | 515.81 | 321.69 | 328.41 | 942.63 | 2216.75 | 1757.62 | 591.89 | 881.86 | 644.14 |
| OKT | 1778.27 | 1382.38 | 1234.26 | 1553.37 | 1519.23 | 697.49 | 446.20 | 732.93 | 928.95 | 616.48 | 784.54 | 1846.67 | 949.43 | 542.48 | 813.11 | 606.52 | 817.70 | 1165.61 | 582.87 | 331.56 | 999.41 | 655.47 | 2083.54 | 771.80 | 2604.34 | 1026.49 | 2164.45 | 1161.43 |
| NOV | 2226.46 | 1509.98 | 2153.86 | 1577.17 | 1064.21 | 1267.66 | 730.17 | 1178.15 | 1384.20 | 1663.33 | 2369.51 | 4761.80 | 1555.91 | 1115.32 | 1613.49 | 2013.82 | 775.58 | 3069.47 | 1033.49 | 2826.01 | 1798.27 | 1106.31 | 2211.31 | 1923.94 | 2044.05 | 1033.58 | 2391.80 | 1581.36 |
| DIS | 2096.26 | 1941.43 | 1463.88 | 1312.92 | 847.63 | 1129.72 | 1544.82 | 924.77 | 1108.59 | 1339.62 | 1644.51 | 3205.06 | 1081.70 | 759.52 | 777.89 | 1257.91 | 697.94 | 1854.82 | 603.70 | 2465.60 | 5065.07 | 632.06 | 1502.63 | 917.98 | 1320.62 | 547.83 | 2623.63 | 2067.75 |
| Z-JAN | 1.13 | 2.45 | 1.84 | 0.59 | 1.85 | 0.36 | 0.03 | 0.64 | 0.78 | 0.33 | 0.71 | 0.22 | 0.63 | 0.19 | 1.14 | 1.15 | 0.53 | 1.22 | 0.31 | 0.44 | 0.37 | 0.61 | 1.45 | 0.51 | 0.84 | 0.22 | 1.11 | 1.97 |
| Z-FEB | 0.86 | 0.88 | 0.97 | 0.20 | 0.57 | 1.69 | 0.63 | 0.20 | 1.15 | 0.57 | 1.16 | 0.36 | 0.33 | 0.11 | 0.84 | 1.28 | 0.93 | 0.47 | 1.09 | 2.91 | 0.88 | 0.52 | 1.47 | 1.58 | 0.39 | 0.31 | 0.58 | 2.07 |
| Z-MAC | 0.53 | 0.50 | 1.18 | 1.05 | 0.17 | 1.55 | 0.72 | 1.27 | 0.48 | 0.84 | 1.23 | 0.64 | 1.15 | 0.31 | 0.92 | 0.37 | 0.09 | 0.55 | 0.55 | 0.42 | 1.24 | 1.08 | 1.46 | 0.51 | 0.02 | 0.35 | 0.29 | 0.09 |
| Z-APR | 0.03 | 0.22 | 0.79 | 0.86 | 0.20 | 0.89 | 0.61 | 0.04 | 0.13 | 0.04 | 1.71 | 0.65 | 1.60 | 0.34 | 0.62 | 0.54 | 0.61 | 0.82 | 0.88 | 2.20 | 0.70 | 1.61 | 1.53 | 0.01 | 0.29 | 1.38 | 0.73 | 0.47 |
| Z-MEI | 1.05 | 0.84 | 1.34 | 0.37 | 0.07 | 1.35 | 0.09 | 0.14 | 1.22 | 2.66 | 0.00 | 0.83 | 0.44 | 0.22 | 0.99 | 0.77 | 2.58 | 0.27 | 0.25 | 0.20 | 0.42 | 0.90 | 1.32 | 0.67 | 0.07 | 0.74 | 1.40 | 0.22 |
| Z-JUN | 0.58 | 0.41 | 1.66 | 0.79 | 1.62 | 1.59 | 0.21 | 0.52 | 1.09 | 0.30 | 0.18 | 0.37 | 1.80 | 0.77 | 0.50 | 0.02 | 0.97 | 0.14 | 0.79 | 0.05 | 1.11 | 0.52 | 1.24 | 0.64 | 0.82 | 1.05 | 0.00 | 0.66 |
| Z-JUL | 0.41 | 0.61 | 1.13 | 1.08 | 0.82 | 0.37 | 0.06 | 0.70 | 0.35 | 0.17 | 4.87 | 0.37 | 0.29 | 0.73 | 0.30 | 0.58 | 0.91 | 0.25 | 0.18 | 0.45 | 0.81 | 0.91 | 1.54 | 0.28 | 0.67 | 1.02 | 0.71 | 0.80 |
| Z-OGOS | 1.01 | 2.23 | 0.60 | 0.11 | 0.96 | 0.06 | 0.04 | 1.08 | 0.01 | 0.77 | 1.29 | 0.35 | 0.71 | 0.93 | 0.36 | 0.68 | 1.08 | 0.33 | 1.01 | 0.63 | 1.28 | 1.38 | 0.01 | 0.75 | 0.12 | 1.06 | 0.66 | 0.03 |
| Z-SEPT | 0.37 | 0.40 | 0.39 | 0.07 | 0.27 | 0.18 | 0.11 | 0.76 | 0.22 | 0.84 | 0.30 | 0.59 | 0.64 | 1.05 | 0.22 | 0.64 | 0.28 | 1.76 | 0.68 | 0.58 | 0.88 | 0.87 | 0.08 | 2.03 | 1.33 | 0.46 | 0.02 | 0.38 |
| Z-OKT | 0.75 | 0.20 | 0.01 | 0.44 | 0.39 | 0.77 | 1.12 | 0.72 | 0.44 | 0.88 | 0.65 | 0.85 | 0.41 | 0.99 | 0.61 | 0.90 | 0.60 | 0.11 | 0.93 | 1.28 | 0.34 | 0.83 | 1.18 | 0.66 | 1.92 | 0.30 | 1.30 | 0.11 |
| Z-NOV | 0.52 | 0.36 | 0.43 | 0.28 | 0.91 | 0.66 | 1.32 | 0.77 | 0.52 | 0.18 | 0.69 | 3.63 | 0.31 | 0.85 | 0.24 | 0.25 | 1.27 | 1.55 | 0.95 | 1.25 | 0.01 | 0.86 | 0.50 | 0.14 | 0.29 | 0.95 | 0.72 | 0.28 |
| Z-DIS | 0.75 | 0.56 | 0.03 | 0.22 | 0.80 | 0.45 | 0.07 | 0.70 | 0.48 | 0.19 | 0.19 | 2.13 | 0.51 | 0.91 | 0.89 | 0.29 | 0.99 | 0.45 | 1.10 | 1.21 | 4.44 | 1.07 | 0.01 | 0.71 | 0.21 | 1.17 | 1.41 | 0.72 |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sambungan Jadual 5.23

| BULAN (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAN | 845.04 | 992.78 | 504.34 | 1012.91 | 1293.73 | 381.75 | 654.10 | 1259.61 | 245.09 | 609.55 | 528.52 | 237.86 | 1636.80 | 974.09 | 1087.96 | 1213.31 | 1216.53 | 963.79 | 664.73 | 1268.21 | 237.86 | 1,849.6 | 840.55 | 412.47 | 2005 | 1966 | 25 |
| FEB | 617.81 | 612.51 | 189.28 | 429.80 | 866.41 | 423.55 | 1292.55 | 746.03 | 185.97 | 841.29 | 429.77 | 455.55 | 892.57 | 740.96 | 901.62 | 1138.00 | 665.18 | 603.46 | 601.69 | 1147.39 | 124.41 | 1,741.9 | 719.47 | 351.61 | 1970 | 1984 | 27 |
| MAC | 801.90 | 1120.66 | 1225.47 | 1004.70 | 733.42 | 1553.10 | 2336.66 | 1444.95 | 327.05 | 918.75 | 441.74 | 372.23 | 1133.68 | 1385.73 | 1329.03 | 2531.43 | 1133.77 | 913.15 | 982.62 | 1116.10 | 243.76 | 2,531.4 | 985.27 | 476.98 | 1970 | 2009 | 25 |
| APR | 1374.06 | 1173.31 | 2036.80 | 831.00 | 629.38 | 942.72 | 1659.10 | 1263.78 | 893.10 | 1186.91 | 1028.77 | 717.25 | 2066.73 | 1628.35 | 2661.94 | 2359.83 | 1028.67 | 1375.03 | 845.83 | 1529.52 | 361.60 | 2,661.9 | 1,213.86 | 531.82 | 1977 | 2008 | 30 |
| MEI | 1589.47 | 859.92 | 1372.47 | 465.81 | 493.62 | 1346.16 | 952.84 | 911.89 | 710.80 | 494.64 | 550.17 | 489.99 | 2014.18 | 969.73 | 718.71 | 932.16 | 1778.01 | 1324.45 | 988.81 | 1372.85 | 456.37 | 2,378.0 | 1,103.17 | 479.48 | 1970 | 1974 | 29 |
| JUN | 658.36 | 714.55 | 747.75 | 707.49 | 468.05 | 685.02 | 846.39 | 557.17 | 317.71 | 505.85 | 305.26 | 197.50 | 1446.68 | 1558.26 | 1274.63 | 1202.40 | 913.62 | 568.78 | 298.97 | 737.00 | 193.48 | 1,558.3 | 724.16 | 333.82 | 1970 | 2007 | 27 |
| JUL | 547.15 | 598.12 | 788.50 | 856.87 | 540.77 | 938.58 | 565.44 | 432.51 | 375.02 | 618.75 | 803.94 | 514.33 | 583.61 | 872.65 | 695.96 | 587.03 | 1081.87 | 466.50 | 420.41 | 653.97 | 231.28 | 1,906.4 | 632.91 | 261.36 | 1987 | 1975 | 29 |
| OGOS | 333.89 | 295.71 | 764.75 | 1138.23 | 514.01 | 709.13 | 851.00 | 242.65 | 476.57 | 700.37 | 295.15 | 450.33 | 809.42 | 840.23 | 631.52 | 875.35 | 1547.16 | 924.93 | 441.17 | 547.14 | 211.83 | 1,547.2 | 598.97 | 281.38 | 1986 | 2010 | 31 |
| SEPT | 923.87 | 535.81 | 264.90 | 863.78 | 470.95 | 1245.90 | 1007.11 | 348.74 | 455.45 | 669.16 | 4221.96 | 392.83 | 924.78 | 1306.61 | 650.12 | 1045.36 | 996.93 | 760.84 | 784.79 | 589.20 | 209.71 | 4,222.0 | 892.70 | 650.98 | 1978 | 2004 | 30 |
| OKT | 1327.59 | 875.03 | 804.62 | 1225.74 | 789.77 | 2642.44 | 2432.10 | 463.46 | 472.43 | 618.02 | 3690.50 | 813.28 | 1894.84 | 2507.34 | 1767.81 | 1295.59 | 1573.96 | 1118.21 | 1530.63 | 1012.74 | 331.56 | 3,690.5 | 1,242.77 | 709.94 | 1984 | 2004 | 30 |
| NOV | 2008.75 | 1063.07 | 1521.11 | 848.73 | 1166.79 | 1215.05 | 2140.81 | 840.95 | 2422.30 | 2405.08 | 3601.56 | 1276.91 | 3150.59 | 1860.20 | 1450.04 | 1972.21 | 1888.43 | 1366.58 | 3322.38 | 1203.54 | 730.17 | 4,761.8 | 1,806.36 | 814.42 | 1971 | 1976 | 27 |
| DIS | 1933.32 | 1434.09 | 1935.65 | 2899.64 | 767.44 | 971.32 | 2116.75 | 536.43 | 963.36 | 1945.34 | 1315.06 | 1713.44 | 1246.53 | 1278.84 | 920.81 | 1368.95 | 1362.51 | 1453.11 | 1594.15 | 1074.85 | 536.43 | 5,065.1 | 1,490.99 | 804.61 | 2001 | 1985 | 30 |
| Z-JAN | 0.01 | 0.37 | 0.82 | 0.42 | 1.10 | 1.11 | 0.45 | 1.02 | 1.44 | 0.56 | 0.76 | 1.46 | 1.93 | 0.32 | 0.60 | 0.90 | 0.91 | 0.30 | 0.43 | 1.04 | -1.46 | 2.45 | | | | | 52.1% |
| Z-FEB | 0.29 | 0.30 | 1.51 | 0.82 | 0.42 | 0.84 | 1.63 | 0.08 | 1.52 | 0.35 | 0.82 | 0.75 | 0.49 | 0.06 | 0.52 | 1.19 | 0.15 | 0.33 | 0.33 | 1.22 | -1.69 | 2.91 | | | | | 56.3% |
| Z-MAC | 0.38 | 0.28 | 0.50 | 0.04 | 0.53 | 1.19 | 2.83 | 0.96 | 1.38 | 0.14 | 1.14 | 1.29 | 0.31 | 0.84 | 0.72 | 3.24 | 0.31 | 0.15 | 0.01 | 0.27 | -1.55 | 3.24 | | | | | 52.1% |
| Z-APR | 0.30 | 0.08 | 1.55 | 0.72 | 1.10 | 0.51 | 0.84 | 0.09 | 0.60 | 0.05 | 0.35 | 0.93 | 1.60 | 0.78 | 2.72 | 2.15 | 0.35 | 0.30 | 0.69 | 0.59 | -1.60 | 2.72 | | | | | 62.5% |
| Z-MEI | 1.01 | 0.51 | 0.56 | 1.33 | 1.27 | 0.51 | 0.31 | 0.40 | 0.82 | 1.27 | 1.15 | 1.28 | 1.90 | 0.28 | 0.80 | 0.36 | 1.41 | 0.46 | 0.24 | 0.56 | -1.35 | 2.66 | | | | | 60.4% |
| Z-JUN | 0.20 | 0.03 | 0.07 | 0.05 | 0.77 | 0.12 | 0.37 | 0.50 | 1.22 | 0.65 | 1.25 | 1.58 | 2.16 | 2.50 | 1.65 | 1.43 | 0.57 | 0.47 | 1.27 | 0.04 | -1.59 | 2.50 | | | | | 56.3% |
| Z-JUL | 0.33 | 0.13 | 0.60 | 0.86 | 0.35 | 1.17 | 0.26 | 0.77 | 0.99 | 0.05 | 0.65 | 0.45 | 0.19 | 0.92 | 0.24 | 0.18 | 1.72 | 0.64 | 0.81 | 0.08 | -1.54 | 4.87 | | | | | 60.4% |
| Z-OGOS | 0.94 | 1.08 | 0.59 | 1.92 | 0.30 | 0.39 | 0.90 | 1.27 | 0.43 | 0.36 | 1.08 | 0.53 | 0.75 | 0.86 | 0.12 | 0.98 | 3.37 | 1.16 | 0.56 | 0.18 | -1.38 | 3.37 | | | | | 64.6% |
| Z-SEPT | 0.05 | 0.55 | 0.96 | 0.04 | 0.65 | 0.54 | 0.18 | 0.84 | 0.67 | 0.34 | 5.11 | 0.77 | 0.05 | 0.64 | 0.37 | 0.23 | 0.16 | 0.20 | 0.17 | 0.47 | -1.05 | 5.11 | | | | | 62.5% |
| Z-OKT | 0.12 | 0.52 | 0.62 | 0.02 | 0.64 | 1.97 | 1.68 | 1.10 | 1.09 | 0.88 | 3.45 | 0.60 | 0.92 | 1.78 | 0.74 | 0.07 | 0.47 | 0.18 | 0.41 | 0.32 | -1.28 | 3.45 | | | | | 62.5% |
| Z-NOV | 0.25 | 0.91 | 0.35 | 1.18 | 0.79 | 0.73 | 0.41 | 1.19 | 0.76 | 0.74 | 2.20 | 0.65 | 1.65 | 0.07 | 0.44 | 0.20 | 0.10 | 0.54 | 1.86 | 0.74 | -1.32 | 3.63 | | | | | 56.3% |
| Z-DIS | 0.55 | 0.07 | 0.55 | 1.75 | 0.90 | 0.65 | 0.78 | 1.19 | 0.66 | 0.56 | 0.22 | 0.28 | 0.30 | 0.26 | 0.71 | 0.15 | 0.16 | 0.05 | 0.13 | 0.52 | -1.19 | 4.44 | | | | | 62.5% |

Tahun El Nino | Kuat | Sederhana | Lemah | Musim Kering | Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis pola dan trend luahan**

Berpandukan Rajah 5.31, pola dalaman luahan $Q_{mean\ b}$ di stesen Dengkil menunjukkan terdapat dua tempoh pola luahan menurun yang diselangi oleh pola menaik. Pola menaik berlaku pada bulan Februari hingga April dan Ogos hingga November manakala pola menurun berlaku pada November hingga Februari dan April hingga Ogos. Jika dilihat secara keseluruhan siri masa 12-bulan, polanya menunjukkan trend meningkat berdasarkan nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.24. Trend menaik ini dibuktikan dengan nilai luahan yang tinggi terutamanya pada musim perantaraan-Oktober (1224.41 $m^3s^{-1}$) dan awal MTL-November (1773.02 $m^3s^{-1}$) berbanding pada bulan Januari (860.33 $m^3s^{-1}$). Peningkatan jumlah ini dipengaruhi oleh faktor monsun yang mencurahkan banyak hujan pada setiap penghujung tahun di lembangan Sungai Langat-Dengkil. Darjah hubungan magnitud variasi luahan adalah rendah seperti mana digambarkan oleh nilai korelasi Kendall Tau ($\tau = 0.30$). Pola yang terhasil menunjukkan trend yang tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Berpandukan Rajah 5.31, pola dalaman luahan $Q_{min\ b}$ menunjukkan wujud keadaan berombak di mana pola luahan menaik berselang-seli dengan pola menurun. Pola luahan menaik berlaku pada bulan Februari - Mei, Jun - Julai dan September - Disember manakala trend menyusut berlaku pada Disember - Februari, Mei - Jun dan Julai – September. Pola berombak ini ada kaitan dengan simpanan air bawah tanah yang dipengaruhi oleh proses pembangunan di kawasan tersebut di mana permukaan tidak mesra susupan telah berkembang. Jika dilihat secara keseluruhan siri masa 12-bulan, polanya menunjukkan trend meningkat tetapi kadar peningkatannya adalah sangat kecil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



berbanding $Q_{mean\ b}$ berasaskan nilai pekali kecerunan b yang ditunjukkan. Trend menaik ini dibuktikan dengan nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b, nilai penganggar kecerunan Sen (s) dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.24. Ia dibuktikan dengan jumlah luahan pada bulan Oktober (331.56 $m^3s^{-1}$) dan Disember (336.20 $m^3s^{-1}$) adalah lebih tinggi berbanding Februari (124.41 $m^3s^{-1}$). Peningkatan ini ada kaitan dengan sumbangan simpanan air bawah yang terisi mengikut curahan hujan monsun. Apa yang diperhatikan ialah walaupun wujud pola menaik namun tidak wujud hubungan antara kevariasian magnitud luahan sepanjang siri masa 12-bulan. Keadaan ini digambarkan nilai korelasi Kendall Tau iaitu $\tau = 0.0$. Oleh itu pola luahan yang terhasil adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Jika dilihat pola tahunan tempoh siri masa 48-tahun, hampir keseluruhan bulan menunjukkan trend meningkat kecuali bulan Mei, Jun, Julai dan Disember. Bulan Mac menunjukkan trend yang signifikan pada aras $\alpha = 0.05$. Jika dilihat pola hujan di sekitar stesen Dengkil menunjukkan trend yang menurun tetapi pola hujan di bahagian hulu menunjukkan peningkatan (Lui dan Semenyih). Ini menunjukkan bahawa pola luahan pada bulan Mei, Jun, Julai dan Disember ada kaitan dengan pola hujan setempat manakala selebihnya agak dipengaruhi oleh pola hujan di bahagian hulu (Lui dan Semenyih).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.24.

*Trend luahan $Q_{min\ b}$ dan $Q_{mean\ b}$ bagi stesen 2816441 Dengkil*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{mean\ b}$ | 1.30 | 53.215 | 51.290 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{min\ b}$ | 0.00 | 0.612 | 2.366 | Meningkat | Tidak |
| JAN | 0.42 | 1.533 | -0.342 | Meningkat | Tidak |
| FEB | 0.68 | 2.430 | 1.570 | Meningkat | Tidak |
| MAC | 2.11 | 9.234 | 8.904 | Meningkat | Ya |
| APR | 1.08 | 4.703 | 6.730 | Meningkat | Tidak |
| MEI | -0.70 | -3.434 | -5.223 | Menurun | Tidak |
| JUN | -0.84 | -2.596 | -1.292 | Menurun | Tidak |
| JUL | -0.60 | -1.308 | -2.880 | Menurun | Tidak |
| OGOS | 0.72 | 1.555 | 2.012 | Meningkat | Tidak |
| SEPT | 0.13 | 0.480 | 3.576 | Meningkat | Tidak |
| OKT | 1.47 | 9.223 | 11.732 | Meningkat | Tidak |
| NOV | 0.79 | 5.674 | 4.420 | Meningkat | Tidak |
| DIS | -0.15 | -0.700 | -3.758 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 5.3.2.5 Rumusan dan perbincangan luahan bulanan

Berdasarkan kepada perbincangan luahan bulanan bagi setiap stesen (5.3.2a, b. c dan d), didapati taburan luahan bulanan ($Q_b$) lembangan Sungai Langat juga turut menunjukkan pendominasian luahan aliran rendah. Ini dibuktikan dengan keseluruhan parameter yang dikaji mencatatkan jumlah luahan melebihi 50% kecuali $Q_{min\ b}$, bulan Jun dan Disember di stesen Lui, bulan Februari di stesen Rinching dan bulan Julai di

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



stesen Kajang seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.25. Bagi parameter $Q_{mean\ b}$, stesen Dengkil mencatatkan peratusan tertinggi di bawah paras purata iaitu 59.0%, diikuti Kajang (56.7%), Rinching (54.8%) dan Lui (52.5%).

Dalam tempoh kajian, terdapat beberapa tahun yang menunjukkan wujud pengaruh El Nino ke atas penyusutan luahan bulanan ($Q_b$). Terdapat 20 tahun (80.0%) daripada keseluruhan tahun El Nino yang menunjukkan kesan terhadap luahan bulanan Sungai Langat. Daripada jumlah ini, sebanyak 15 tahun (60.0%) menunjukkan landaan menyeluruh terhadap semua stesen Sungai Langat (sekurang-kurang 3 stesen di mana jumlah luahan bulanan yang dialami kurang daripada purata $Q_{mean\ b}$ dan ia berlaku melebihi tempoh 6 bulan dalam setahun). Ia meliputi tahun 1972, 1976 - 1980, 1982 - 1983, 1987, 1990, 1992, 1997, 2002, 2003 dan 2006. Sebanyak 4 tahun yang dikategorikan sebagai El Nino kategori kuat (1972, 1982, 1987 dan 1997) menunjukkan landaan yang menyeluruh. Jika dilihat berdasarkan stesen, semua stesen menunjukkan pengaruh El Nino di mana lebih 50.0% daripada jumlah luahan bulanannya berada kurang daripada purata $Q_{mean\ b}$. Stesen Kajang sangat terkesan dengan kehadiran El Nino. Ini ditunjukkan oleh 94.1% daripada jumlah luahan bulanannya berada kurang daripada purata $Q_{mean\ b}$. Diikuti oleh stesen Dengkil iaitu sebanyak 72.0%, Rinching sebanyak 68.4% dan Lui sebanyak 56.0%. Pengaruh proses perbandaran dilihat mempengaruhi luahan semasa El Nino melanda. Ini dibuktikan dengan peratusan yang tinggi di stesen Kajang berbanding stesen Lui yang kaya dengan tumbuhan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.25.

*Corak purata luahan bagi stesen-stesen cerapan di lembangan Sungai Langat*

| Parameter | LUI | | | RINCHING | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** |
| $Q_{mean\ b}$ | 39.41 - 83.84 | 54.83 | 52.8 | 107.13 - 222.69 | 149.6 | 54.8 |
| $Q_{min\ b}$ | 8.27 - 26.42 | 14.27 | 58.3 | 34.65 - 118.74 | 55.56 | 58.3 |
| JAN | 15.97 - 98.19 | 50.92 | 58.30 | 45.44 - 331.99 | 143.17 | 57.9 |
| FEB | 11.36 - 91.00 | 39.41 | 54.20 | 43.05 - 213.66 | 118.37 | 44.7 |
| MAC | 9.39 - 101.95 | 45.9 | 58.30 | 45.35 - 374.19 | 150.01 | 50 |
| APR | 8.27 - 117.16 | 57.28 | 50.00 | 38.06 - 367.43 | 177.73 | 55.3 |
| MEI | 19.12 - 130.08 | 61.85 | 50.00 | 59.22 - 308.9 | 157.09 | 52.6 |
| JUN | 13.73 - 88.15 | 49.22 | 47.90 | 55.74 - 218.88 | 124.38 | 55.3 |
| JUL | 11.85 - 71.32 | 44.16 | 50.00 | 34.65 - 270.46 | 116.7 | 52.6 |
| OGOS | 11.69 - 94.64 | 43.43 | 56.30 | 40.85 - 215.86 | 107.13 | 55.3 |
| SEPT | 14.92 - 85.73 | 50.47 | 54.20 | 44.18 - 241.34 | 126.88 | 52.6 |
| OKT | 15.56 - 106.05 | 65.71 | 52.10 | 73.81 - 335.87 | 163.93 | 57.9 |
| NOV | 26.42 - 229.84 | 83.84 | 54.20 | 118.74 - 691.36 | 222.69 | 60.5 |
| DIS | 12.93 - 145.35 | 65.78 | 47.90 | 67.58 - 443.9 | 186.71 | 63.2 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Sambungan Jadual 5.25

| Parameter | KAJANG | | | DENGKIL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** | **JULAT** ($m^3s^{-1}$) | **PURATA** ($m^3s^{-1}$) | **JUMLAH DI BAWAH PURATA (%)** |
| $Q_{mean\ b}$ | 158.04 - 420.46 | 243.97 | 56.7 | 598.97 - 1,806.36 | 1,020.93 | 59.0 |
| $Q_{min\ b}$ | 39.97 - 129.38 | 88.43 | 41.7 | 124.41 - 730.17 | 322.37 | 58.3 |
| JAN | 59.56 - 570.96 | 195.3 | 54.3 | 237.86 - 1849.6 | 840.55 | 52.1 |
| FEB | 39.97 - 392.25 | 181.73 | 57.1 | 124.41 - 1741.9 | 719.47 | 56.3 |
| MAC | 88.95 - 452.41 | 218.7 | 51.4 | 243.76 - 2531.4 | 985.27 | 52.1 |
| APR | 85.35 - 629.83 | 289.2 | 57.1 | 361.6 - 2661.9 | 1213.86 | 62.5 |
| MEI | 110.5 - 683.35 | 262.19 | 57.1 | 456.37 - 2378 | 1103.17 | 60.4 |
| JUN | 101.97 - 549.07 | 198.58 | 60 | 193.48 - 1558.3 | 724.16 | 56.3 |
| JUL | 75.12 - 274.17 | 165.36 | 42.9 | 231.28 - 1906.4 | 632.91 | 60.4 |
| OGOS | 72.82 - 320.26 | 158.04 | 57.1 | 211.83 - 1547.2 | 598.97 | 64.6 |
| SEPT | 90.64 - 1793.98 | 263.54 | 71.4 | 209.71 - 4222 | 892.7 | 62.5 |
| OKT | 129.38 - 665.18 | 294.51 | 57.1 | 331.56 - 3690.5 | 1242.77 | 62.5 |
| NOV | 101.41 - 1674.82 | 420.46 | 60 | 730.17 - 4761.8 | 1806.36 | 56.3 |
| DIS | 105.47 - 728.02 | 280 | 54.3 | 536.43 - 5065.1 | 1490.99 | 62.5 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dari segi trend luahan aliran rendah di lembangan Sungai Langat, parameter $Q_{mean\ b}$ dan $Q_{min\ b}$ menunjukkan peningkatan di semua stesen. Peningkatan ini digambarkan melalui nilai positif ujian Mann-Kendall Z seperti di tunjukkan dalam Jadual 5.26. Trend yang ditunjukkan ini adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.5$ Ini bermaksud kesemua trend yang digambarkan tidak melepasi paras kebolehpercayaan pada tahap 90%. Bagi parameter bulanan, kebanyakan bulan turut menunjukkan trend yang meningkat. Hampir semua bulan di Stesen Rinching menunjukkan trend meningkat iaitu 91.7% (bulan Januari hingga November), diikuti oleh stesen Kajang sekitar 83.3% (Januari – Ogos, Oktober dan Disember), stesen Dengkil sekitar 66.7% (Januari – April dan Ogos – November) dan stesen Lui sebanyak 58.3% (Januari – Mei dan Julai – Ogos). Walaupun pola trend didominasikan oleh trend meningkat, namun trend luahan pada bulan Mei, Jun November dan Disember menunjukkan penurunan khususnya stesen hulu (Lui) dan hilir (Dengkil). Kesemua trend bulan mengikut tahun yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan yang dipilih iaitu $\alpha = 0.05$. Namun terdapat beberapa trend yang signifikan seperti ditunjukkan oleh stesen Rinching (Januari dan April), stesen Kajang (Januari, Mac, April, Ogos dan Oktober) dan Dengkil (Mac). Ini bermaksud kesemua trend yang dialami oleh bulan-bulan tersebut menunjukkan tahap keboleh percayaan sekurang-kurangnya pada tahap 90%.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.26.

*Trend dan aras keyakinan bagi parameter luahan purata dan min*

| Parameter | LUI | | RINCHING | | KAJANG | | DENGKIL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Z** | **Sig.** | **Z** | **Sig.** | **Z** | **Sig.** | **Z** | **Sig.** |
| $Q_{mean\ b}$ | 1.71 | Tidak | 1.03 | Tidak | 1.44 | Tidak | 1.3 | Tidak |
| $Q_{min\ b}$ | 1.03 | Tidak | 1.58 | Tidak | 1.99 | Tidak | 0.612$^{\#}$ | Tidak |
| JAN | 1.4 | Tidak | 2.36 | Ya$^{+}$ | 2.56 | Ya* | 0.42 | Tidak |
| FEB | 0.65 | Tidak | 1.63 | Tidak | 0.57 | Tidak | 0.68 | Tidak |
| MAC | 1.32 | Tidak | 1.31 | Tidak | 1.82 | Ya$^{*}$ | 2.11 | Ya$^{+}$ |
| APR | 1.56 | Tidak | 2.01 | Ya$^{+}$ | 2.13 | Ya+ | 1.08 | Tidak |
| MEI | -0.56 | Tidak | 0.68 | Tidak | 0.45 | Tidak | -0.7 | Tidak |
| JUN | -0.22 | Tidak | 0.98 | Tidak | 0.43 | Tidak | -0.84 | Tidak |
| JUL | 0.01 | Tidak | 0.2 | Tidak | 0.43 | Tidak | -0.6 | Tidak |
| OGOS | 0.77 | Tidak | 1.58 | Tidak | 3.07 | Ya$^{++}$ | 0.72 | Tidak |
| SEPT | -0.42 | Tidak | 0.68 | Tidak | 1.02 | Tidak | 0.13 | Tidak |
| OKT | -0.35$^{\#}$ | Tidak | 1.16 | Tidak | 1.99 | Ya$^{+}$ | 1.47 | Tidak |
| NOV | -0.26 | Tidak | 0.08 | Tidak | -0.03 | Tidak | 0.79 | Tidak |
| DIS | -1.18 | Tidak | 0.00 | Tidak | 0.80 | Tidak | -0.15 | Tidak |

Z = Mann-Kendall, $^{\#}$ = Kecerunan Sen

Sig. = Trend Signifikan ($^{++}\alpha = 0.01$, $^{+}\alpha = 0.05$, $^{*}\alpha = 0.1$)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.3 Ciri-Ciri Luahan Musiman

Lembangan Sungai Langat mengalami 2 musim basah dan 2 musim kering. Musim kering berlaku pada bulan Januari – Februari dan Jun – Ogos manakala musim basah berlaku pada Mac – Mei dan September – Disember. Dalam analisis musiman, luahan musim kering yang merangkumi Januari, Februari dan Jun – Ogos akan digabungkan. Daripada gabungan ini, purata musim kering ($Q_{mean\ dt}$) akan dijadikan asas untuk analisis. Perkara yang sama juga akan dilakukan untuk musim basah dan purata luahan musim basah ($Q_{mean\ wt}$) akan turut digunakan.

Perincian berkaitan corak, pola dan trend luahan musim kering dan musim basah di lembangan Sungai Langat seperti berikut:-.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

#### 5.3.3.1 Stesen 3118445 Lui

**a. Analisis Deskriptif Luahan**

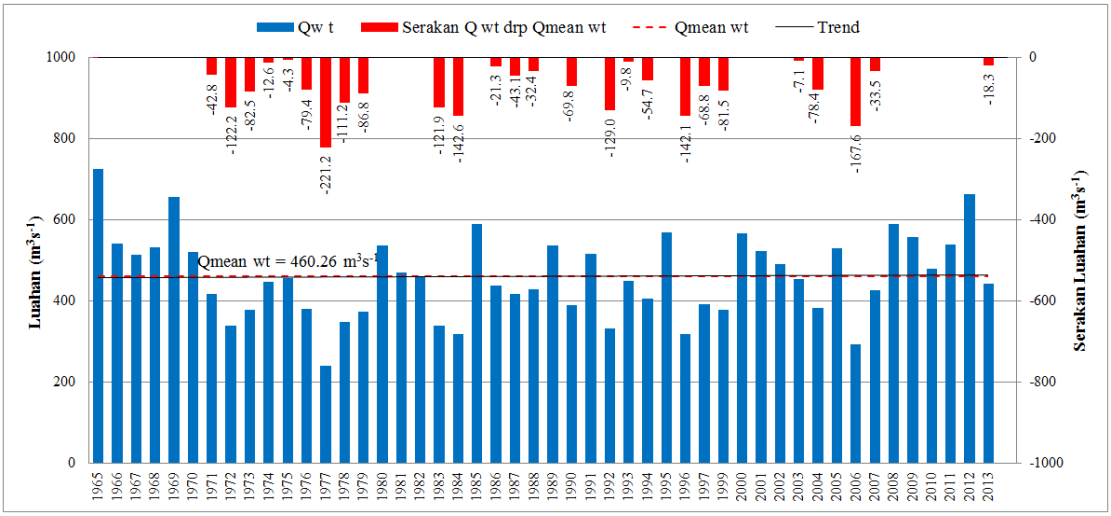
Jumlah luahan musim basah ($Q_w$) keseluruhan dalam tempoh rekod sebanyak 22,092.6 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{wt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 239.10 - 725.78 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ wt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 460.26 $m^3s^{-1}$ dan 102.74 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{wt}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1965. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 54.2% daripada nilai luahan $Q_{wt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih daripada separuh jumlah luahan $Q_{wt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ wt}$ (460.26 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1971 - 1979, 1983 - 1984, 1986 - 1988, 1990, 1992 - 1994, 1996 - 1999, 2003 - 2004, 2006 - 2007 dan 2013 (Rajah 5.33). Tahun 1977 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ wt}$ iaitu -221.17 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1965 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 265.51 $m^3s^{-1}$.



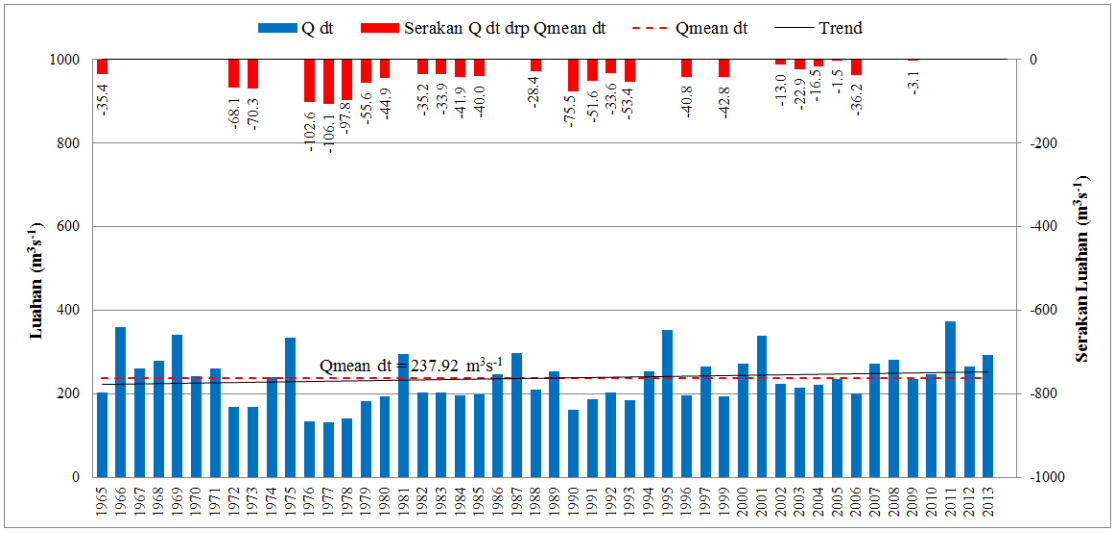

*Rajah 5.33*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 3118445 Lui

Jumlah keseluruhan luahan musim kering ($Q_d$) dalam tempoh rekod sebanyak 11,420.1$m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{dt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 131.80 - 374.54 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ dt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 237.92 $m^3s^{-1}$ dan 59.68 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{dt}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2011. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 52.1% daripada nilai luahan $Q_{dt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih daripada separuh jumlah luahan $Q_{dt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ dt}$ (237.92 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1965, 1972 - 1973, 1976 - 1980, 1982 - 1985, 1988, 1990 - 1993, 1996, 1999, 2002 - 2006 dan 2009 (Rajah 5.34). Tahun 1977 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ dt}$ iaitu -106.12 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1965 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 136.62 $m^3s^{-1}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.34*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 3118445 Lui

**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Trend luahan musiman basah ($Q_{wt}$) di stesen Lui, secara umumnya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan (b) yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 3.008) dan Kendall Z (Z = 1.99) seperti ditunjukkan pada Jadual 5.27. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan α = 0.05. Ini menggambarkan bahawa trend peningkatan luahan tahunan pada musim basah ini mempunyai tahap kebolehpercayaan sekitar 95%. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.33, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1965 - 1977, 1980 - 1984, 1989 - 1996 dan 2000 – 2006. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ wt}$ ($<Q_{mean\ wt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -0.592, kecerunan s = -0.265 dan Kendall Z = -0.44. Ini menggambarkan bahawa jumlah kejadian aliran rendah tahunan pada musim basah semakin berkurangan di stesen Lui.. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.27.

Trend luahan musim basah dan kering di stesen 3118445 Lui

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{wt}$ | 1.99 | 3.008 | 0.173 | Meningkat | Ya |
| $Q_{dt}$ | 3.24 | 2.560 | 0.652 | Meningkat | $Ya^{++}$ |
| $<Q_{mean\ wt}$ | -0.44 | -0.265 | -0.592 | Menurun | Tidak |
| $<Q_{mean\ dt}$ | -3.89 | -1.789 | -1.882 | Menurun | $Ya^{+++}$ |

Signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.001^{+++}$, $\alpha = 0.01^{++}$

Trend luahan musiman kering ($Q_{dt}$) di stesen Lui menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan (b) yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 2.560) dan Kendall Z (Z = 3.24) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.27. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan α = 0.01. Ini menjelaskan bahawa trend peningkatan luahan tahunan pada musim kering mempunyai tahap kepercayaan sebanyak 99.0%. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.34, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1966 - 1977, 1987 - 1990 dan 1995 - 1999. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ dt}$ ($<Q_{mean\ dt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -1.88, kecerunan s = -1.789 dan Kendall Z = -3.89. Trend yang ditunjukkan adalah sangat signifikan pada aras keyakinan α = 0.001. Ini menggambarkan bahawa jumlah aliran rendah tahunan pada musim kering semakin berkurangan di stesen Lui pada tahap kepercayaan 99.99%.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

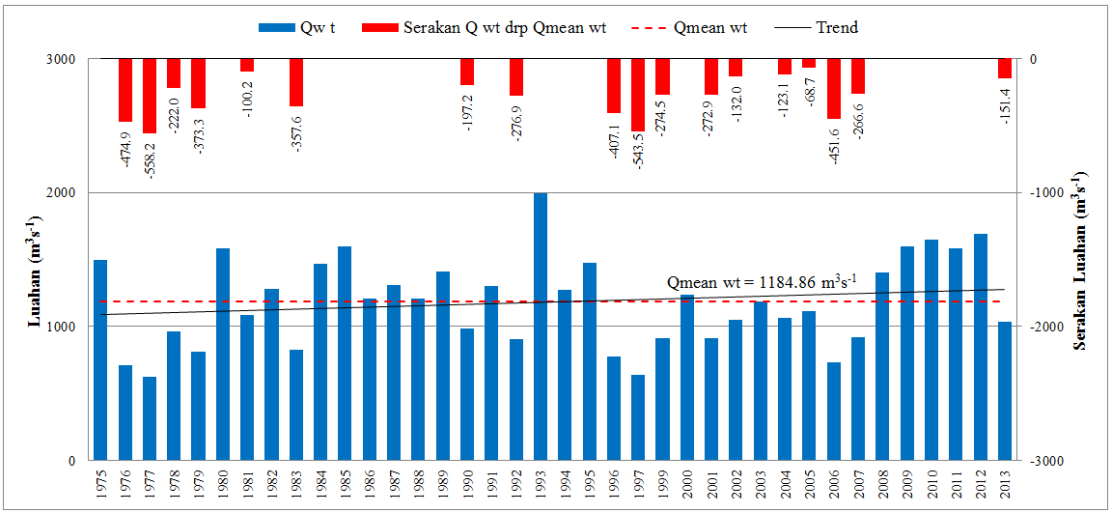
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.3.2 Stesen 2918401 Rinching

#### a. Analisis Deskriptif Luahan

Jumlah luahan musim basah ($Q_w$) di stesen 2918401 Rinching dalam tempoh rekod sebanyak 45,024.5 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{wt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 626.69 - 1,993.05 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ wt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 1,184.86 $m^3s^{-1}$ dan 333.4 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{wt}$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1993. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 47.4% daripada nilai luahan $Q_{wt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa kurang daripada separuh jumlah luahan $Q_{wt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ wt}$ (1,184.86 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1976 - 1979, 1981, 1983, 1990, 1992, 1996 - 1999, 2001 - 2002, 2004 - 2007 dan 2013 (Rajah 5.35). Tahun 1977 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ wt}$ iaitu -558.17 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1965 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 808.19 $m^3s^{-1}$.




*Rajah 5.35*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 2918401 Rinching

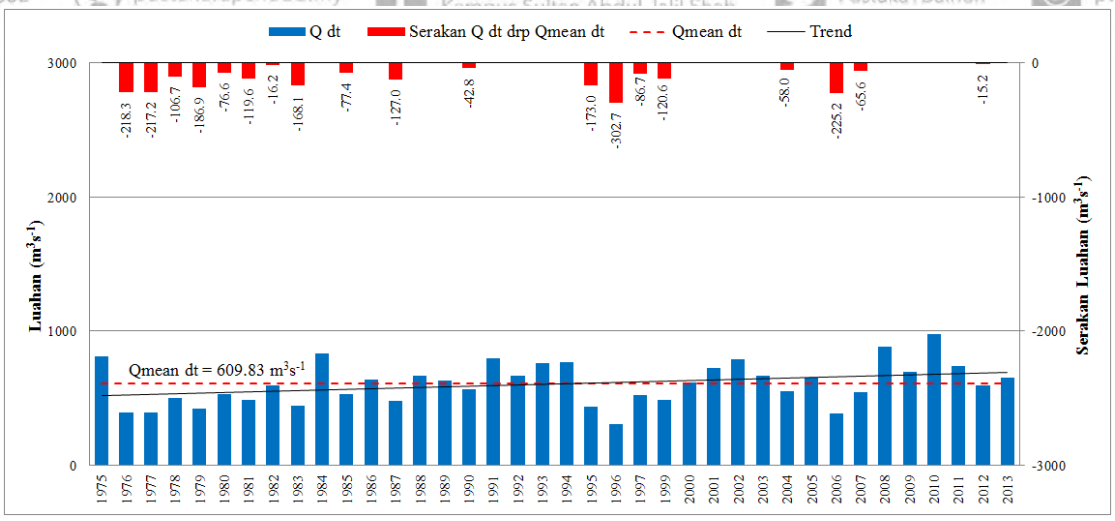
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jumlah keseluruhan luahan musim kering ($Q_d$) di stesen 2918401 Rinching dalam tempoh rekod sebanyak 23,173.6 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{dt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 307.16 - 976.63 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ dt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 609.83 $m^3s^{-1}$ dan 154.72 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{dt}$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2010. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 50.0% daripada nilai luahan $Q_{dt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa separuh daripada jumlah luahan $Q_{dt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ dt}$ (609.83 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1976 - 1983, 1985, 1987, 1990, 1995 - 1999, 2004, 2006 - 2007 dan 2012 (Rajah 5.46). Tahun 1996 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ dt}$ iaitu -302.67 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 2010 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 366.80 $m^3s^{-1}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 5.36*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2918401 Rinching

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Trend luahan musiman basah ($Q_{wt}$) di stesen Rinching, secara umumnya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 5.191) dan Kendall Z (Z = 1.03) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.28. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.35, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1985 - 1991 dan 2000 - 2006. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ wt}$ ($<Q_{mean\ wt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -4.69, kecerunan s = -5.292 dan Kendall Z = -1.82. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan α = 0.1. Trend ini menjelaskan, kejadian aliran rendah tahunan pada musim basah semakin berkurangan di stesen Rinching dan tahap kebolehpercayaan trend ini sekitar 90%.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 5.28.

*Trend luahan musim basah dan kering di stesen 2918401 Rinching*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{wt}$ | 1.03 | 5.191 | 4.822 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{dt}$ | 2.19 | 5.325 | 4.527 | Meningkat | Ya |
| $<Q_{mean\ wt}$ | -1.82 | -5.292 | -4.691 | Menurun | Ya* |
| $<Q_{mean\ dt}$ | -1.06 | -2.386 | -1.107 | Menurun | Tidak |

*Signifikan pada aras α = 0.1

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Trend luahan musiman kering ($Q_{dt}$) di stesen Rinching menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = -5.292) dan Kendall Z (Z = 2.19) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.28. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.36, beberapa pola menurun berlaku antara tahun 1991 - 1996 dan 2002 - 2006. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ dt}$ ($<Q_{mean\ dt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -1.107, kecerunan s = -2.386 dan Kendall Z = -1.06.. Ini menggambarkan bahawa jumlah aliran rendah tahunan pada musim kering semakin berkurangan dalam tempoh kajian di stesen Rinching. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

### 5.3.3.3 Stesen 2917401 Kajang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**a. Analisis Deskriptif Luahan**

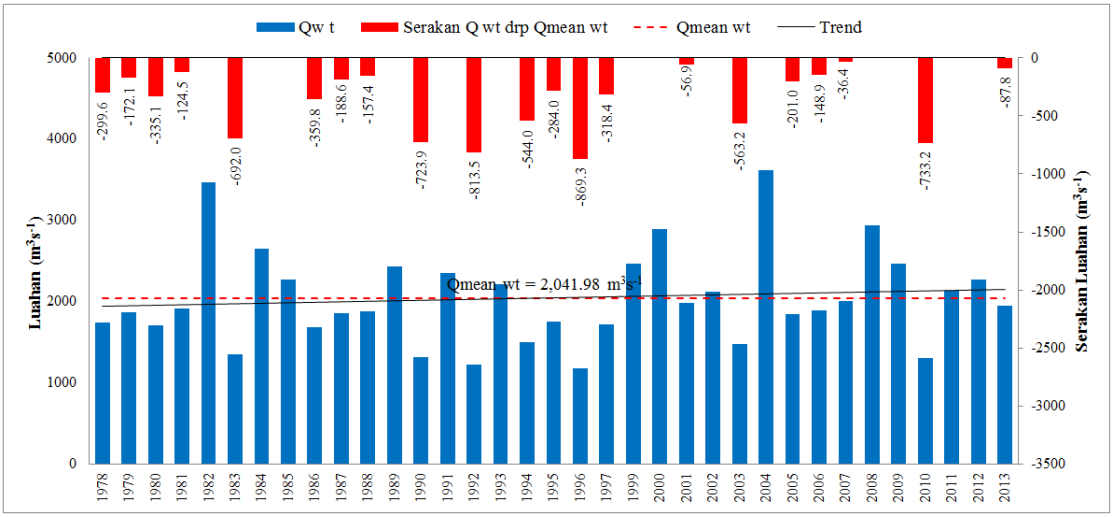
Jumlah luahan musim basah ($Q_w$) stesen Kajang dalam tempoh rekod sebanyak 71,469.4 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{wt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 1,172.72 - 3,615.56 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ wt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 2,041.98 $m^3s^{-1}$ dan 580.27 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{wt}$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2004. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 60.0% daripada nilai luahan $Q_{wt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan lebih daripada separuh jumlah luahan $Q_{wt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ wt}$ (2,041.98 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1978 - 1981, 1983, 1986 - 1988, 1990, 1992, 1994 - 1997, 2001, 2003, 2005 - 2007, 2010 dan 2013 (Rajah 5.37). Tahun 1996 menunjukkan jumlah serakan penyusutan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ wt}$ iaitu -869.26 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 2004 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 1,573.58 $m^3s^{-1}$.



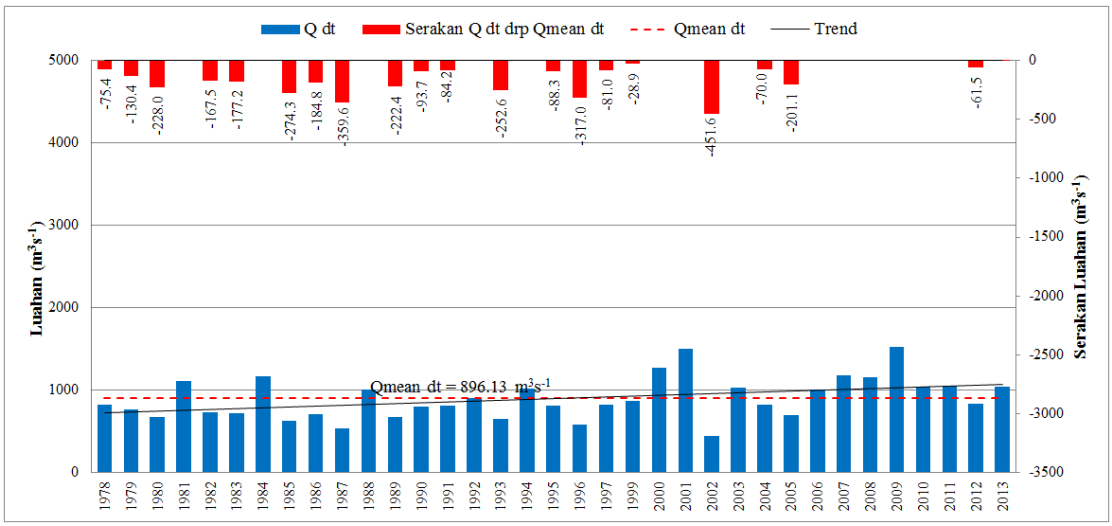

*Rajah 5.37*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 2917401 Kajang

Jumlah keseluruhan luahan musim kering ($Q_d$) di stesen Kajang dalam tempoh rekod sebanyak 31,364.6 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{dt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 444.52 - 1,519.95 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ dt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 896.13 $m^3s^{-1}$ dan 251.66 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{dt}$ terendah direkodkan pada tahun 2002 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2009. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 57.1% daripada nilai luahan $Q_{dt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih daripada separuh jumlah luahan $Q_{dt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ dt}$ (896.13 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1978 - 1980, 1982 - 1983, 1985 - 1987, 1989 - 1991, 1993, 1995 - 1999, 2002, 2004 - 2005 dan 2012 (Rajah 5.38). Tahun 1977 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ dt}$ iaitu -106.12 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1965 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 136.62 $m^3s^{-1}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.38*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2917401 Kajang

**b. Analisis pola dan trend luahan**

Trend luahan musiman basah ($Q_{wt}$) di stesen Kajang, secara umumnya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 7.343) dan Kendall Z (Z = 0.94) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.29. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.37, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1982 - 1996, 2000 - 2003 dan 2008 - 2013. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ wt}$ ($<Q_{mean\ wt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -1.52, kecerunan s = -3.082 dan Kendall Z = -0.51. Ini menggambarkan bahawa jumlah kejadian aliran rendah tahunan pada musim basah semakin berkurangan di stesen Kajang. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.29.

*Trend luahan musim basah dan kering di stesen 2917401 Kajang*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{wt}$ | 0.94 | 7.343 | 6.338 | Meningkat | Tidak |
| $Q_{dt}$ | 2.56 | 9.268 | 9.638 | Meningkat | Ya |
| $<Q_{mean\ wt}$ | -0.51 | -3.082 | -1.522 | Menurun | Tidak |
| $<Q_{mean\ dt}$ | -0.68 | -1.397 | -0.978 | Menurun | Tidak |

Trend luahan musiman kering ($Q_{dt}$) di stesen Kajang menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 9.268) dan Kendall Z (Z = 2.56) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.29. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan α = 0.05. Ini menjelaskan bawa trend peningkatan luahan tahunan pada musim kering mempunyai tahap kepercayaan sebanyak 95.0%. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.38, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1978 - 1987, 1994 - 1996 dan 2009 -2012. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ dt}$ ($<Q_{mean\ dt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -0.978, kecerunan s = -1.397 dan Kendall Z = -0.68. Ini menggambarkan jumlah aliran rendah tahunan pada musim kering semakin berkurangan di stesen Kajang. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

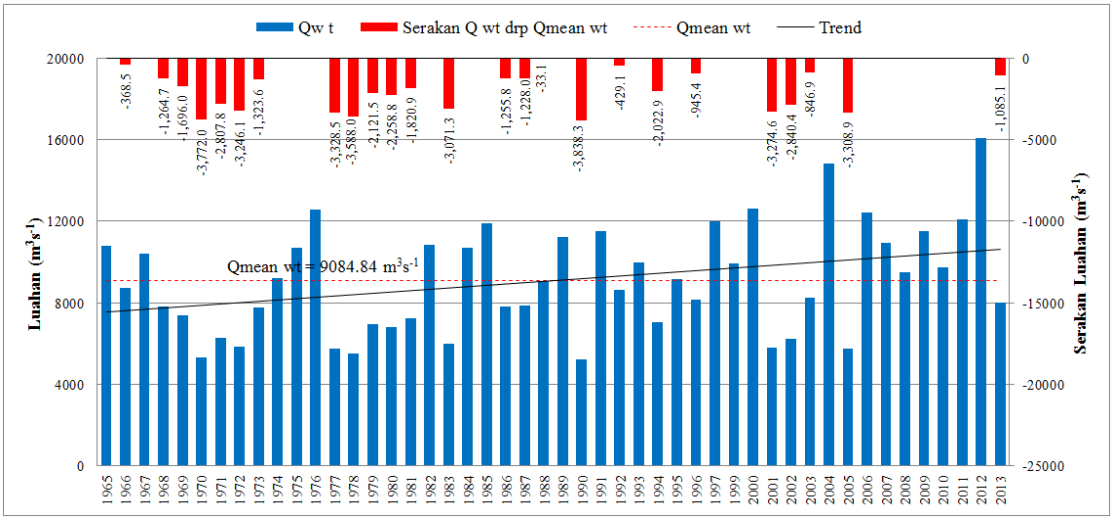
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.3.4 Stesen 2816441 Dengkil

#### a. Analisis Deskriptif Luahan

Jumlah luahan musim basah ($Q_w$) di stesen 2816441 Dengkil dalam tempoh rekod sebanyak 436,072.2 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{wt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 5,246.58 - 16,059.33 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ wt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 9,084.84 $m^3s^{-1}$ dan 2,602.34 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{wt}$ terendah direkodkan pada tahun 1990 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2012. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 52.1% daripada nilai luahan $Q_{wt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih daripada separuh jumlah luahan $Q_{wt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ wt}$. Ia meliputi 1966, 1968 - 1973, 1977 - 1981, 1983,1986 - 1988, 1990, 1992, 1994, 1996, 2001 - 2003, 2005 dan 2013 (Rajah 5.39). Tahun 1990 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ wt}$ iaitu -3,838.26 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 2012 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 6,974.49 $m^3s^{-1}$.




*Rajah 5.39*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ wt}$ bagi stesen 2816441 Dengkil

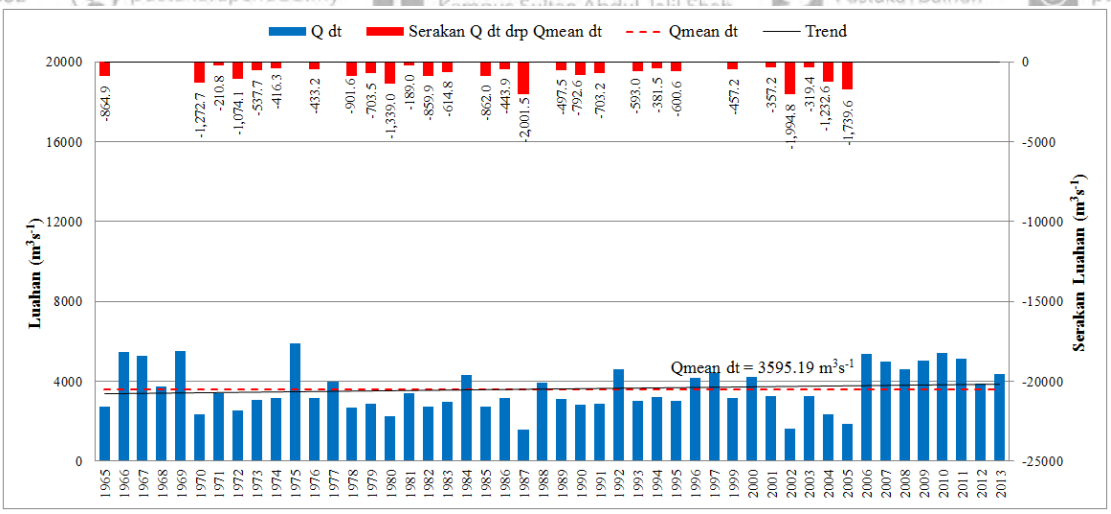
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jumlah keseluruhan luahan musim kering ($Q_d$) di stesen 2816441 Dengkil dalam tempoh rekod sebanyak 172,569.2 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan tahunan ($Q_{dt}$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 1,593.65 - 5,914.04 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean\ dt}$) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 3,595.19 $m^3s^{-1}$ dan 1,108.67 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_{dt}$ terendah direkodkan pada tahun 1987 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1975. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 58.3% daripada nilai luahan $Q_{dt}$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa lebih daripada separuh jumlah luahan $Q_{dt}$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_{mean\ dt}$. Ia meliputi 1965, 1970 - 1974, 1976, 1978 - 1983, 1985 - 1987, 1989 - 1991, 1993 - 1995, 1999 dan 2001 - 2005 (Rajah 5.40). Tahun 1977 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_{mean\ dt}$ iaitu -106.12 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1965 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 136.62 $m^3s^{-1}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 5.40*. Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2816441 Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**b. Analisis pola dan trend luahan**

Trend luahan musiman basah ($Q_{wt}$) di stesen Dengkil, secara umumnya menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b yang positif (+ve) yang turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 61.534) dan Kendall Z (Z = 2.34) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.30. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.39, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1966 - 1970, 1976 - 1978, 1991 - 1994 dan 2004 - 2008. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ wt}$ ($<Q_{mean\ wt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -7.09, kecerunan s = -10.870 dan Kendall Z = -0.54. Ini menggambarkan bahawa jumlah kejadian aliran rendah tahunan pada musim basah semakin berkurangan di stesen Dengkil. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 5.30.

*Trend luahan musim basah dan kering di stesen 2816441 Dengkil*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{wt}$ | 2.34 | 61.534 | 63.782 | Meningkat | Ya |
| $Q_{dt}$ | 1.41 | 17.080 | 10.070 | Meningkat | Tidak |
| $<Q_{mean\ wt}$ | -0.54 | -10.870 | -7.095 | Menurun | Tidak |
| $<Q_{mean\ dt}$ | -0.22 | -1.463 | 7.326 | Menurun | Tidak |

Trend luahan musiman kering ($Q_{dt}$) di stesen Dengkil menunjukkan trend meningkat. Ini berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b yang positif (+ve) yang turut

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 17.080) dan Kendall Z (Z = 1.41) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.30. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Jika diamati secara visual ke atas Rajah 5.40, beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1966 - 1970, 1975 - 1980, 1984 - 1987 dan 1997 - 2005. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ dt}$ ($<Q_{mean\ dt}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan s = -1.463 dan Kendall Z = -0.22. Ini menggambarkan bahawa jumlah aliran rendah tahunan pada musim kering semakin berkurangan di stesen Dengkil. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

**5.3.3.5 Rumusan dan perbincangan luahan musiman**

Berdasarkan kepada analisis luahan musiman bagi setiap stesen (5.3.3a, b. c dan d), didapati peratusan taburan luahan aliran rendah lembangan Sungai Langat adalah tinggi . Ini dibuktikan dengan keseluruhan luahan musim kering dan musim basah mencatatkan lebih 50% mengalami luahan di atas paras purata kecuali musim basah di stesen Rinching seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.31. Stesen Kajang mencatatkan peratusan tertinggi luahan pada musim basah iaitu sekitar 60.0%, diikuti oleh stesen Lui (54.2%), stesen Dengkil (52.1%) dan stesen Rinching (47.4%). Manakala pada musim kering, stesen Dengkil mencatatkan peratusan tertinggi iaitu sebanyak 58.3% diikuti oleh stesen Kajang sebanyak 57.1%, stesen Lui sebanyak 52.1% dan stesen Rinching sebanyak 50.0%.

Dalam tempoh rekod, terdapat beberapa tahun yang menunjukkan wujud pengaruh El Nino ke atas penyusutan luahan musim basah dan musim kering di lembangan Sungai Langat iaitu sekitar 23 tahun (92.0%). Daripada jumlah ini terdapat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



4 tahun (16.0%) menunjukkan kesan menyeluruh terhadap kedua-dua musim iaitu tahun 1978, 1979, 1983 dan 1990. Apa yang diperhatikan ialah terdapat beberapa tahun yang menunjukkan El Nino hanya dominan pada musim basah. Ia meliputi 7 tahun (28.0%) seperti yang dicatatkan pada tahun 1977, 1986, 1992, 1994, 1997, 2003, dan 2006. Manakala sebanyak 7 tahun (28.0%) menunjukkan El Nino dominan pada musim kering seperti direkodkan pada tahun 1965, 1976, 1980, 1982, 1991, 1993 dan 2002. Ini menunjukkan pengaruh El Nino antara musim adalah seimbang. Ringkasan pola luahan musiman mengikut tahunan boleh dilihat dalam Jadual 5.32.

Dari segi trend luahan musiman, trend $Q_{wt}$ dan $Q_{dt}$ menunjukkan trend yang menaik. Tetapi jika dilihat pola luahan di bawah paras $Q_{mean}$ musiman ($<Q_{mean\ wt}$ dan $<Q_{mean\ dt}$) menunjukkan trend yang menurun seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.31. Ini menunjukkan bahawa berlaku peningkatan jumlah luahan bagi musim basah dan musim kering dalam tempoh kajian. Tetapi jumlah luahan di bawah paras purata menunjukkan penyusutan. Penyusutan trend luahan $<Q_{mean\ wt}$ dan $<Q_{mean\ dt}$ ada kaitan dengan peningkatan trend hujan di lembangan Lui dan Semenyih seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.2. Apa yang diperhatikan ialah terdapat beberapa pola yang signifikan pada aras keyakinan tertentu. Bagi stesen Lui, hampir kesemua parameter menunjukkan tahap yang signifikan iaitu $Q_{wt}$ (95%), $Q_{dt}$ (99%) dan $<Q_{mean\ dt}$ (99.99%). Bagi stesen Rinching, terdapat dua parameter yang menunjukkan trend signifikan iaitu $Q_{dt}$ (95%) dan $<Q_{mean\ wt}$ (90%). Bagi Kajang dan Dengkil masing-masing trend signifikan ditunjukkan oleh parameter $Q_{dt}$ (95%) dan $Q_{wt}$ (95%).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.31.

*Trend dan aras keyakinan bagi parameter luahan musiman di lembangan Sungai Langat*

| Parameter | LUI | | RINCHING | | KAJANG | | DENGKIL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Z** | **Sig.** | **Z** | **Sig.** | **Z** | **Sig.** | **Z** | **Sig.** |
| $Q_{wt}$ | 1.99 | Ya | 1.03 | Tidak | 0.94 | Tidak | 2.34 | $Ya^{+}$ |
| $Q_{dt}$ | 3.24 | $Ya^{++}$ | 2.19 | Ya | 2.56 | $Ya^{+}$ | 1.41 | Tidak |
| $<Q_{mean\ wt}$ | -0.44 | Tidak | -1.82 | $Ya^{*}$ | -0.51 | Tidak | -0.54 | Tidak |
| $<Q_{mean\ dt}$ | -3.89 | $Ya^{+++}$ | -1.06 | Tidak | -0.68 | Tidak | -0.22 | Tidak |

Z = Mann-Kendall; Sig. = Trend Signifikan ($^{+++}\alpha = 0.01$, $^{++}\alpha = 0.01$, $^{+}\alpha = 0.05$, $^{*}\alpha = 0.1$)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.32.

*Corak luahan musiman dan skor Z di lembangan Sungai Langat*

| MUSIMAN (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lui w | 725.8 | 540.9 | 513.7 | 531.8 | 657.4 | 520.2 | 417.4 | 338.1 | 377.8 | 447.7 | 456.0 | 380.9 | 239.1 | 349.0 | 373.4 | 537.4 | 469.6 | 461.5 | 338.4 | 317.7 | 591.0 | 439.0 | 417.2 | 427.8 | 536.4 | 390.4 | 515.3 | 331.2 |
| Lui d | 202.5 | 359.4 | 261.1 | 279.0 | 341.4 | 242.2 | 261.7 | 169.9 | 167.6 | 239.5 | 334.9 | 135.3 | 131.8 | 140.1 | 182.3 | 193.0 | 295.0 | 202.7 | 204.0 | 196.0 | 198.0 | 247.2 | 296.8 | 209.6 | 254.6 | 162.4 | 186.3 | 204.3 |
| Rinching w | | | | | | | | | | | 1496.4 | 710.0 | 626.7 | 962.9 | 811.6 | 1583.2 | 1084.7 | 1280.9 | 827.2 | 1464.6 | 1596.9 | 1205.9 | 1312.2 | 1206.4 | 1412.2 | 987.7 | 1299.6 | 907.9 |
| Rinching d | | | | | | | | | | | 812.1 | 391.5 | 392.6 | 503.1 | 423.0 | 533.2 | 490.2 | 593.6 | 441.8 | 831.4 | 532.4 | 640.6 | 482.9 | 670.4 | 630.4 | 567.0 | 797.7 | 668.9 |
| Kajang w | | | | | | | | | | | | | | 1742.4 | 1869.9 | 1706.8 | 1917.5 | 3472.3 | 1350.0 | 2651.7 | 2270.4 | 1682.2 | 1853.4 | 1884.6 | 2431.4 | 1318.1 | 2351.2 | 1228.5 |
| Kajang d | | | | | | | | | | | | | | 820.7 | 765.7 | 668.2 | 1106.7 | 728.6 | 718.9 | 1166.5 | 621.8 | 711.4 | 536.5 | 1005.1 | 673.7 | 802.4 | 812.0 | 905.5 |
| Dengkil w | 10805.9 | 8716.4 | 10420.9 | 7820.1 | 7388.8 | 5312.8 | 6277.0 | 5838.8 | 7761.2 | 9216.7 | 10689.1 | 12576.5 | 5756.3 | 5496.8 | 6963.3 | 6826.1 | 7263.9 | 10859.3 | 6013.6 | 10714.0 | 11908.8 | 7829.1 | 7856.9 | 9051.7 | 11226.4 | 5246.6 | 11509.0 | 8655.7 |
| Dengkil d | 2730.3 | 5486.4 | 5294.7 | 3716.5 | 5506.4 | 2322.5 | 3384.4 | 2521.1 | 3057.5 | 3178.9 | 5914.0 | 3162.0 | 3987.3 | 2693.6 | 2891.7 | 2256.2 | 3406.2 | 2735.3 | 2980.4 | 4313.9 | 2733.2 | 3151.3 | 1593.7 | 3935.0 | 3097.7 | 2802.6 | 2892.0 | 4619.4 |
| Z-Lui w | 2.58 | 0.79 | 0.52 | 0.70 | 1.92 | 0.58 | 0.42 | 1.19 | 0.80 | 0.12 | 0.04 | 0.77 | 2.15 | 1.08 | 0.85 | 0.75 | 0.09 | 0.01 | 1.19 | 1.39 | 1.27 | 0.21 | 0.42 | 0.32 | 0.74 | 0.68 | 0.54 | 1.26 |
| Z-Lui d | 0.59 | 2.04 | 0.39 | 0.69 | 1.73 | 0.07 | 0.40 | 1.14 | 1.18 | 0.03 | 1.62 | 1.72 | 1.78 | 1.64 | 0.93 | 0.75 | 0.96 | 0.59 | 0.57 | 0.70 | 0.67 | 0.15 | 0.99 | 0.48 | 0.28 | 1.27 | 0.87 | 0.56 |
| Z-Rinching w | | | | | | | | | | | 0.93 | 1.42 | 1.67 | 0.67 | 1.12 | 1.19 | 0.30 | 0.29 | 1.07 | 0.84 | 1.24 | 0.06 | 0.38 | 0.06 | 0.68 | 0.59 | 0.34 | 0.83 |
| Z-Rinching d | | | | | | | | | | | 1.31 | 1.41 | 1.40 | 0.69 | 1.21 | 0.49 | 0.77 | 0.10 | 1.09 | 1.43 | 0.50 | 0.20 | 0.82 | 0.39 | 0.13 | 0.28 | 1.21 | 0.38 |
| Z-Kajang w | | | | | | | | | | | | | | 0.52 | 0.30 | 0.58 | 0.21 | 2.46 | 1.19 | 1.05 | 0.39 | 0.62 | 0.32 | 0.27 | 0.67 | 1.25 | 0.53 | 1.40 |
| Z-Kajang d | | | | | | | | | | | | | | 0.30 | 0.52 | 0.91 | 0.84 | 0.67 | 0.70 | 1.07 | 1.09 | 0.73 | 1.43 | 0.43 | 0.88 | 0.37 | 0.33 | 0.04 |
| Z-Dengkil w | 0.66 | 0.14 | 0.51 | 0.49 | 0.65 | 1.45 | 1.08 | 1.25 | 0.51 | 0.05 | 0.62 | 1.34 | 1.28 | 1.38 | 0.82 | 0.87 | 0.70 | 0.68 | 1.18 | 0.63 | 1.09 | 0.48 | 0.47 | 0.01 | 0.82 | 1.47 | 0.93 | 0.16 |
| Z-Dengkil d | 0.78 | 1.71 | 1.53 | 0.11 | 1.72 | 1.15 | 0.19 | 0.97 | 0.48 | 0.38 | 2.09 | 0.39 | 0.35 | 0.81 | 0.63 | 1.21 | 0.17 | 0.78 | 0.55 | 0.65 | 0.78 | 0.40 | 1.81 | 0.31 | 0.45 | 0.71 | 0.63 | 0.92 |

| MUSIMAN (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lui w | 450.5 | 405.6 | 569.2 | 318.1 | 391.4 | 378.7 | 566.1 | 522.9 | 489.9 | 453.2 | 381.8 | 530.7 | 292.7 | 426.8 | 589.3 | 558.2 | 478.9 | 540.2 | 664.1 | 442.0 | 239.1 | 725.8 | 460.3 | 102.7 | 1977 | 1965 | 26 |
| Lui d | 184.5 | 253.1 | 351.9 | 197.1 | 264.6 | 195.1 | 271.4 | 338.5 | 224.9 | 215.1 | 221.4 | 236.4 | 201.7 | 271.6 | 281.9 | 234.8 | 246.2 | 374.5 | 264.6 | 292.3 | 131.8 | 374.5 | 237.9 | 59.7 | 1977 | 2011 | 25 |
| Rinching w | 1993.1 | 1274.7 | 1474.8 | 777.8 | 641.3 | 910.4 | 1240.2 | 911.9 | 1052.8 | 1187.6 | 1061.8 | 1116.1 | 733.3 | 918.3 | 1404.8 | 1594.3 | 1648.8 | 1581.1 | 1691.1 | 1033.4 | 626.7 | 1993.1 | 1184.9 | 333.4 | 1977 | 1993 | 18 |
| Rinching d | 759.5 | 772.4 | 436.9 | 307.2 | 523.1 | 489.3 | 615.0 | 725.4 | 788.7 | 671.7 | 551.8 | 656.2 | 384.6 | 544.3 | 883.9 | 697.4 | 976.6 | 738.3 | 594.7 | 653.9 | 307.2 | 976.6 | 609.8 | 154.7 | 1996 | 2010 | 19 |
| Kajang w | 2209.8 | 1498.0 | 1758.0 | 1172.7 | 1723.5 | 2463.1 | 2895.6 | 1985.1 | 2121.0 | 1478.8 | 3615.6 | 1841.0 | 1893.1 | 2005.6 | 2942.3 | 2462.3 | 1308.8 | 2137.8 | 2273.0 | 1954.2 | 1172.7 | 3615.6 | 2042.0 | 580.3 | 1996 | 2004 | 21 |
| Kajang d | 643.5 | 1012.2 | 807.8 | 579.1 | 815.1 | 867.2 | 1264.7 | 1503.3 | 444.5 | 1023.7 | 826.2 | 695.0 | 1007.2 | 1179.9 | 1160.1 | 1519.9 | 1036.8 | 1055.7 | 834.6 | 1044.4 | 444.5 | 1519.9 | 896.1 | 251.7 | 2002 | 2009 | 20 |
| Dengkil w | 9959.0 | 7061.9 | 9161.0 | 8139.4 | 11974.4 | 9916.7 | 12645.4 | 5810.2 | 6244.5 | 8237.9 | 14849.8 | 5775.9 | 12431.3 | 10936.8 | 9498.5 | 11505.5 | 9762.3 | 12101.0 | 16059.3 | 7999.8 | 5246.6 | 16059.3 | 9084.8 | 2602.3 | 1990 | 2012 | 25 |
| Dengkil d | 3002.2 | 3213.7 | 2994.6 | 4145.3 | 4414.0 | 3138.0 | 4209.5 | 3238.0 | 1600.4 | 3275.8 | 2362.6 | 1855.6 | 5369.1 | 4986.2 | 4591.7 | 5016.1 | 5424.4 | 5135.8 | 3878.5 | 4353.7 | 1593.7 | 5914.0 | 3595.2 | 1108.7 | 1987 | 1975 | 28 |
| Z-Lui w | 0.10 | 0.53 | 1.06 | 1.38 | 0.67 | 0.79 | 1.03 | 0.61 | 0.29 | 0.07 | 0.76 | 0.69 | 1.63 | 0.33 | 1.26 | 0.95 | 0.18 | 0.78 | 1.98 | 0.18 | 2.15 | 2.58 | | | | | 54.2% |
| Z-Lui d | 0.90 | 0.25 | 1.91 | 0.68 | 0.45 | 0.72 | 0.56 | 1.69 | 0.22 | 0.38 | 0.28 | 0.03 | 0.61 | 0.56 | 0.74 | 0.05 | 0.14 | 2.29 | 0.45 | 0.91 | 1.78 | 2.29 | | | | | 52.1% |
| Z-Rinching w | 2.42 | 0.27 | 0.87 | 1.22 | 1.63 | 0.82 | 0.17 | 0.82 | 0.40 | 0.01 | 0.37 | 0.21 | 1.35 | 0.80 | 0.66 | 1.23 | 1.39 | 1.19 | 1.52 | 0.45 | 1.67 | 2.42 | | | | | 47.4% |
| Z-Rinching d | 0.97 | 1.05 | 1.12 | 1.96 | 0.56 | 0.78 | 0.03 | 0.75 | 1.16 | 0.40 | 0.38 | 0.30 | 1.46 | 0.42 | 1.77 | 0.57 | 2.37 | 0.83 | 0.10 | 0.29 | 1.96 | 2.37 | | | | | 50.0% |
| Z-Kajang w | 0.29 | 0.94 | 0.49 | 1.50 | 0.55 | 0.73 | 1.47 | 0.10 | 0.14 | 0.97 | 2.71 | 0.35 | 0.26 | 0.06 | 1.55 | 0.72 | 1.26 | 0.17 | 0.40 | 0.15 | 1.50 | 2.71 | | | | | 60.0% |
| Z-Kajang d | 1.00 | 0.46 | 0.35 | 1.26 | 0.32 | 0.12 | 1.46 | 2.41 | 1.79 | 0.51 | 0.28 | 0.80 | 0.44 | 1.13 | 1.05 | 2.48 | 0.56 | 0.63 | 0.24 | 0.59 | 1.79 | 2.48 | | | | | 57.1% |
| Z-Dengkil w | 0.34 | 0.78 | 0.03 | 0.36 | 1.11 | 0.32 | 1.37 | 1.26 | 1.09 | 0.33 | 2.22 | 1.27 | 1.29 | 0.71 | 0.16 | 0.93 | 0.26 | 1.16 | 2.68 | 0.42 | 1.47 | 2.68 | | | | | 52.1% |
| Z-Dengkil d | 0.53 | 0.34 | 0.54 | 0.50 | 0.74 | 0.41 | 0.55 | 0.32 | 1.80 | 0.29 | 1.11 | 1.57 | 1.60 | 1.25 | 0.90 | 1.28 | 1.65 | 1.39 | 0.26 | 0.68 | 1.81 | 2.09 | | | | | 58.3% |

Tahun El Nino Kuat Sederhana Lemah Musim Kering Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.3.4 Ciri-ciri luahan tahunan

Luahan tahunan merujuk kepada gabungan luahan harian dalam tempoh setahun. Bilangan tahun yang digunakan dalam analisis ini berbeza-beza bergantung kepada kewujudan data. Stesen Lui dan Kajang menggunakan tempoh data 48 tahun iaitu bermula 1965 – 2013. Manakala stesen Rinching sekitar 38 tahun iaitu bermula 1975 – 2013 dan stesen Kajang sekitar 36 tahun iaitu bermula pada tahun 1978 – 2013. Dalam analisis ini, purata luahan tahunan ($Q_{mean\ t}$) dijadikan asas untuk menentukan bilangan tahun yang mengalami luahan kurang daripada paras purata. Untuk melihat serakan luahan ini, analisis skor Z digunakan.

Perincian berkaitan corak, pola dan trend luahan tahunan di lembangan Sungai Langat seperti berikut:-.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

#### 5.3.4.1 Stesen 3118445 Lui

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

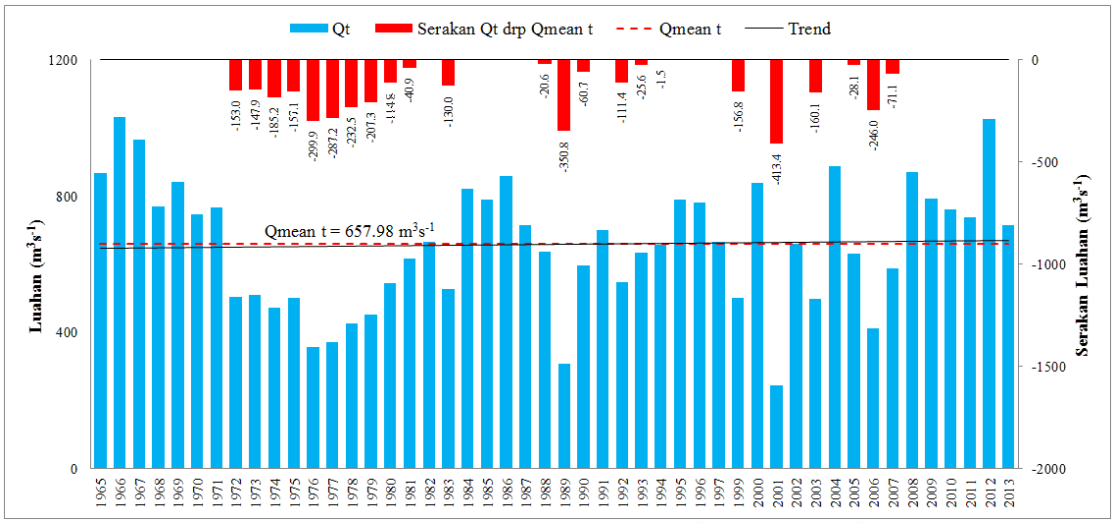
Bilangan tahun yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Lui ialah sebanyak 48 tahun. Jumlah luahan (Q) keseluruhan dalam tempoh rekod sebanyak 31,582.29 $m^3s^{-1}$ manakala jumlah luahan tahunan ($Q_t$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 244.60 - 1,031.97 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean}$ t) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 659.28 $m^3s^{-1}$ dan 182.73 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_t$ terendah direkodkan pada tahun 2001 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1966. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 47.9% daripada nilai luahan $Q_t$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa kurang daripada separuh jumlah luahan $Q_t$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_t$ (659.28 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1972 – 1981,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



1983, 1988 - 1990, 1992 - 1994, 1999, 2001, 2003 dan 2005 – 2007 (Rajah 5.41). Tahun 2001 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_t$ iaitu -413.38 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1966 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 373.99 $m^3s^{-1}$.




*Rajah 5.41*. Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean}$ t bagi stesen 3118445 Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Berpandukan Rajah 5.44, pola luahan tahunan ($Q_t$) terhadap siri masa 48-tahun di stesen Lui menunjukkan trend menaik berdasarkan nilai pekali kecerunan b yang positif iaitu b = 0.466. Pola ini turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 1.012) dan nilai Kendall Z (Z = 0.42) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.33. Berpandukan nilai korelasi Kendall Tau iaitu $\tau = 0.05$, didapati tidak wujud hubungan antara kevariasian magnitud luahan. Trend menaik yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Jika diamati secara visual ke atas pola-pola dalaman siri masa 48-tahun stesen Lui, menunjukkan beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1965 - 1977, 1986 - 1989, 1994 – 2001 dan 2004 – 2006. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean}$ t ($<Q_{mean\ t}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -1.2954, kecerunan s = -2.687 dan Kendall Z = -1.06. Ini menggambarkan bahawa jumlah kekerapan kejadian aliran rendah tahunan semakin berkurangan. Trend ini ada kaitan dengan trend peningkatan curahan hujan di sekitar lembangan Lui. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

Jadual 5.33.

*Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 3118445 Lui*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_t$ | 0.42 | 1.012 | 0.4662 | Meningkat | Tidak |
| $<Q_{mean\ t}$ | -1.06 | -2.687 | -1.2954 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 5.3.4.2 Stesen 2918401 Rinching

#### a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$

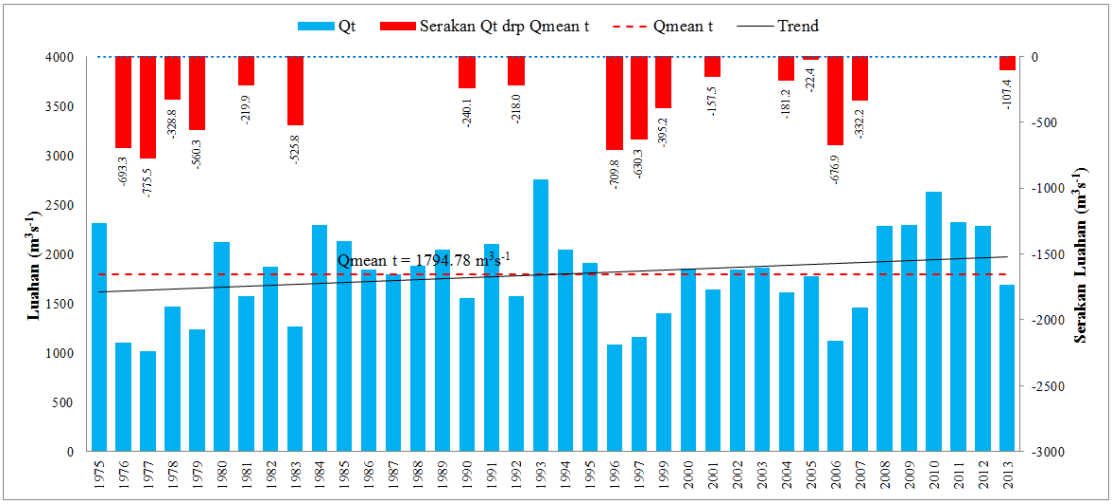
Bilangan tahun yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Rinching ialah sebanyak 38 tahun. Jumlah luahan (Q) keseluruhan dalam tempoh rekod sebanyak 68,201.63 $m^3s^{-1}$ manakala jumlah luahan tahunan ($Q_t$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 1,019.27 - 2,752.57 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean}$ t) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 1,794.78 $m^3s^{-1}$ dan 442.06 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_t$ terendah direkodkan pada tahun 1977 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 1993 Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 44.7% daripada nilai luahan $Q_t$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa kurang daripada separuh jumlah luahan $Q_t$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_t$ (1,794.78 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1976 - 1979, 1981, 1983, 1990, 1992, 1996 - 1999, 2001, 2004 - 2007

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dan 2013 (Rajah 5.42). Tahun 1997 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_t$ iaitu -775.51 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1993 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 957.79 $m^3s^{-1}$.




*Rajah 5.42*. Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean}$ t bagi stesen 2918401 Rinching.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Berpandukan Rajah 5.42, pola luahan tahunan ($Q_t$) terhadap siri masa 38-tahun di stesen Rinching menunjukkan trend menaik berdasarkan nilai pekali kecerunan b yang positif iaitu b = 9.344. Pola ini turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 8.198) dan nilai Kendall Z (Z = 1.23) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.34. Berpandukan nilai korelasi Kendall Tau iaitu $\tau$ = 0.126, didapati tidak wujud hubungan antara kevariasian magnitud luahan. Trend menaik yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha$ = 0.05. Jika diamati secara visual ke atas pola-pola dalaman siri masa 38-tahun stesen Rinching, menunjukkan beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1975 - 1977, 1980 - 1983, 1984 - 1992, 1993 - 1998 dan 2003 - 2006. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ t}$ ($<Q_{mean\ t}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -8.78,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kecerunan s = -2.10 dan Kendall Z = -8.18. Trend yang ditunjukkan adalah signifikan pada aras keyakinan α = 0.05**.** Ini menggambarkan bahawa jumlah kekerapan kejadian aliran rendah tahunan semakin berkurangan di stesen Rinching. Trend ini ada kaitan dengan trend peningkatan curahan hujan di sekitar lembangan Semenyih.

Jadual 5.34.

*Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 2918401 Rinching.*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_t$ | 1.23 | 8.198 | 9.344 | Meningkat | Tidak |
| $<Q_{mean\ t}$ | -2.10 | -8.181 | -8.784 | Menurun | Ya |

### 5.3.4.3 Stesen 2917401 Kajang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

**a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$**

Bilangan tahun yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Kajang ialah sebanyak 35 tahun. Jumlah luahan (Q) keseluruhan dalam tempoh rekod sebanyak 102,465.70 $m^3s^{-1}$ manakala jumlah luahan tahunan ($Q_t$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 1,751.86 - 4,441.73 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean}$ t) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 2,927.59 $m^3s^{-1}$ dan 670.77 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_t$ terendah direkodkan pada tahun 1996 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2004 Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 52.6% daripada nilai luahan $Q_t$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan bahawa kurang daripada separuh jumlah luahan $Q_t$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_t$ (2,927.59 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1978 - 1980, 1983, 1985 - 1987, 1990, 1992 - 1997, 2002 - 2003, 2005 - 2006 dan 2010 (Rajah 5.43). Tahun 1996 menunjukkan jumlah serakan penyusutan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_t$ iaitu -1,175.73 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 2004 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 1,514.14 $m^3s^{-1}$.

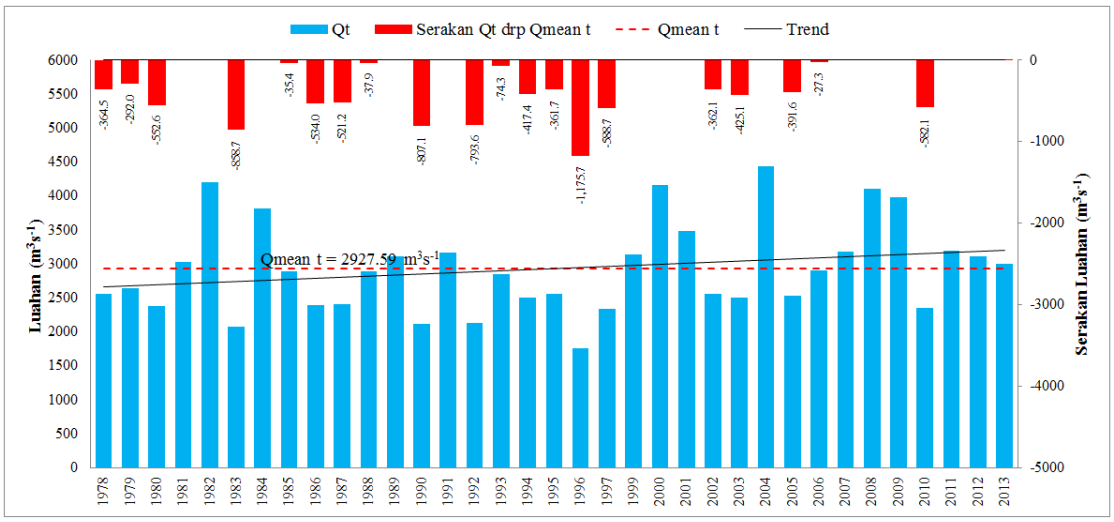
**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

Berpandukan Rajah 5.43, pola luahan tahunan ($Q_t$) terhadap siri masa 35-tahun di stesen Kajang menunjukkan trend menaik berdasarkan nilai pekali kecerunan b yang positif iaitu b = 15.688. Pola ini turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 12.442) dan nilai Kendall Z (Z = 1.48) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.35. Berpandukan nilai korelasi Kendall Tau iaitu $\tau = 0.18$, didapati tidak wujud hubungan antara kevariasian magnitud luahan. Trend menaik yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Jika diamati secara visual ke atas pola-pola dalaman siri masa 35-tahun stesen Kajang, menunjukkan beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1975 - 1977, 1980 - 1983, 1984 - 1992, 1993 - 1998 dan 2003 -2006. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ t}$ ($<Q_{mean\ t}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -0.7955, kecerunan s = -0.133 dan Kendall Z = -0.03. Ini menggambarkan bahawa jumlah kekerapan kejadian aliran rendah tahunan semakin berkurangan di stesen Kajang. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.43*. Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean}$ t bagi stesen 2917401 Kajang.

Jadual 5.35.

*Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 2917401 Kajang*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_t$ | 1.48 | 12.442 | 15.688 | Meningkat | Tidak |
| $<Q_{mean\ t}$ | -0.03 | -0.133 | -0.796 | Menurun | Tidak |

### 5.3.4.4 Stesen 2816441 Dengkil

#### a. Analisis Deskriptif $Q_{mean}$ dan $Q_{min}$

Bilangan tahun yang di catatkan dalam tempoh rekod (TR) di stesen Dengkil ialah sebanyak 48 tahun. Jumlah luahan (Q) keseluruhan dalam tempoh rekod sebanyak 588,056.7 $m^3s^{-1}$ manakala jumlah luahan tahunan ($Q_t$) yang dicatatkan dalam lingkungan antara 7,631.49 - 17,800.41 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata ($Q_{mean}$ t) dan sisihan piawai masing-masing sekitar 12,251.18 $m^3s^{-1}$ dan 2,875.47 $m^3s^{-1}$. Nilai $Q_t$ terendah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



direkodkan pada tahun 2005 manakala nilai tertinggi direkodkan pada 2006 Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z ialah sejumlah 45.8% daripada nilai luahan $Q_t$ berada di bawah paras Z=0. Ini menunjukkan kurang daripada separuh jumlah luahan $Q_t$, mempunyai nilai yang lebih rendah daripada jumlah purata $Q_t$ (12,252.52 $m^3s^{-1}$). Ia meliputi 1968, 1970 - 1973, 1977 - 1981, 1983, 1986 - 1987, 1990, 1994 - 1995, 1997, 2001 - 2003, 2005 dan 2011 (Rajah 5.44). Tahun 2005 menunjukkan jumlah serakan penyusutan luahan tertinggi daripada nilai purata $Q_t$ iaitu -4,619.69 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 2006 menunjukkan serakan lebihan terbanyak iaitu 5,549.22 $m^3s^{-1}$.

**b. Analisis Pola Dan Trend Luahan**

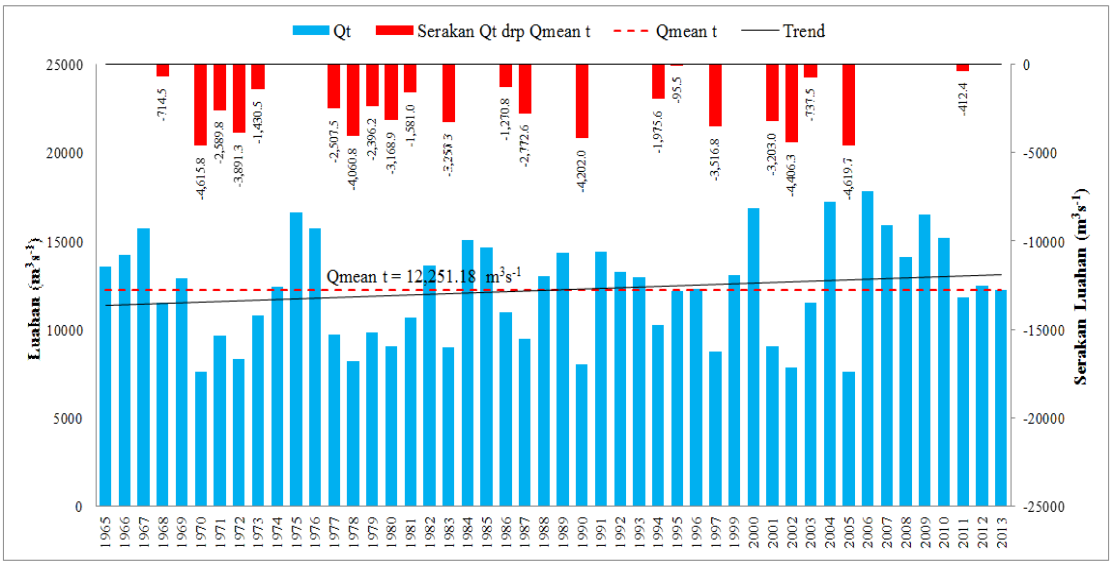
Berpandukan Rajah 5.44, pola luahan tahunan ($Q_t$) terhadap siri masa 48-tahun di stesen Dengkil menunjukkan trend menaik berdasarkan nilai pekali kecerunan b yang positif iaitu b = 37.013. Pola ini turut disahkan oleh nilai penganggar kecerunan Sen (s = 34.431) dan nilai Kendall Z (Z = 0.92) seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.36. Berpandukan nilai korelasi Kendall Tau iaitu $\tau = 0.09$, didapati tidak wujud hubungan antara kevariasian magnitud luahan. Trend menaik yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Jika diamati secara visual ke atas pola-pola dalaman siri masa 48-tahun stesen Dengkil, menunjukkan beberapa pola menurun dikenal pasti berlaku antara tahun 1967 - 1970, 1975 - 1978, 1982 - 1983, 1984 - 1987, 1989 - 1990, 1991 - 1997, 2000 – 2002, 2004 - 2005 dan 2006 – 2011. Berbeza dengan pola luahan bawah paras $Q_{mean\ t}$ ($<Q_{mean\ t}$), trend yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai negatif pekali kecerunan b = -9.162 dan kecerunan s = -3.015. Ini menggambarkan bahawa jumlah kejadian aliran rendah tahunan semakin berkurangan di stesen Dengkil. Trend ini ada kaitan dengan trend peningkatan hujan di bahagian atas

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



lembangan iaitu lembangan Lui dan Semenyih. Trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.




*Rajah 5.44*. Taburan jumlah luahan bulanan tahunan dan serakan daripada $Q_{mean}$ t bagi stesen 2816441 Dengkil.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 5.36.

Pola dan trend luahan tahunan ($Q_t$) di stesen 2917401 Kajang

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q_t$ | 0.92 | 34.431 | 37.013 | Meningkat | Tidak |
| $<Q_{mean\ t}$ | 0.00 | -3.015 | -9.162 | Menurun | Tidak |

### 5.3.4.5 Rumusan dan Perbincangan luahan tahunan

Berdasarkan kepada perbincangan luahan tahunan bagi setiap stesen (5.3.4a, b. c dan d), didapati taburan luahan di bawah paras purata $Q_{mean\ t}$ lembangan Sungai Langat adalah rendah seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.37. Hanya stesen Kajang sahaja yang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



mencatatkan lebih 50% bilangan tahunnya mengalami jumlah luahan tahunan di bawah paras purata. Stesen Kajang mencatatkan peratusan tertinggi luahan tahunan di bawah paras purata iaitu sekitar 57.1%, diikuti oleh stesen Lui (47.9%), stesen Dengkil (45.8%) dan stesen Rinching (44.7%).

Dalam tempoh rekod, terdapat beberapa tahun yang menunjukkan wujud pengaruh El Nino ke atas penyusutan luahan tahunan berbanding purata luahan tahunan ($Q_{mean\ t}$) di lembangan Sungai Langat iaitu sekitar 18 tahun. Liputan ini merupakan 72.0% daripada keseluruhan tahun El Nino. Daripada jumlah ini, sebanyak 12 tahun (48.0%) menunjukkan landaan menyeluruh terhadap semua stesen-stesen Sungai Langat. Ia meliputi tahun 1972, 1977 - 1980, 1983, 1990, 1992, 1994, 1997, 2003 dan 2006. Selebihnya iaitu 6 tahun hanya melanda 1 stesen (1968) atau 2 stesen sahaja (1976, 1986, 1987, 1993 dan 2003).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.37.

*Corak luahan tahunan dan skor Z di lembangan Sungai Langat*

| TAHUNAN (a) | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 866.7 | 1032.0 | 963.8 | 768.8 | 841.0 | 744.7 | 765.7 | 504.9 | 510.1 | 472.8 | 500.9 | 358.1 | 370.8 | 425.5 | 450.7 | 543.2 | 617.1 | 664.8 | 528.0 | 821.9 | 788.9 | 858.7 | 714.9 | 637.3 | 307.2 | 597.3 | 700.3 | 546.6 |
| Rinching | | | | | | | | | | | 2308.4 | 1101.5 | 1019.3 | 1466.0 | 1234.5 | 2116.4 | 1574.9 | 1874.5 | 1269.0 | 2296.0 | 2129.3 | 1846.4 | 1798.6 | 1876.8 | 2042.6 | 1554.7 | 2097.3 | 1576.8 |
| Kajang | | | | | | | | | | | | | | 2563.1 | 2635.6 | 2375.0 | 3024.2 | 4200.9 | 2068.9 | 3818.2 | 2892.2 | 2393.6 | 2406.4 | 2889.7 | 3105.1 | 2120.5 | 3163.1 | 2134.0 |
| Dengkil | 13536.2 | 14202.8 | 15715.6 | 11536.7 | 12895.2 | 7635.4 | 9661.4 | 8359.9 | 10820.7 | 12395.6 | 16603.1 | 15738.5 | 9743.6 | 8190.4 | 9855.0 | 9082.3 | 10670.2 | 13594.6 | 8993.9 | 15027.9 | 14642.0 | 10980.4 | 9478.6 | 12986.7 | 14324.0 | 8049.1 | 14401.0 | 13275.1 |
| Z-Lui | 1.13 | 2.03 | 1.66 | 0.60 | 0.99 | 0.47 | 0.58 | 0.83 | 0.80 | 1.00 | 0.85 | 1.63 | 1.56 | 1.26 | 1.12 | 0.62 | 0.22 | 0.04 | 0.70 | 0.89 | 0.71 | 1.09 | 0.31 | 0.11 | 1.90 | 0.33 | 0.23 | 0.60 |
| Z-Rinching | | | | | | | | | | | 1.16 | 1.57 | 1.75 | 0.74 | 1.27 | 0.73 | 0.50 | 0.18 | 1.19 | 1.13 | 0.76 | 0.12 | 0.01 | 0.19 | 0.56 | 0.54 | 0.68 | 0.49 |
| Z-Kajang | | | | | | | | | | | | | | 0.54 | 0.44 | 0.82 | 0.14 | 1.90 | 1.28 | 1.33 | 0.05 | 0.80 | 0.78 | 0.06 | 0.26 | 1.20 | 0.35 | 1.18 |
| Z-Dengkil | 0.45 | 0.68 | 1.20 | 0.25 | 0.22 | 1.61 | 0.90 | 1.35 | 0.50 | 0.05 | 1.51 | 1.21 | 0.87 | 1.41 | 0.83 | 1.10 | 0.55 | 0.47 | 1.13 | 0.97 | 0.83 | 0.44 | 0.96 | 0.26 | 0.72 | 1.46 | 0.75 | 0.36 |

| TAHUNAN (b) | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | MIN | MAX | MEAN | SP | RENDAH | TINGGI | <MEAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 632.4 | 656.5 | 789.3 | 779.4 | 664.9 | 501.2 | 837.4 | 244.6 | 660.5 | 497.8 | 885.7 | 629.8 | 411.9 | 586.9 | 871.2 | 793.0 | 759.8 | 738.2 | 1024.7 | 715.0 | 244.6 | 1032.0 | 658.0 | 184.4 | 2001 | 1966 | 23 |
| Rinching | 2752.6 | 2047.1 | 1911.7 | 1084.9 | 1164.5 | 1399.6 | 1855.2 | 1637.3 | 1841.5 | 1859.3 | 1613.6 | 1772.4 | 1117.9 | 1462.6 | 2288.7 | 2291.8 | 2625.4 | 2319.3 | 2285.8 | 1687.4 | 1019.3 | 2752.6 | 1794.8 | 442.1 | 1977 | 1993 | 17 |
| Kajang | 2853.3 | 2510.2 | 2565.8 | 1751.9 | 2338.9 | 3145.2 | 4160.3 | 3488.4 | 2565.5 | 2502.5 | 4441.7 | 2536.0 | 2900.3 | 3185.5 | 4102.4 | 3982.2 | 2345.5 | 3193.5 | 3107.6 | 2998.5 | 1751.9 | 4441.7 | 2927.6 | 670.8 | 1996 | 2004 | 20 |
| Dengkil | 12961.2 | 10275.6 | 12155.7 | 12284.7 | 8734.3 | 13054.7 | 16854.8 | 9048.2 | 7844.8 | 11513.7 | 17212.4 | 7631.5 | 17800.4 | 15923.0 | 14090.2 | 16521.6 | 15186.7 | 11838.8 | 12476.2 | 12252.5 | 7631.5 | 17800.4 | 12251.2 | 2875.5 | 2005 | 2006 | 22 |
| Z-Lui | 0.14 | 0.01 | 0.71 | 0.66 | 0.04 | 0.85 | 0.97 | 2.24 | 0.01 | 0.87 | 1.23 | 0.15 | 1.33 | 0.39 | 1.16 | 0.73 | 0.55 | 0.44 | 1.99 | 0.31 | -2.24 | 2.03 | | | | | 47.9% |
| Z-Rinching | 2.17 | 0.57 | 0.26 | 1.61 | 1.43 | 0.89 | 0.14 | 0.36 | 0.11 | 0.15 | 0.41 | 0.05 | 1.53 | 0.75 | 1.12 | 1.12 | 1.88 | 1.19 | 1.11 | 0.24 | -1.75 | 1.88 | | | | | 44.7% |
| Z-Kajang | 0.11 | 0.62 | 0.54 | 1.75 | 0.88 | 0.32 | 1.84 | 0.84 | 0.54 | 0.63 | 2.26 | 0.58 | 0.04 | 0.38 | 1.75 | 1.57 | 0.87 | 0.40 | 0.27 | 0.11 | -1.75 | 2.26 | | | | | 57.1% |
| Z-Dengkil | 0.25 | 0.69 | 0.03 | 0.01 | 1.22 | 0.28 | 1.60 | 1.11 | 1.53 | 0.26 | 1.73 | 1.61 | 1.93 | 1.28 | 0.64 | 1.49 | 1.02 | 0.14 | 0.08 | 0.00 | -1.61 | 1.93 | | | | | 45.8% |

Tahun El Nino | Kuat | Sederhana | Lemah | Musim Kering | Tahun La Nina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dari segi pola luahan tahunan ($Q_t$), keseluruhan stesen menunjukkan trend menaik manakala pola luahan $<Q_{mean\ t}$, menunjukkan pola yang bertentangan dengan pola $Q_t$ seperti digambarkan dalam Jadual 5.38. Kesemua stesen-stesen Sungai Langat menujukan trend yang menurun bagi luahan $<Q_{mean\ t}$. Ini menunjukkan bahawa, terdapat pengaruh hujan tahunan terhadap trend luahan di Sungai Langat terutamanya hujan di bahagian hulu. Trend hujan tempoh rekod menunjukkan peningkatan di stesen lembangan Lui dan Semenyih seperti yang telah dijelaskan dalam Jadual 5.2

Jadual 5.38.

*Trend dan aras keyakinan bagi luahan tahunan lembangan Sungai Langat*

| Parameter | LUI | | RINCHING | | KAJANG | | DENGKIL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Z | Sig. | Z | Sig. | Z | Sig. | Z | Sig. |
| $Q_t$ | 0.42 | Tidak | 1.23 | Tidak | 1.48 | Tidak | 0.92 | Tidak |
| $<Q_{mean\ t}$ | -1.06 | Tidak | -2.10 | $Ya^{+}$ | -0.03 | Tidak | $-3.015^{\#}$ | Tidak |

Z = Mann-Kendall, $^{\#}$ = Kecerunan Sen

## 5.4 Jumlah luahan dan tempoh bawah paras $Q_{mean}$

### 5.4.1 Stesen 3118445 Lui

Dalam konteks aliran harian dalam tempoh rekod, bilangan hari yang mengalami aliran di bawah paras purata $Q_{mean}$ rekod ($<Q_{mean}$) = 1.80 $m^3s^{-1}$ sekitar 10,277 hari dengan jumlah luahan sebanyak 12,297.20 $m^3s^{-1}$. Jumlah ini merupakan 60.5% (bil. Hari) dan 37.5% (Q) daripada jumlah tempoh rekod. Jika dianalisis mengikut tahunan, purata bilangan hari $<Q_{mean}$ yang direkodkan antara 60 - 355 hari dengan purata selama 144 hari setahun. Manakala jumlah luahan $<Q_{mean\ t}$ antara 94.95 - 407.55 $m^3s^{-1}$ dengan purata sekitar 246.78 $m^3s^{-1}$ setahun. Terdapat beberapa tahun yang jumlah luahan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



$<Q_{mean\ t}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan $<Q_{mean\ t}$. Ia meliputi tahun 1970 – 1976, 1979 – 1981, 1983, 1985, 1987 – 1990, 1992, 1994, 2003, 2005, 2007,dan 2013 (Rajah 5.45). Jumlah luahan $<Q_{mean\ t}$ tertinggi direkodkan pada tahun 2007 manakala luahan terendah direkodkan pada tahun 1966 Nilai – nilai luahan $<Q_{mean\ t}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering dan fenomena El-Nino.

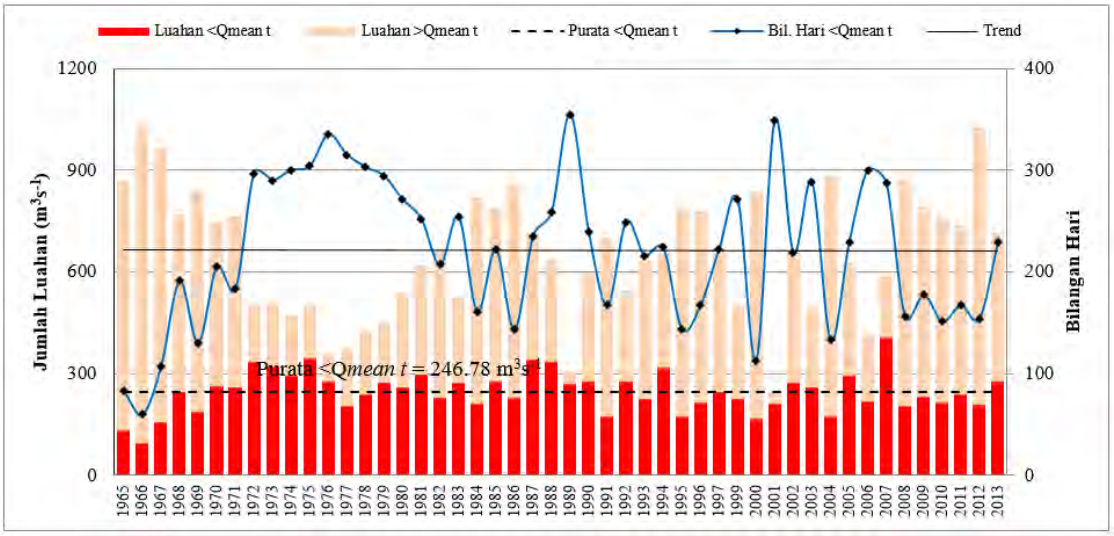
Jika dilihat dalam konteks bulanan, purata bilangan hari yang direkodkan antara 9 – 24 hari dengan purata selama 18 hari sebulan. Manakala jumlah purata luahan $<Q_{mean\ b}$ antara 11.33 - 27.25 $m^3s^{-1}$ dengan purata sekitar 20.62 $m^3s^{-1}$ sebulan. Jika dilihat jumlah luahan $<Q_{mean\ b}$ mengikut tahun secara keseluruhan, jumlah yang di rekodkan antara 551 - 1,309 $m^3s^{-1}$ dengan purata sebanyak 994.60 $m^3s^{-1}$ . Terdapat beberapa bulan yang jumlah luahan $<Q_{mean\ b}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan $<Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari – Mac dan Jun - September (Rajah 5.46). Jumlah luahan $<Q_{mean\ b}$ tertinggi direkodkan pada bulan Julai manakala luahan terendah direkodkan pada bulan November. Nilai – nilai luahan $<Q_{mean\ b}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering yang berlaku pada bulan-bulan tersebut.

Pola bilangan hari dan jumlah di bawah paras $<Q_{mean}$ menunjukkan trend penurunan dengan pembuktian melalui nilai negatif (-ve) pekali kecerunan b, pekali kecerunan S dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.39. Pola ini menggambarkan bahawa berlaku wujud fenomena penyusutan jumlah aliran rendah dalam tempoh 1965 – 2013 begitu juga antara awal bulan hingga akhir bulan. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang turut diperhatikan ialah bilangan hari di bawah paras $<Q_{mean\ b}$ mempunyai hubungan yang rapat dengan jumlah luahan aliran rendah. Ia dibuktikan dengan analisis korelasi pearson yang menunjukkan nilai pekali korelasi adalah tinggi iaitu $r = 0.96$ (bulanan) dan $r = 0.67$ (tahunan).

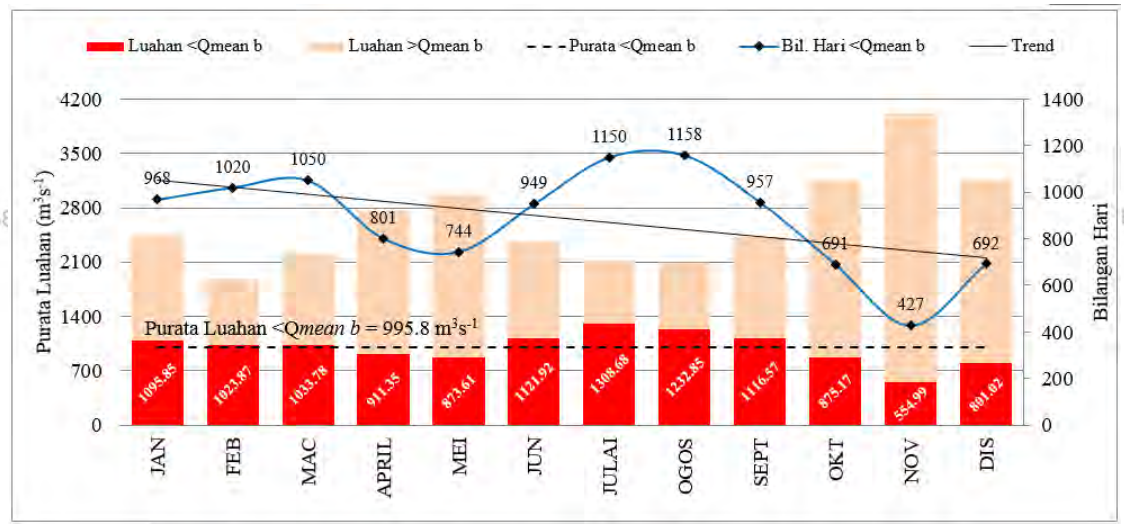
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.45*. Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami <$Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 3118445 Lui




*Rajah 5.46*. Bilangan hari dan luahan bulanan <$Q_{mean}$ bagi stesen 3118445 Lui

Jadual 5.39.

*Pola dan trend luahan <$Q_{mean}$ di stesen 3118445 Lui*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bil. Hari$_t$ | -0.53 | -0.524 | -0.021 | Menurun | Tidak |
| Bil. Hari$_b$ | -1.37 | -27.980 | -9.162 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ t}$ | -0.49 | -0.228 | -0.039 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ b}$ | -1.03 | -25.191 | -22.119 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

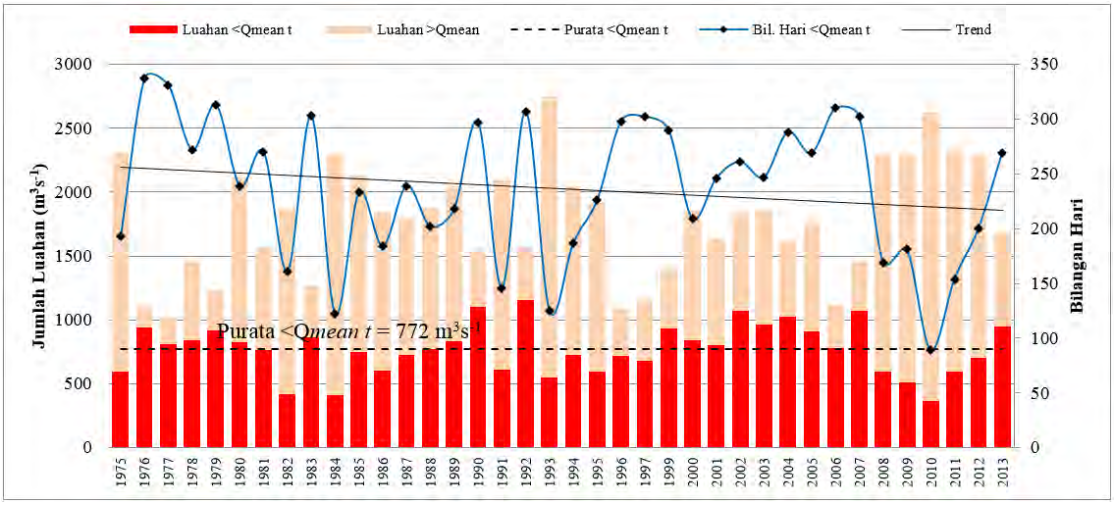
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 5.4.2 Stesen 2918401 Rinching

Bilangan hari yang mengalami aliran di bawah paras purata $Q_{mean}$ rekod ($<Q_{mean}$)= 4.91 $m^3s^{-1}$ sekitar 8,880 hari dengan jumlah luahan sebanyak 28,788.5 $m^3s^{-1}$. Jumlah ini merupakan 64.8% (bil. hari) dan 43.0% (Q) daripada jumlah tempoh rekod. Jika dianalisis mengikut tahunan, purata bilangan hari $<Q_{mean}$ yang direkodkan antara 89 - 337 hari dengan purata selama 237 hari setahun. Manakala jumlah luahan $<Q_{mean\ t}$ antara 366.20 - 1,154.91 $m^3s^{-1}$ dengan purata sekitar 771.60 $m^3s^{-1}$ setahun. Terdapat beberapa tahun yang jumlah luahan $<Q_{mean\ t}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan $<Q_{mean\ t}$. Ia meliputi tahun 1976 - 1980, 1983, 1988 - 1990, 1992, 1999 - 2007 dan 2013 (Rajah 5.47). Jumlah luahan $<Q_{mean\ t}$ tertinggi direkodkan pada tahun 1992 manakala luahan terendah direkodkan pada tahun 2010. Nilai – nilai luahan $<Q_{mean\ t}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering dan fenomena El-Nino.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 5.47*. Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami $<Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 2918401 Rinching

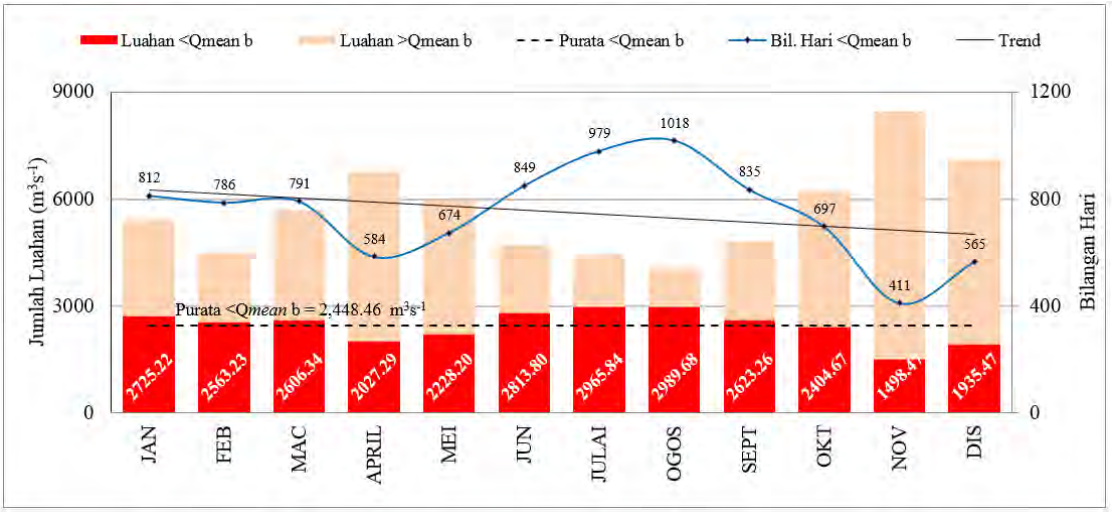
Jika dilihat dalam konteks bulanan, purata bilangan hari yang direkodkan antara 10 – 27 hari dengan purata selama 20 hari sebulan. Manakala jumlah purata luahan $<Q_{mean}$ antara 37.17 - 77.88 $m^3s^{-1}$ dengan purata sekitar 62.76 $m^3s^{-1}$ sebulan. Jika dilihat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ mengikut tahun secara keseluruhan, jumlah yang di rekodkan antara 1,498.47 - 2,989.68 $m^3s^{-1}$ dengan purata sebanyak 2,448.46 $m^3s^{-1}$ . Terdapat beberapa bulan yang jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan <$Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari – Mac dan Jun - September (Rajah 5.48). Jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ tertinggi direkodkan pada bulan Ogos manakala luahan terendah direkodkan pada bulan November. Nilai – nilai luahan <$Q_{mean\ b}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering yang berlaku pada bulan-bulan tersebut.




*Rajah 5.48*. Bilangan hari dan luahan bulanan <$Q_{mean}$ bagi stesen 2918401 Rinching

Pola bilangan hari dan jumlah di bawah paras <$Q_{mean}$ menunjukkan trend penurunan dengan pembuktian melalui nilai negatif (-ve) pekali kecerunan b, pekali kecerunan S dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.40. Pola ini menggambarkan bahawa berlaku wujud fenomena penyusutan jumlah luahan <$Q_{mean}$ dalam tempoh 1975 – 2013 begitu juga antara awal bulan hingga akhir bulan. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang turut diperhatikan ialah bilangan hari di bawah paras <$Q_{mean\ b}$ mempunyai hubungan yang rapat dengan jumlah luahan aliran rendah. Ia dibuktikan dengan analisis korelasi Pearson yang menunjukkan nilai pekali korelasi adalah tinggi iaitu $r = 0.98$ (bulanan) dan $r = 0.79$ (tahunan).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.40.

*Pola dan trend luahan <$Q_{mean}$ di stesen 2918401 Rinching*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bil. Hari$_t$ | -1.09 | -1.000 | -0.021 | Menurun | Tidak |
| Bil. Hari$_b$ | -0.62 | -13.103 | -15.150 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ t}$ | -0.13 | -0.218 | -0.233 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ b}$ | -0.75 | -50.631 | -49.879 | Menurun | Tidak |

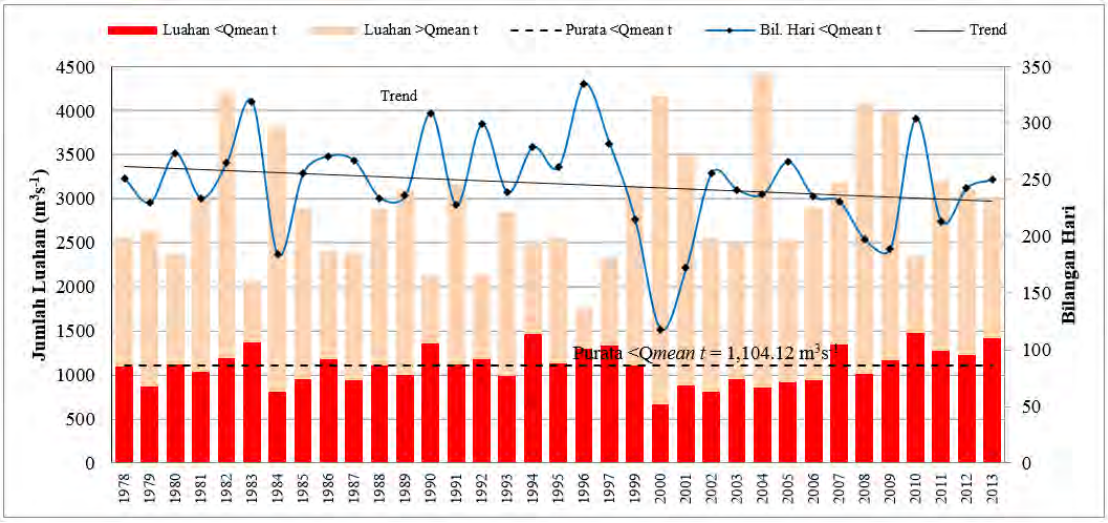
### 5.4.3 Stesen 2917401 Kajang

Bilangan hari yang mengalami aliran di bawah paras purata $Q_{mean}$ rekod (<$Q_{mean}$)= 8.01 $m^3s^{-1}$ sekitar 8,595 hari dengan jumlah luahan sebanyak 38,712.0 $m^3s^{-1}$. Jumlah ini merupakan 67.4% (bil. hari) dan 37.8% (Q) daripada jumlah tempoh rekod. Jika dianalisis mengikut tahunan, purata bilangan hari <$Q_{mean}$ yang direkodkan antara 118 - 335 hari dengan purata selama 246 hari setahun. Manakala jumlah luahan <$Q_{mean\ t}$ antara 669.55 - 1,476.10 $m^3s^{-1}$ dengan purata sekitar 1,105.91 $m^3s^{-1}$ setahun. Terdapat beberapa tahun yang jumlah luahan <$Q_{mean\ t}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan <$Q_{mean\ t}$. Ia meliputi tahun 1980, 1982 - 1983, 1986, 1988, 1990 - 1992, 1994 - 1999, 2007 dan 2009 - 2013 (Rajah 5.49). Jumlah luahan <$Q_{mean\ t}$ tertinggi direkodkan pada tahun 2000 manakala luahan terendah direkodkan pada tahun 2010. Nilai – nilai luahan <$Q_{mean\ t}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering dan fenomena El-Nino.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





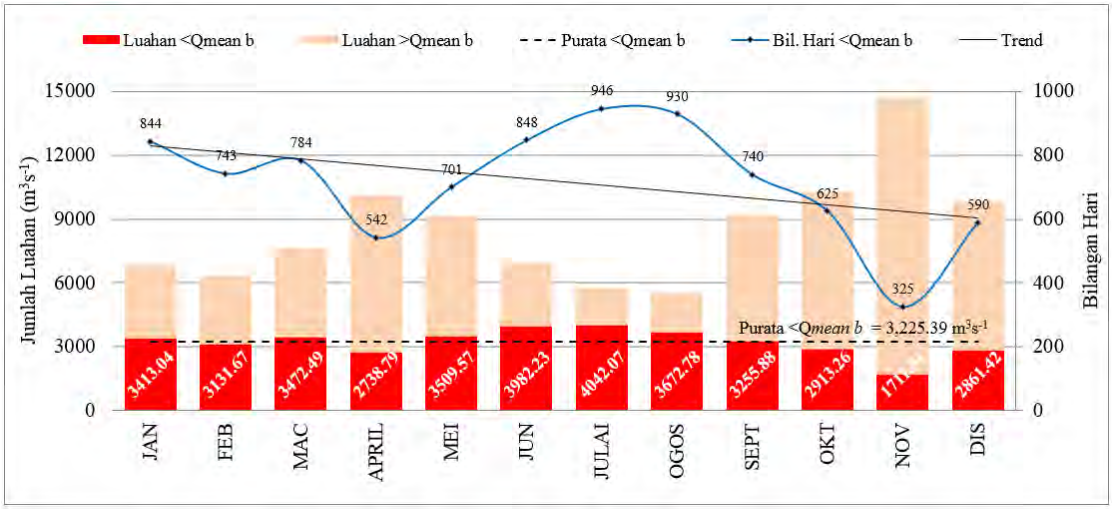

*Rajah 5.49*. Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami <$Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 2917401 Kajang.

Jika dilihat dalam konteks bulanan, purata bilangan hari yang direkodkan antara 9 – 27 hari dalam sebulan dengan purata selama 20 hari. Manakala jumlah purata luahan <$Q_{mean\ b}$ antara 50.08 - 115.96 $m^3s^{-1}$ sebulan dengan purata sekitar 92.13 $m^3s^{-1}$ sebulan. Jika dilihat jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ mengikut tahun secara keseluruhan, jumlah yang di rekodkan antara 1,711.51 - 4,042.07 $m^3s^{-1}$ dengan purata sebanyak 3,225.39 $m^3s^{-1}$ . Terdapat beberapa bulan yang jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan <$Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari, Mac dan Mei - September (Rajah 5.50). Jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ tertinggi direkodkan pada bulan Julai manakala luahan terendah direkodkan pada bulan November. Nilai – nilai luahan <$Q_{mean\ b}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering yang berlaku pada bulan-bulan tersebut.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.50*. Bilangan hari dan luahan bulanan <$Q_{mean}$ bagi stesen 2917401 Kajang.

Semua pola bilangan hari dan jumlah di bawah paras <$Q_{mean}$ menunjukkan trend penurunan kecuali <$Q_{mean\ t}$. Ini pembuktian melalui nilai negatif (-ve) pekali kecerunan b, pekali kecerunan S dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.41. Pola ini menggambarkan bahawa berlaku wujud fenomena penyusutan jumlah luahan <$Q_{mean}$ dalam tempoh 1978 – 2013 begitu juga antara awal bulan hingga akhir bulan. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang turut diperhatikan ialah bilangan hari di bawah paras <$Q_{mean\ b}$ mempunyai hubungan yang rapat dengan jumlah luahan aliran rendah. Ia dibuktikan dengan analisis korelasi Pearson yang menunjukkan nilai pekali penentu ($r$) adalah tinggi iaitu $r = 0.98$ (bulanan) dan $r = 0.79$ (tahunan).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.41.

*Pola dan trend luahan <$Q_{mean}$ di stesen 2917401 Kajang.*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bil. Hari$_t$ | -1.16 | -0.773 | -0.916 | Menurun | Tidak |
| Bil. Hari$_b$ | -1.17 | -16.750 | -20.608 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ t}$ | 0.97 | 3.592 | 2.136 | Meningkat | Tidak |
| <$Q_{mean\ b}$ | -0.75 | -52.839 | -68.633 | Menurun | Tidak |

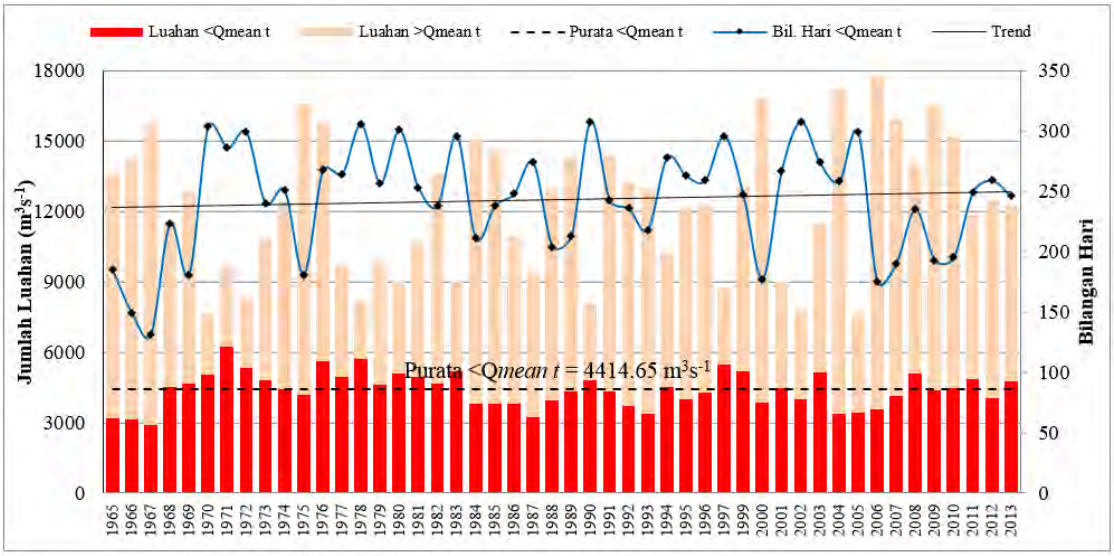
### 5.4.4 Stesen 2816441 Dengkil

Bilangan hari yang mengalami aliran di bawah paras purata $Q_{mean}$ rekod (<$Q_{mean}$)= 33.54 $m^3s^{-1}$ sekitar 11,366 hari dengan jumlah luahan sebanyak 208,356.0 $m^3s^{-1}$. Jumlah ini merupakan 66.6% (bil. hari) dan 36.0% (Q) daripada jumlah tempoh rekod. Jika dianalisis mengikut tahunan, purata bilangan hari <$Q_{mean}$ yang direkodkan antara 131 - 308 hari dengan purata selama 243 hari setahun. Manakala jumlah luahan <$Q_{mean\ t}$ antara 2,922.67 - 6,266.91 $m^3s^{-1}$ dengan purata sekitar 4,414.65 $m^3s^{-1}$ setahun. Terdapat beberapa tahun yang jumlah luahan <$Q_{mean\ t}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan <$Q_{mean\ t}$. Ia meliputi tahun 1968 - 1974, 1976 - 1983, 1990, 1994, 1997 - 1979, 2001, 2003, 2008, 2010 - 2011 dan 2013 (Rajah 5.51). Jumlah luahan <$Q_{mean\ t}$ tertinggi direkodkan pada tahun 1971 manakala luahan terendah direkodkan pada tahun 1967. Nilai – nilai luahan <$Q_{mean\ t}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering dan fenomena El-Nino.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





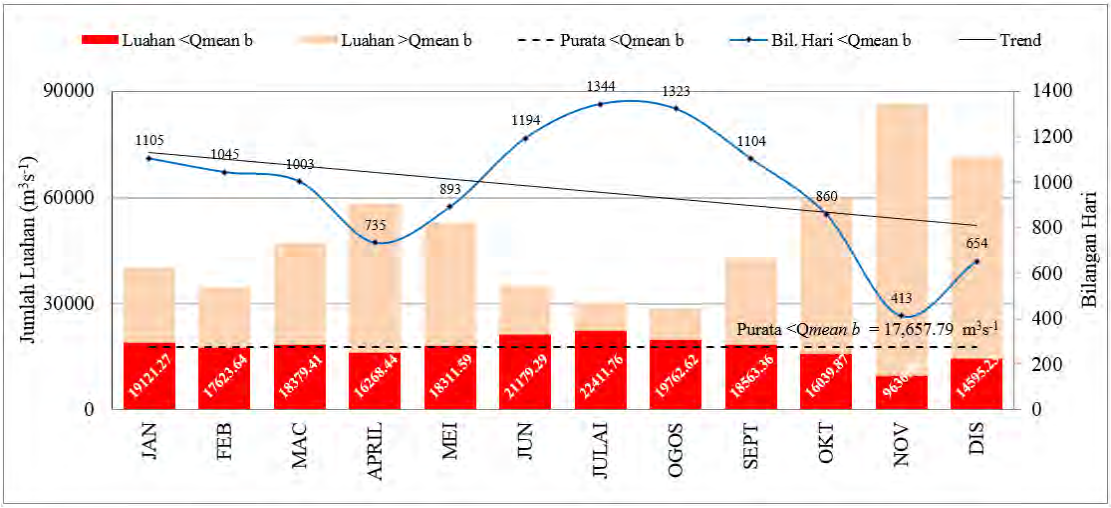

*Rajah 5.51*. Jumlah luahan dan bilangan hari yang alami <$Q_{mean}$ mengikut tahun dalam tempoh rekod bagi stesen 2816441 Dengkil.

Jika dilihat dalam konteks bulanan, purata bilangan hari yang direkodkan antara 9 – 28 hari dalam sebulan dengan purata selama 20 hari. Manakala jumlah purata luahan <$Q_{mean\ b}$ antara 197.47 - 466.69 $m^3s^{-1}$ sebulan dengan purata sekitar 365.20 $m^3s^{-1}$ sebulan. Jika dilihat jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ mengikut tahun secara keseluruhan, jumlah yang di rekodkan antara 9,636.98 - 22,411.76 $m^3s^{-1}$ dengan purata sebanyak 17,657.79 $m^3s^{-1}$ . Terdapat beberapa bulan yang jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ lebih tinggi daripada jumlah purata luahan <$Q_{mean\ b}$. Ia meliputi bulan Januari, Mac dan Mei - September (Rajah 5.52). Jumlah luahan <$Q_{mean\ b}$ tertinggi direkodkan pada bulan Julai manakala luahan terendah direkodkan pada bulan November. Nilai – nilai luahan <$Q_{mean\ b}$ yang rendah ini ada kaitan dengan fenomena musim kering yang berlaku pada bulan-bulan tersebut.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 5.52*. Bilangan hari dan luahan bulanan <$Q_{mean}$ bagi stesen 2816441 Dengkil.

Semua pola bilangan hari dan jumlah di bawah paras <$Q_{mean}$ menunjukkan trend penurunan kecuali Bil. Hari$_t$. Ini dibuktikan melalui nilai negatif (-ve) pekali kecerunan b, pekali kecerunan S dan Kendall Z seperti dalam Jadual 5.42. Pola ini menggambarkan bahawa berlaku wujud fenomena penyusutan jumlah luahan <$Q_{mean}$ dalam tempoh 1965 – 2013 begitu juga antara awal bulan hingga akhir bulan. Namun trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang turut diperhatikan ialah bilangan hari di bawah paras <$Q_{mean\ b}$ mempunyai hubungan yang rapat dengan jumlah luahan aliran rendah. Ia dibuktikan dengan analisis korelasi Pearson yang menunjukkan nilai pekali korelasi adalah tinggi iaitu $r = 0.94$ (bulanan) dan $r = 0.55$ (tahunan).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 5.42.

*Pola dan trend luahan <$Q_{mean}$ di stesen 2816441 Dengkil.*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bil. Hari$_t$ | 0.14 | 0.118 | 0.259 | Meningkat | Tidak |
| Bil. Hari$_b$ | -1.17 | -36.460 | -29.248 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ t}$ | -0.67 | -7.419 | -5.807 | Menurun | Tidak |
| <$Q_{mean\ b}$ | -1.17 | -356.653 | -423.020 | Menurun | Tidak |

## 5.5 Kesimpulan

Selangor merupakan kawasan yang menerima pengaruh monsun sama ada monsun MBD ataupun MTL. Oleh itu pola hujan dan luahan sangat berkait dengan monsun. Ini di buktikan dengan 81% hujan yang diterima dalam tempoh monsun. Kejadian musim kering pada penghujung MTL dan pertengahan MBD menyebabkan jumlah luahan yang direkodkan pada bulan tersebut merosot berbanding purata tahunan. Di samping faktor monsun, fenomena iklim ekstrem seperti El Nino/La Nina juga mempengaruhi corak luahan di Sungai Langat. Kehadiran fenomena El Nino menyebabkan luahan akan menyusut terutamanya pada tempoh musim keriang. Kekerapan La Nina yang melanda kebelakangan ini menyebabkan wujud peningkatan luahan seperti digambarkan oleh trend meningkat luahan dan penyusutan trend luahan di bawah paras purata tahunan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 6

# ANALISIS KEMARAU

## 6.1 Pendahuluan

Kemarau merupakan fenomena yang melanda semua negara. Fenomena kekurangan air ini disebabkan oleh faktor sistemik yang disebabkan oleh perubahan suhu dunia yang mengubah corak penerimaan curahan kerpasan. Keadaan ini diparahkan lagi oleh himpunan faktor yang bersifat tempatan yang menyediakan persekitaran mudah-terancam, di mana ia menggalakkan lagi kejadian kemarau. Kemarau merupakan fenomena merangkak yang sukar dikesan bila masa ia mula berlaku. Peristiwa ini hanya dapat diketahui apabila telah mendatangkan impak kepada persekitaran lembangan terutamanya kepada tumbuhan mahupun manusia.

Oleh itu, bab ini akan membincangkan sifat-sifat kemarau yang banyak digunakan oleh pengarang sebagai petunjuk kemarau seperti bilangan kemarau, tempoh dan magnitud kemarau. Sifat-sifat kemarau ini akan dilihat secara mendalam dengan melihat kekerapan ulangan, tempoh maksimum dan defisit maksimum dalam tempoh

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



rekod, secara tahunan dan mengikut peristiwa kemarau. Bagi membincangkan sifat-sifat ini, pendekatan defisit digunakan.

## 6.2 Ciri luahan bawah paras $Q_{70}$

Kemarau hidrologi khususnya yang berkaitan dengan luahan sungai merupakan satu keadaan di mana jumlah luahan tersebut kurang daripada paras normal. Paras normal minimum yang telah dibincangkan dalam kajian lepas seperti dibahaskan dalam Bab 2.3 ialah persentil $Q_{70}$. Oleh itu bahagian ini akan melihat pola dan corak luahan kurang daripada nilai persentil $Q_{70}$. Setiap stesen yang dikaji mempunyai nilai persentil $Q_{70}$ yang berbeza seperti yang telah dibincangkan dalam Bab 4.3. Nilai persentil $Q_{70}$ bagi stesen Lui = 1.15 $m^3s^{-1}$, Rinching = 3.17 $m^3s^{-1}$, Kajang = 4.11 $m^3s^{-1}$ dan Dengkil = 16.27 $m^3s^{-1}$. Jumlah luahan dan bilangan hari di bawah paras nilai persentil $Q_{70}$ serta trend luahan akan dianalisis.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Daripada keseluruhan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahawa pola luahan $<Q_{70}$ adalah masih rendah seperti digambarkan dalam Jadual 6.1. Apa yang diperhatikan ialah peratusan jumlah luahan dan bilangan hari masih kurang daripada 50% daripada keseluruhan tempoh kajian. Dari sudut bilangan hari, stesen Lui mencatatkan jumlah tertinggi (30.3%) manakala stesen Rinching mencatatkan peratusan terendah (29.2%). Dari sudut jumlah luahan, peratusan juga adalah sangat rendah iaitu kurang daripada 15% daripada keseluruhan jumlah luahan yang direkodkan dalam tempoh kajian. Rinching mencatatkan peratusan luahan tertinggi (14.1%) manakala Dengkil mencatatkan peratusan terendah (9.7%). Dari segi jumlah luahan tahunan di bawah paras purata $<Q_{70}$, stesen Kajang dan Dengkil menunjukkan tahap parah apabila bilangan tahun yang dicatatkan melebih 50%. Dari segi luahan mengikut

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kelas persentil, luahan kategori persentil $Q_{70}$ dan $Q_{80}$ mendominasikan sekitar 80% luahan $<Q_{70}$. Luahan dalam kategori parah ($Q_{90,95}$) hanya meliputi sekitar 20%.

Jadual 6.1.

*Corak Luahan $<Q_{70}$ (%) di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Luahan $<Q_{70}$ | | Q Kurang drp purata $<Q_{70}$ | Kelas Luahan Ikut Persentil | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hari (%) | Q (%) | | $Q_{70}$ | $Q_{80}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ |
| Lui | 30.3 | 12.1 | 41.7 | 46.7 | 36.4 | 11.1 | 5.8 |
| Rinching | 29.2 | 14.1 | 47.4 | 43.4 | 35.8 | 13.4 | 7.4 |
| Kajang | 30.0 | 10.9 | 54.3 | 42.2 | 34.5 | 13.3 | 10.0 |
| Dengkil | 29.8 | 9.7 | 52.1 | 44.2 | 34.1 | 13.2 | 8.5 |

Dari segi trend luahan, keseluruhan stesen menunjukkan trend yang meningkat bagi parameter bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ kecuali stesen Dengkil seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.2. Stesen Rinching dan Kajang menunjukkan trend yang signifikan di mana secara statistiknya, kebolehpercayaan trend bagi stesen Rinching sekitar 99% manakala stesen Kajang sekitar 90%. Walaupun stesen Lui dan Dengkil menunjukkan wujud trend tetapi trend tersebut tidak signifikan pada aras sekurang-kurangnya $\alpha = 0.1$.

Jadual 6.2.

*Trend luahan $<Q_{70}$ di lembangan Sungai Langat*

| Parameter | **LUI** | | **RINCHING** | | **KAJANG** | | **DENGKIL** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Z** | Sig. | **Z** | Sig. | **Z** | Sig. | **Z** | Sig. |
| Jumlah Luahan $<Q_{70}$ | -1.56 | Tidak | -2.74 | $Ya^{++}$ | -2.13 | $Ya^{+}$ | 1.16 | Tidak |
| Bil. Hari $<Q_{70}$ | -0.52 | Tidak | -2.65 | $Ya^{++}$ | -2.29 | $Ya^{+}$ | 1.03 | Tidak |

Z = Mann-Kendall; Sig. = Aras Keyakinan Trend ($^{+}\alpha = 0.01$, $^{+}\alpha = 0.05$)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Perincian analisis ciri-ciri luahan kurang daripada nilai persentil $Q_{70}$ ini seperti berikut:-

### 6.2.1 Stesen 3118445 Lui

Secara keseluruhan, jumlah hari yang mengalami luahan kurang daripada nilai $Q_{70}$ ($<Q_{70}$) = 1.15 $m^3s^{-1}$ dalam tempoh rekod (1965 – 2013) adalah sebanyak 5,311 hari. Jumlah ini merupakan 30.3 % daripada keseluruhan bilangan hari cerapan di stesen 3118445 Lui. Jumlah kumulatif luahan $<Q_{70}$ sepanjang 5,311 hari adalah sebanyak 3,813 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 12.1% daripada keseluruhan jumlah luahan. Apa yang dapat dirumuskan bahawa jumlah hari di bawah paras $<Q_{70}$ sangat mempengaruhi jumlah luahan seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.1. Semakin lama tempoh di bawah paras $<Q_{70,}$ semakin tinggi luahan yang dialami. Dari segi taburan tahap keparahan mengikut kelas persentil Q, 46.7% dikategorikan sebagai luahan $Q_{70}$, 36.4% dikategorikan sebagai luahan $Q_{80}$, 11.1% dikategorikan luahan $Q_{90}$ dan 5.8% dikategorikan sebagai luahan $Q_{95}$. Daripada taburan persentil ini, luahan bawah $<Q_{70}$ menunjukkan kategori luahan tahap parah ($Q_{90}$ dan $Q_{95}$) masih di tahap yang rendah iaitu sekitar 16.9% daripada keseluruhan luahan.

Jika dilihat dalam konteks tahunan, bilangan hari yang mencatatkan luahan $<Q_{70}$ antara 2 – 331 hari dengan purata sekitar 110 hari setahun (Rajah 6.1). Jumlah luahan yang direkodkan dalam tempoh tersebut antara 2.2 - 235.94 $m^3s^{-1}$ dengan purata sebanyak 79.44 $m^3s^{-}1$. Bilangan hari dan jumlah luahan terendah direkodkan pada tahun 1965 manakala bilangan tertinggi direkodkan pada 1989. Trend bilangan hari yang direkodkan menunjukkan pola menurun (berdasarkan nilai-nilai negatif yang ditunjukkan oleh Kendall Z, pekali kecerunan S dan b seperti digambarkan dalam

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.3). Ini menunjukkan bahawa jumlah luahan dan bilangan hari <$Q_{70}$ semakin berkurangan dalam tempoh rekod. Walau bagaimanapun, secara statistiknya trend ini tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z, hanya terdapat sebanyak 20 tahun (41.6%) luahan <$Q_{70}$ berada di atas paras purata (skor Z = 0 = 79 $m^3s^{-1}$) seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.2. Ia meliputi tahun 1972 - 1981, 1983, 1989 - 1993, 1997, 2000, 2002 dan 2004. Tahun 1989 mencatatkan jumlah luahan <Q70 yang mempunyai serakan lebihan tertinggi (156 $m^3s^{-1}$) dari paras purata manakala tahun 2002 mencatatkan jumlah lebihan terendah (2.33 $m^3s^{-1}$). Peratusan ini menunjukkan litupan tumbuhan yang tinggi di kawasan lembangan Lui masih berupaya untuk mengekalkan aliran air ke dalam alur sungai. Walaupun tahun lebihan luahan <$Q_{70}$ adalah disebabkan oleh curahan hujan yang disebabkan oleh El-Nino. Namun terdapat juga lebihan ini adalah disebabkan oleh masalah data yang dibekalkan oleh JPS seperti yang ditunjukkan oleh tahun 1989, 2001.

Jadual 6.3.

*Trend jumlah luahan dan bilangan hari <$Q_{70}$ di stesen 3118445 Lui*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Jumlah Luahan <$Q_{70}$ | -1.56 | -1.374 | -0.867 | Menurun | Tidak |
| Bil. Hari <$Q_{70}$ | -0.52 | -0.547 | -0.383 | Menurun | Tidak |

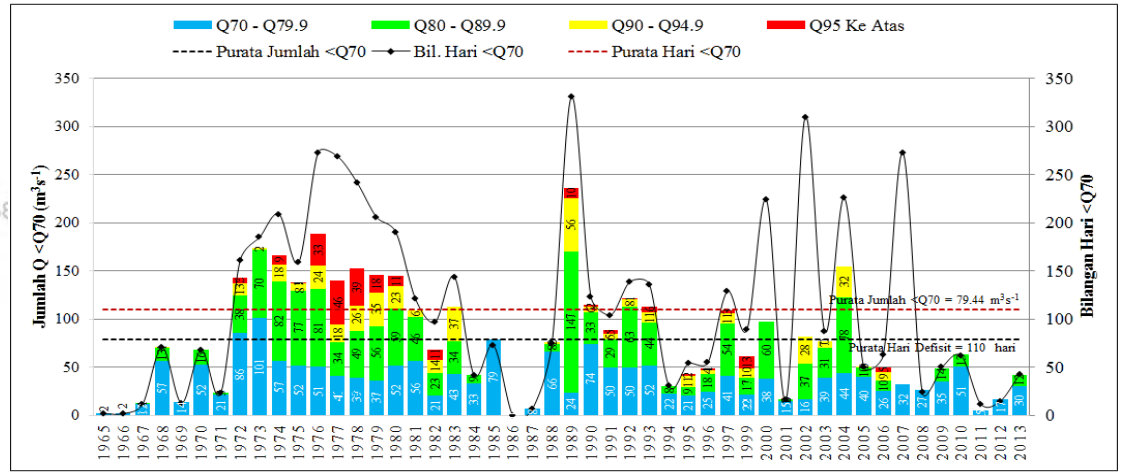
Jika dilihat dalam konteks bulanan, secara keseluruhan bilangan hari yang mencatatkan luahan <$Q_{70}$ antara 134 – 668 hari dengan purata antara 3 – 14 hari (Rajah 6.3). Jumlah luahan <$Q_{70}$ yang dicatatkan antara 118.41 - 524.47 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata antara sebanyak 2.47 - 10.93 $m^3s^{-1}$ sebulan. Bilangan hari dan jumlah luahan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



terendah direkodkan pada bulan November manakala bilangan tertinggi masing-masing pada bulan Ogos dan Julai. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.4, didapati 50.0% daripada luahan <$Q_{70}$ melebihi paras purata = 346.42 $m^3s^{-1}$ (skor Z = 0). Bilangan bulan yang mengalami lebihan luahan <$Q_{70}$ iaitu sebanyak 6 bulan seperti digambarkan pada Januari, Februari Mac, Jun, Julai dan Ogos. Bulan Julai mencatatkan nilai lebihan tertinggi iaitu sebanyak 178.04 $m^3s^{-1}$ manakala bulan Jun mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 10.02 $m^3s^{-1}$. Ini kerana bualan-bulan ini merupakan bulan musim kering yang kebiasaannya mengalami curahan hujan yang rendah seperti digambarkan dalam Rajah 5.3a.

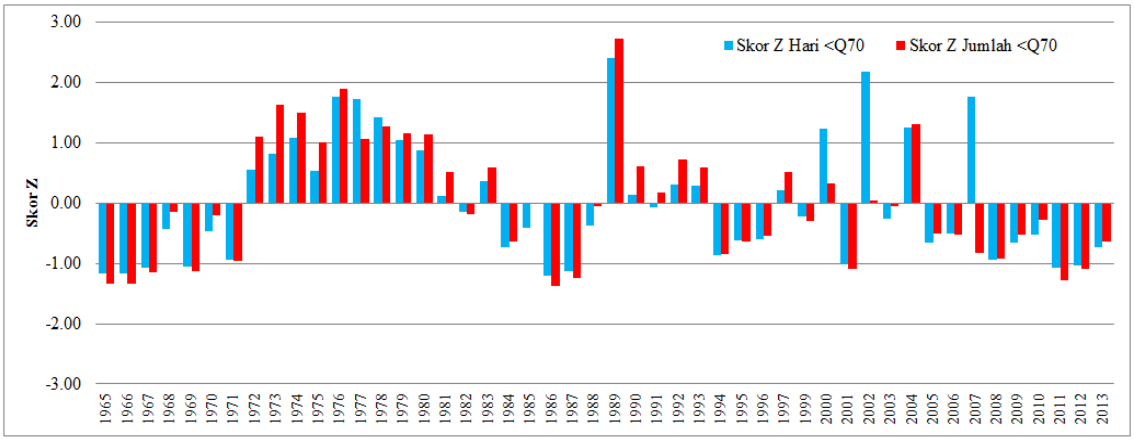



*Rajah 6.1.* Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 3118445 Lui

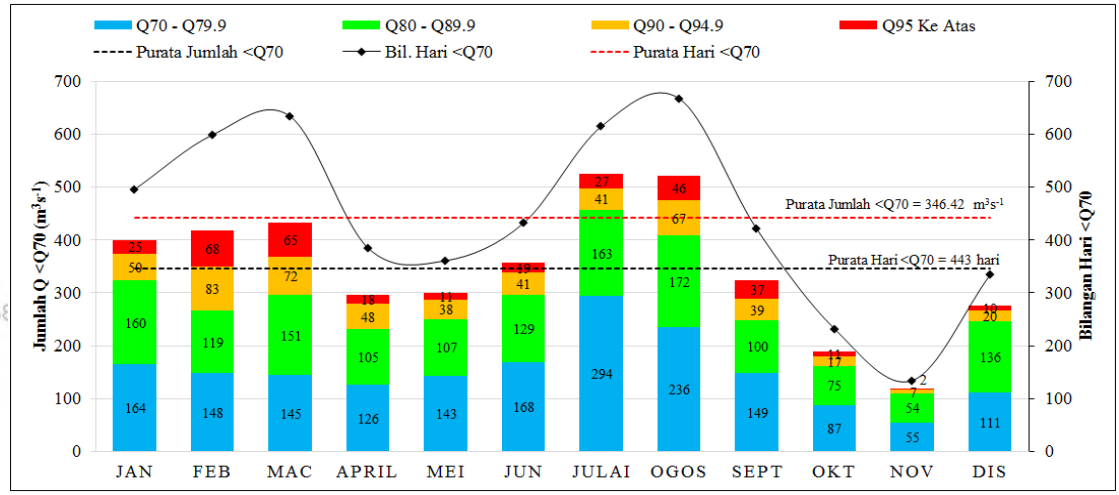
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

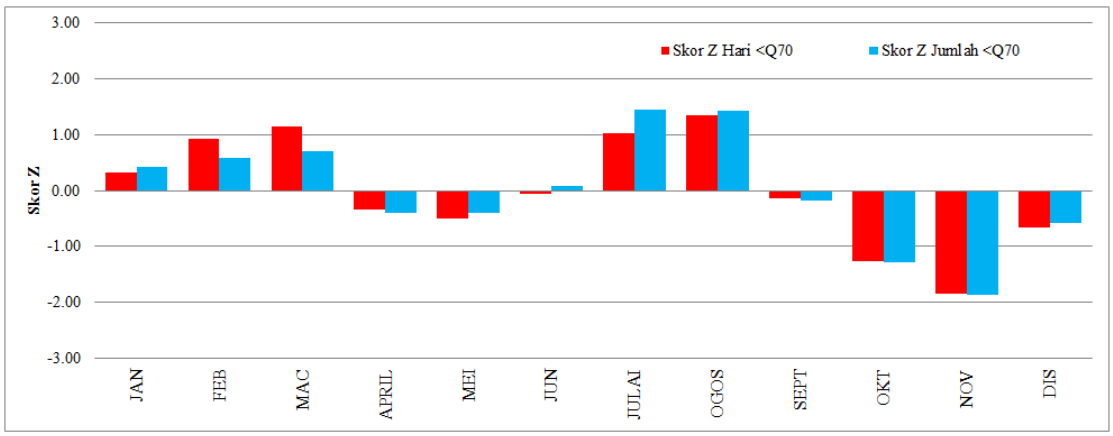





*Rajah 6.2.* Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 3118445 Lui




*Rajah 6.3.* Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 3118445 Lui




*Rajah 6.4.* Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 3118445 Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.2.2 Stesen 2918401 Rinching

Secara keseluruhan, jumlah hari yang mengalami luahan kurang daripada $Q_{70}$ = 3.17 $m^3s^{-1}$ dalam tempoh rekod (1975 – 2013) bagi Stesen 2918401 Rinching adalah sebanyak 4,055 hari di mana jumlah ini merupakan 29.2% daripada keseluruhan bilangan hari cerapan. Jumlah luahan $<Q_{70}$ yang dialami sepanjang 4,055 hari adalah sebanyak 9,612.3 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 14.1% daripada keseluruhan jumlah luahan di Stesen Rinching. Dari segi taburan keparahan persentil Q, 43.4% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{70}$, 35.8% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{80}$, 13.4% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{90}$ dan 7.4% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{95}$.

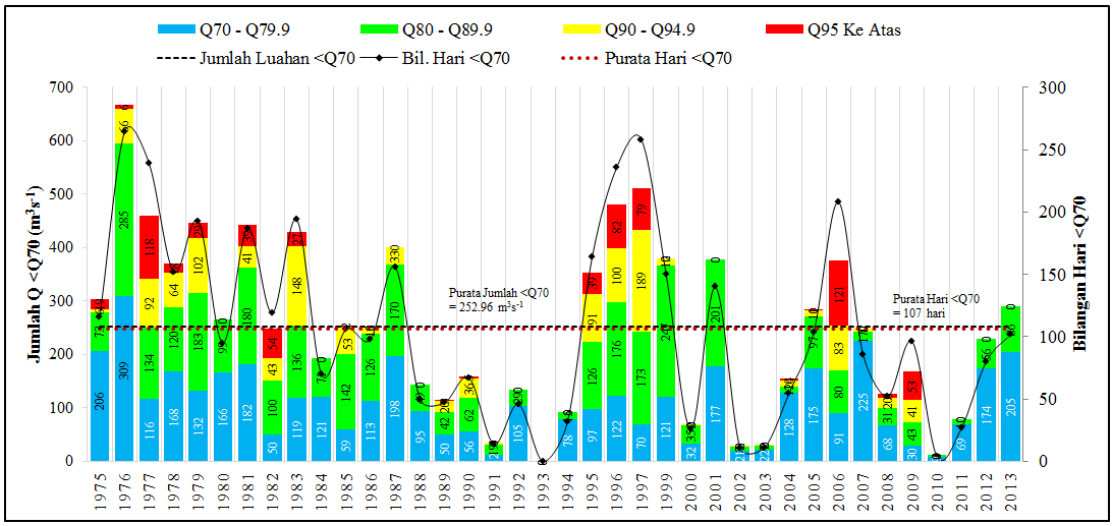
Jika dilihat dalam konteks tahunan, bilangan hari yang mencatatkan luahan $<Q_{70}$ antara 4 – 264 hari dengan purata sekitar 107 hari setahun seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.5. Jumlah $<Q_{70}$ dalam tempoh tersebut antara 11.68 - 666.99 $m^3s^{-1}$ dengan catatan purata sebanyak 252.96 $m^3s^{-1}$. Bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ terendah direkodkan pada tahun 2010 manakala bilangan tertinggi direkodkan pada 1976. Trend bilangan hari yang direkodkan menunjukkan pola menurun berdasarkan nilai-nilai negatif yang ditunjukkan oleh Kendall Z, pekali kecerunan s dan b seperti digambarkan dalam Jadual 6.4. Ini menunjukkan bahawa jumlah luahan dan bilangan hari di bawah paras $Q_{70}$ semakin berkurangan dalam tempoh rekod. Trend yang ditunjukkan ini adalah signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.01$. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.6, didapati 47.4% daripada luahan melebihi paras purata (skor Z = 0). Tahun-tahun yang mengalami lebihan luahan daripada paras purata iaitu tahun 1975 - 1981, 1983, 1985, 1987, 1995 - 1999, 2001, 2005 - 2006 dan 2013. Tahun 1976 mencatatkan nilai lebihan tertinggi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

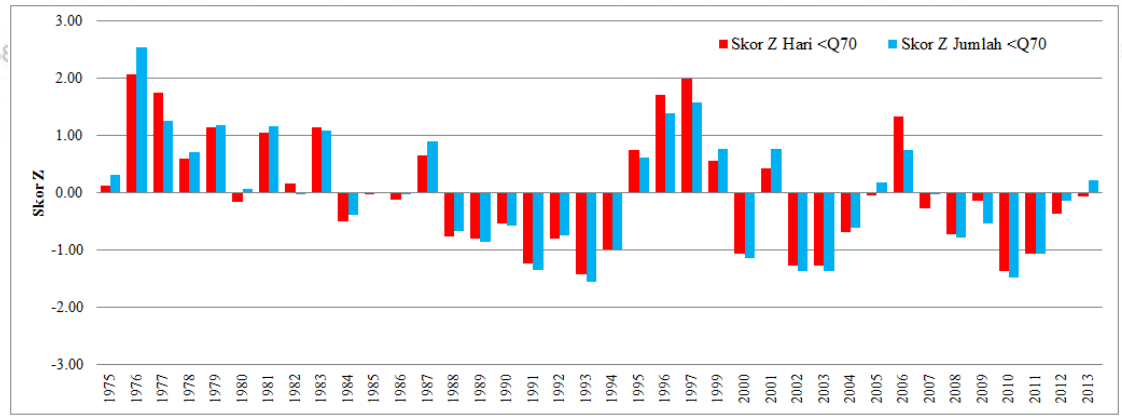
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



iaitu sebanyak 414.03 $m^3s^{-1}$ manakala tahun 1985 mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 1.73 $m^3s^{-1}$.




*Rajah 6.5.* Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) di bawah PA $Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2918401 Rinching




*Rajah 6.6.* Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2918401 Rinching

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.4.

*Trend jumlah luahan dan bilangan hari <$Q_{70}$ di Stesen 2918401 Rinching*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Jumlah Luahan <$Q_{70}$ | -2.74 | -6.760 | -6.282 | Menurun | $Ya^{++}$ |
| Bil. Hari <$Q_{70}$ | -2.65 | -3.048 | -2.714 | Menurun | $Ya^{++}$ |

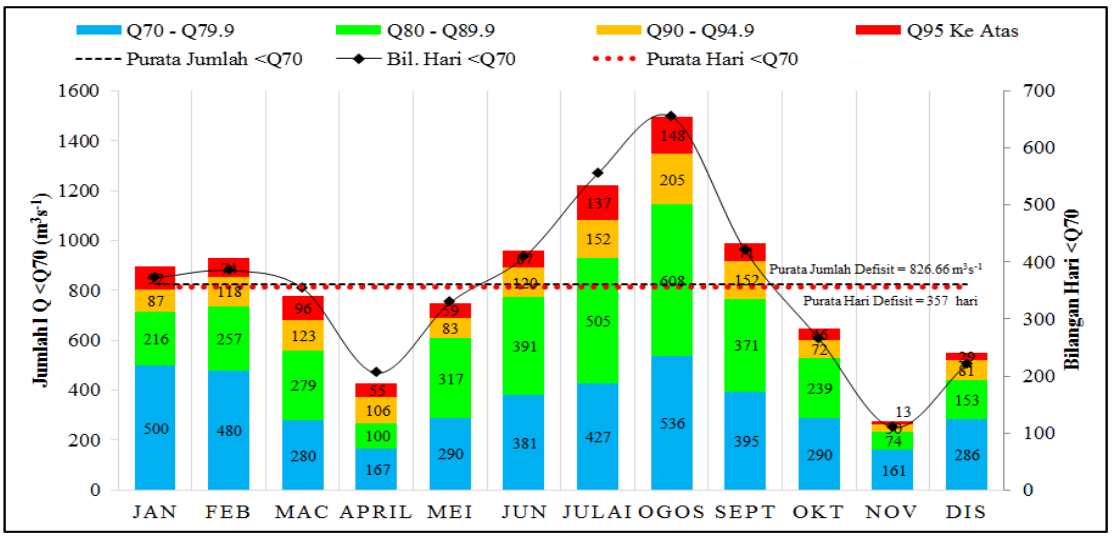
$^{++}$Signifikan pada aras keyakinan α = 0.01

Jika dilihat dalam konteks bulanan, secara keseluruhan bilangan hari yang mencatatkan luahan <$Q_{70}$ antara 110 - 655 hari dengan purata antara 2 – 14 hari seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.7. Jumlah luahan <$Q_{70}$ yang dicatatkan antara 277.31 - 1,497.23 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata antara sebanyak 5.78 - 31.19 $m^3s^{-1}$ sebulan . Bilangan hari dan jumlah <$Q_{70}$ terendah direkodkan pada bulan November manakala bilangan tertinggi direkodkan pada bulan Ogos. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.8, didapati 50.0% daripada luahan melebihi paras purata = 826.66 $m^3s^{-1}$ (skor Z = 0). Bilangan bulan yang mengalami lebihan luahan iaitu sebanyak 6 bulan seperti digambarkan pada Januari, Februari, Jun - September. Bulan Ogos mencatatkan lebihan tertinggi berbanding purata iaitu sebanyak 298.42 $m^3s^{-1}$ manakala bulan Januari mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 15.42 $m^3s^{-1}$.

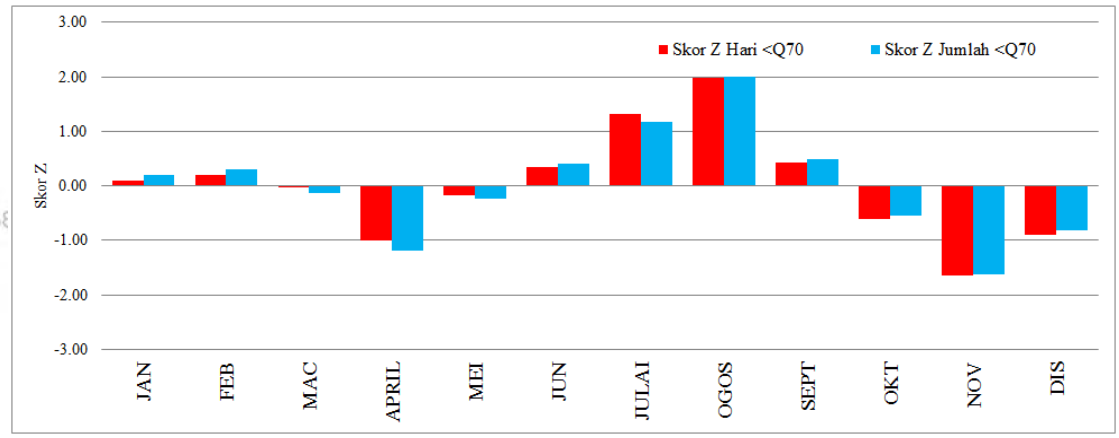
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.7.* Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2918401 Rinching




*Rajah 6.8.* Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2918401 Rinching

### 6.2.3 Stesen 2917401 Kajang

Jumlah hari yang mengalami luahan kurang daripada $Q_{70}$ = 4.11 $m^3s^{-1}$ dalam tempoh rekod (1978 – 2013) bagi Stesen 2917401 Kajang adalah sebanyak 3,837 hari di mana jumlah ini merupakan 30.0% daripada keseluruhan bilangan hari cerapan. Jumlah luahan $<Q_{70}$ yang dialami sepanjang tempoh tersebut adalah sebanyak 11,132.39 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 10.9% daripada keseluruhan jumlah luahan. Dari segi taburan keparahan persentil Q, 42.2% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{70}$,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



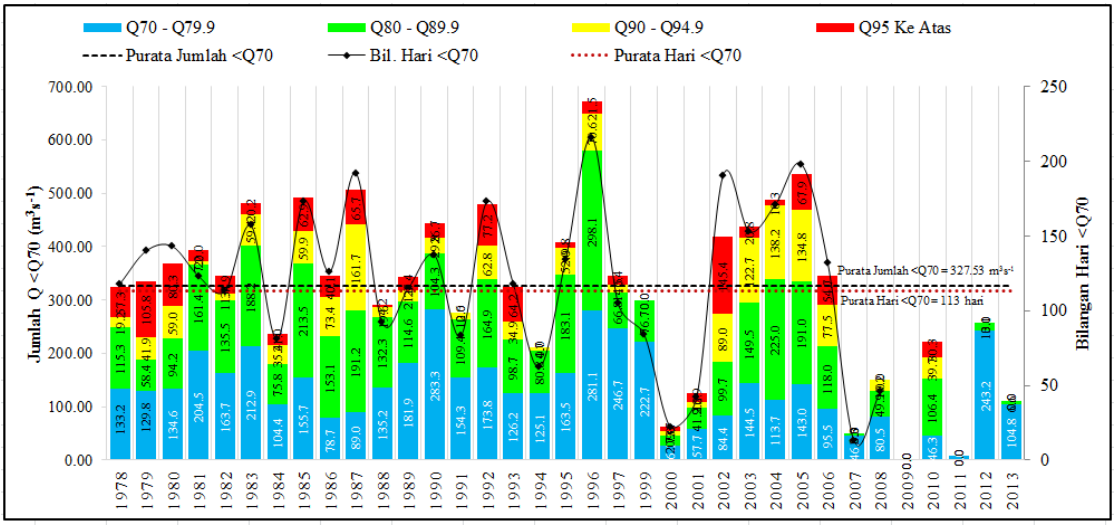
34.5% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{80}$, 13.3% dikategorikansebagai luahan persentil $Q_{90}$ dan 10.0% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{95}$.

Jika dilihat dalam konteks tahunan, bilangan hari yang mencatatkan jumlah luahan $<Q_{70}$ antara 2 - 216 hari dengan purata sekitar 113 hari setahun seperti di tunjukkan dalam Rajah 6.9. Jumlah luahan $<Q_{70}$ dalam tempoh tersebut dianggarkan antara 8.03 - 671.35 $m^3s^{-1}$ dengan catatan purata tahunan sebanyak 327.42 $m^3s^{-1}$. Bilangan hari dan jumlah luahan terendah direkodkan pada tahun 2011 manakala bilangan tertinggi direkodkan pada 1996. Trend bilangan hari yang direkodkan menunjukkan pola menurun berdasarkan nilai-nilai negatif yang ditunjukkan oleh Kendall Z, pekali kecerunan s dan b seperti digambarkan dalam Jadual 6.5. Ini menunjukkan bahawa jumlah luahan dan bilangan hari di bawah paras $Q_{70}$ semakin berkurangan dalam tempoh rekod. Trend yang ditunjukkan ini adalah signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang diperhatikan melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.10, didapati 54.3% daripada keseluruhan jumlah luahan melebihi paras purata = 327.42 $m^3s^{-1}$ (skor Z = 0). Tahun-tahun yang mengalami lebihan luahan berbanding paras purata iaitu tahun 1979 - 1983, 1985 - 1987, 1989 - 1990, 1992, 1995 - 1997 dan 2002 - 2006. Lebihan tertinggi iaitu sebanyak 343.83 $m^3s^{-1}$ dicatatkan pada tahun 1996 manakala tahun 1979 mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 8.31 $m^3s^{-1}$.

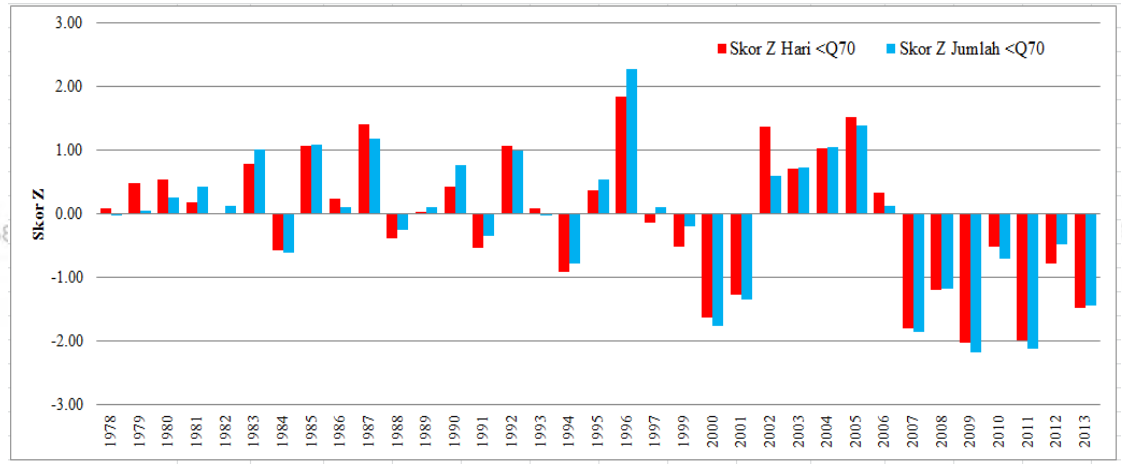
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.9*. Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) $<Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2917401 Kajang




*Rajah 6.10*. Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2917401 Kajang

Jadual 6.5.

*Trend jumlah luahan dan bilangan hari $<Q_{70}$ di Stesen 2917401 Kajang*

| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Jumlah Luahan $<Q_{70}$ | -2.13 | -6.051 | -6.759 | Menurun | Ya |
| Bil. Hari $<Q_{70}$ | -2.29 | -2.600 | -2.452 | Menurun | Ya |

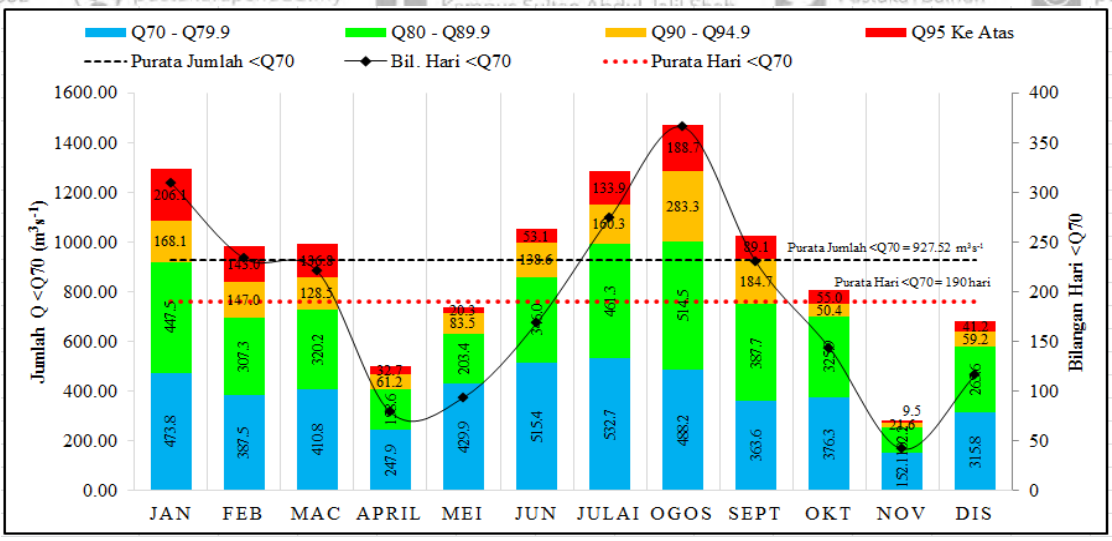
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jika dilihat dalam konteks bulanan, secara keseluruhan bilangan hari yang mencatatkan luahan <$Q_{70}$ antara 42 - 366 hari dengan purata antara 1 - 10 hari seperti digambarkan dalam Rajah 6.11. Jumlah luahan <$Q_{70}$ yang dicatatkan antara 285.48 - 1,474.57 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata antara sebanyak 8.16 - 42.13 $m^3s^{-1}$ sebulan . Bilangan hari dan jumlah luahan terendah direkodkan pada bulan November manakala bilangan tertinggi direkodkan pada bulan Ogos. Apa yang diperhatikan Melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.12, didapati 58.3% daripada jumlah luahan melebihi paras purata = 927.52 $m^3s^{-1}$ (skor Z = 0). Bilangan bulan yang mengalami lebihan luahan iaitu sebanyak 7 bulan seperti digambarkan pada Januari – Mac dan Jun - September. Bulan Ogos mencatatkan lebihan tertinggi berbanding purata iaitu sebanyak 547.05 $m^3s^{-1}$ manakala bulan Februari mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 57.36 $m^3s^{-1}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

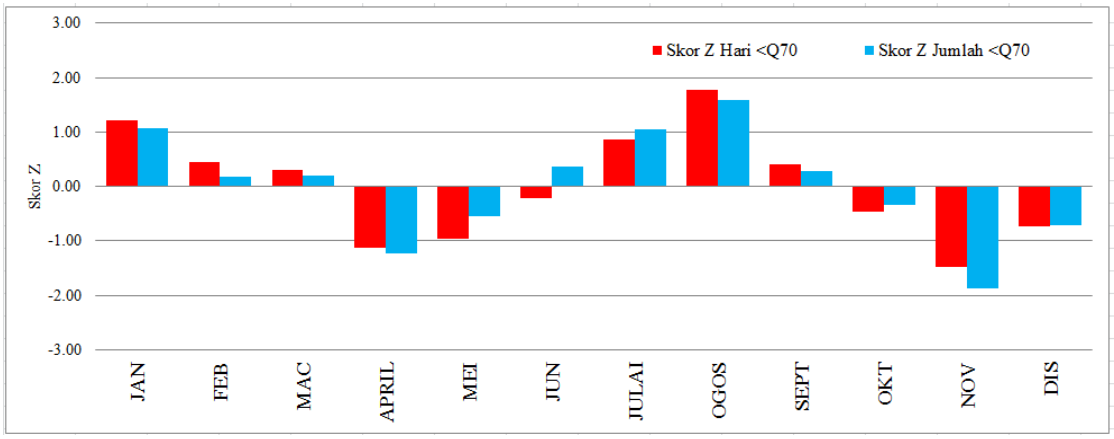



*Rajah 6.11*. Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2917401 Kajang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.12*. Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2917401 Kajang

### 6.2.4 Stesen 2816441 Dengkil

Jumlah hari yang mengalami luahan kurang daripada $Q_{70}$ = 16.28 $m^3s^{-1}$ dalam tempoh rekod (1965 – 2013) bagi Stesen 2816441 Dengkil adalah sebanyak 5,224 hari di mana jumlah ini merupakan 29.80% daripada keseluruhan bilangan hari cerapan. Jumlah luahan <$Q_{70}$ yang dialami sepanjang tempoh tersebut adalah sebanyak 56,782.81 $m^3s^{-1}$ di mana jumlah ini merupakan 9.7% daripada keseluruhan jumlah luahan. Dari segi taburan keparahan persentil Q, 44.2% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{70}$ luahan persentil, 34.1% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{80}$, 13.2% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{90}$ dan 8.5% dikategorikan sebagai luahan persentil $Q_{95}$.

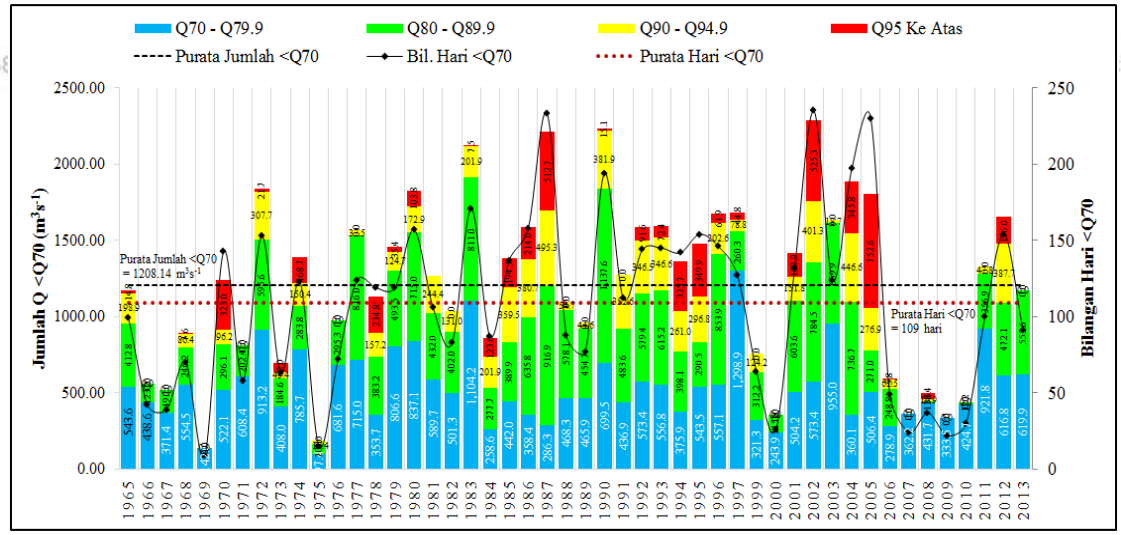
Jika dilihat dalam konteks tahunan, bilangan hari yang mencatatkan jumlah luahan <$Q_{70}$ antara 9 – 235 hari dengan purata sekitar 109 hari setahun seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.13. Jumlah luahan <$Q_{70}$ dalam tempoh tersebut dianggarkan antara 142.00 - 2,284.40 $m^3s^{-1}$ dengan catatan purata tahunan sebanyak 1,208.14 $m^3s^{-1}$. Bilangan hari dan jumlah luahan terendah direkodkan pada tahun 1969 manakala bilangan tertinggi direkodkan pada 2002. Trend bilangan hari yang direkodkan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



menunjukkan pola menurun berdasarkan nilai-nilai negatif yang ditunjukkan oleh Kendall Z, pekali kecerunan s dan b seperti digambarkan dalam Jadual 6.6. Ini menunjukkan bahawa jumlah luahan dan bilangan hari di bawah paras $Q_{70}$ semakin berkurangan dalam tempoh rekod. Trend yang ditunjukkan ini adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Apa yang ditunjukkan melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.14, didapati 52.08% daripada keseluruhan jumlah luahan melebihi paras purata = 1,208.14 $m^3s^{-1}$ (skor Z = 0). Tahun-tahun yang mengalami lebihan luahan berbanding paras purata iaitu tahun 1970. 1972, 1974, 1977, 1979 - 1981, 1983, 1985, 1987, 1990 - 1997, 2001 - 2005 dan 2011 - 2012. Lebihan tertinggi sebanyak 1,076.25 $m^3s^{-1}$ dicatatkan pada tahun 2002 manakala tahun 1970 mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 29.32 $m^3s^{-1}$.

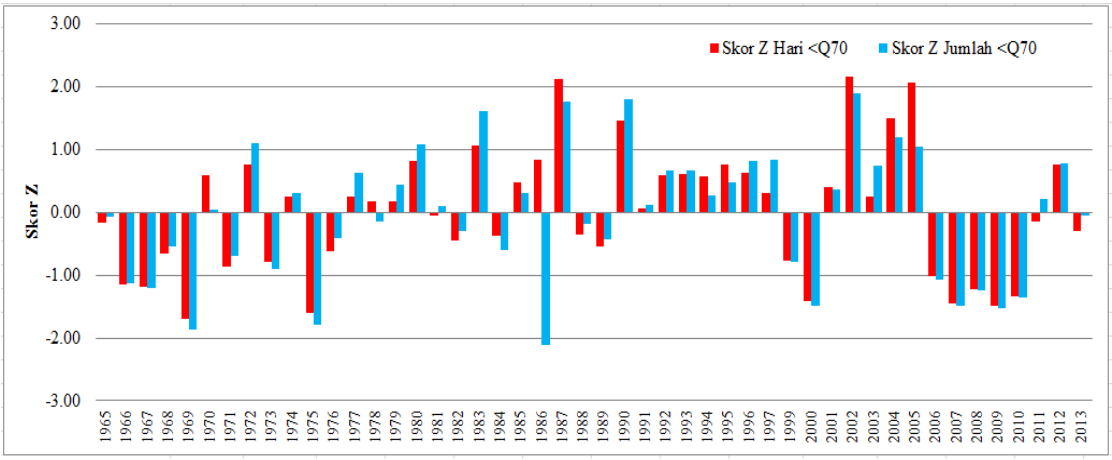



*Rajah 6.13*. Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2816441 Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.14*. Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan <$Q_{70}$ di bawah paras purata <$Q_{70}$ mengikut tahun di stesen 2816441 Dengkil

Jadual 6.6.

*Trend jumlah luahan dan bilangan hari <$Q_{70}$ di Stesen 2816441 Dengkil*

| Stesen Luahan | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Jumlah Luahan <$Q_{70}$ | 1.16 | 8.668 | 4.982 | Meningkat | Tidak |
| Bil. Hari <$Q_{70}$ | 1.03 | 0.604 | 0.545 | Meningkat | Tidak |

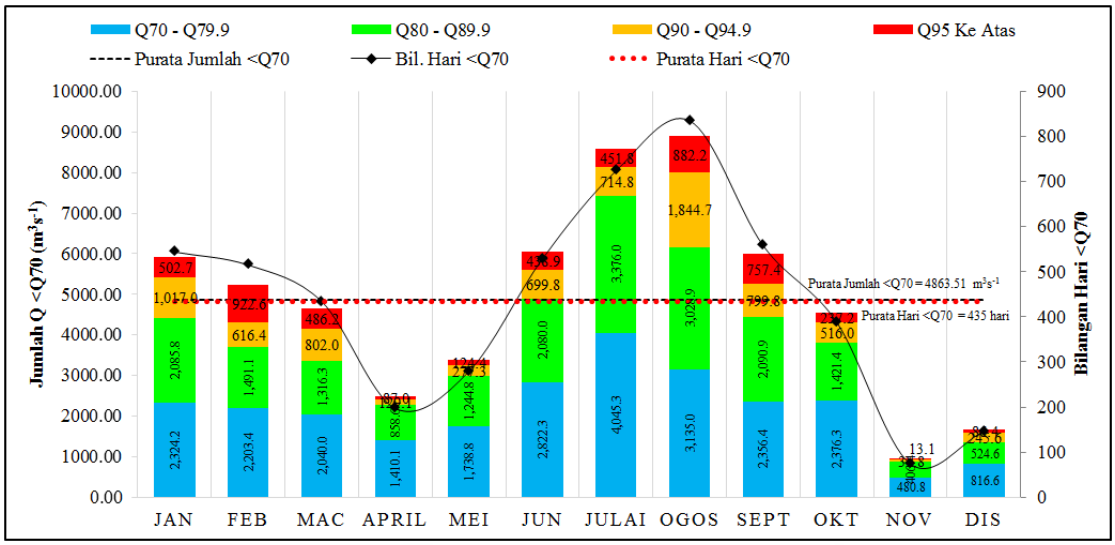
Jika dilihat dalam konteks bulanan, secara keseluruhan bilangan hari yang mencatatkan luahan <$Q_{70}$ antara 74 – 835 hari dengan purata antara 2 – 17 hari seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.15. Jumlah luahan <$Q_{70}$ yang dicatatkan antara 936.08 - 8,890.74 $m^3s^{-1}$ dengan nilai purata antara sebanyak 19.50 - 185.22 $m^3s^{-1}$ sebulan . Bilangan hari dan jumlah luahan terendah direkodkan pada bulan November manakala bilangan tertinggi direkodkan pada bulan Ogos. Apa yang diperhatikan Melalui analisis skor Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.16, didapati 50.0% daripada jumlah luahan melebihi paras purata = 4863.51 $m^3s^{-1}$ (skor Z = 0). Bilangan bulan yang mengalami lebihan luahan iaitu sebanyak 6 bulan seperti digambarkan pada Januari –

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

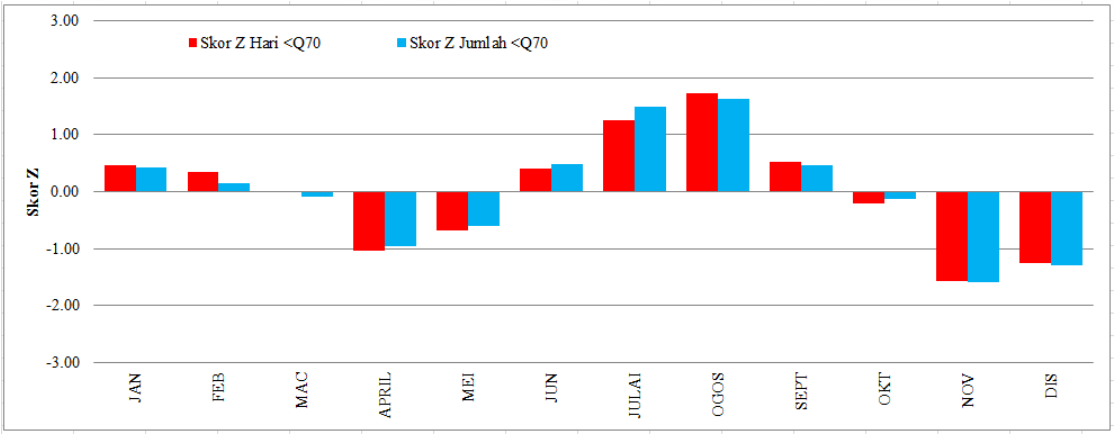


Februari dan Jun - September. Bulan Ogos mencatatkan lebihan tertinggi berbanding purata iaitu sebanyak 4,027.22 $m^3s^{-1}$ manakala bulan Februari mencatatkan jumlah lebihan terendah iaitu 370.06 $m^3s^{-1}$.




*Rajah 6.15*. Bilangan hari dan jumlah luahan ($m^3s^{-1}$) $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2816441 Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 6.16*. Serakan skor Z terhadap bilangan hari dan jumlah luahan $<Q_{70}$ di bawah paras purata $<Q_{70}$ mengikut bulan di stesen 2816441 Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.3 Penentuan tempoh asas peristiwa kemarau

Terdapat beberapa definisi kemarau cuba merujuk kemarau sebagai kekurangan air daripada keadaan normal dalam satu tempoh tertentu/panjang. Sebab itu tempoh masa merupakan parameter penting dalam mentafsirkan sesuatu kejadian kemarau. Tempoh masa ini merujuk kepada satu tempoh masa (hari, bulan, tahun) minimum yang boleh dijadikan asas dalam menentukan kejadian sesuatu peristiwa kemarau. Tempoh asas minimum ini penting kerana jumlah keperluan air normal oleh setiap pengguna air adalah berbeza mengikut tempoh masa dan ruang di mana air itu wujud. Begitu juga dalam konteks ruang, tempoh penggunaan air di bandar adalah berbeza dengan penggunaan di luar bandar. Tempoh penggunaan air bagi setiap meter padu di bandar adalah lebih singkat berbanding dengan penggunaan jumlah air yang sama di luar bandar. Penggunaan ini dipercepatkan lagi dengan kewujudan musim kering. Oleh kerana setiap pengguna air mempunyai keperluan air yang berbeza mengikut jenis, ruang dan masa, maka terdapat keperluan untuk menggunakan tempoh masa yang berbeza dalam mendefinisikan kemarau. Lantaran itu beberapa definisi kemarau yang menggunakan tempoh masa yang berbeza telah wujud bagi menafsirkan fenomena kemarau yang berlaku di sesuatu tempat. Beberapa tempoh masa yang telah digunakan iaitu 48 jam (Blumcnstock, 1942), 6 hari (Hudson & Hazen, 1964), 10 hari (Kaznowska & Banasik, 2011), 64 hari (Byzedi et al., 2012), 3 bulan (MKN, 2011) dan 2 tahun (Hudson & Hazen, 1964).

Bagi menguji tempoh yang sesuai, tiga tempoh asas (TA) kemarau telah digunakan sebagai asas dalam menentukan tempoh sesuatu kejadian kemarau (peristiwa kemarau) di Sungai Langat. TA yang dipilih sebagai had minimum iaitu 10 hari ($TA_{10}$), 45 hari ($TA_{45}$) dan 90 hari ($TA_{90}$). $TA_{10}$ telah digunakan oleh Kaznowska

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



& Banasik (2011) dan ia merupakan tempoh paling minimum yang telah digunakan dalam kajian kemarau hidrologi aliran sungai. Had minimum $TA_{45}$ dipilih berdasarkan masalah catuan bekalan air yang berlaku Sungai Langat pada awal 2014. Jumlah bilangan hari tersebut ditentukan berpandukan permulaan ketiadaan hujan pada 14hb Januari 2014 di stesen-stesen curahan di lembangan Sungai Langat (JPS, 2014) hingga permulaan tindakan catuan air dilakukan pada 27 Februari 2014 (SYABAS, 2014 : 25 Feb). Manakala had minimum $TA_{90}$ merupakan tempoh minimum yang telah digunakan oleh Majlis Keselamatan Negara (2011) dalam menentukan kejadian kemarau air permukaan dan empangan di Malaysia. Dalam ujian penentuan ini, PA $Q_{90}$ telah dipilih untuk melihat tempoh kesesuaian kemarau. PA ini dipilih berdasarkan kesesuaiannya dalam konteks kajian kemarau di kawasan tropika.

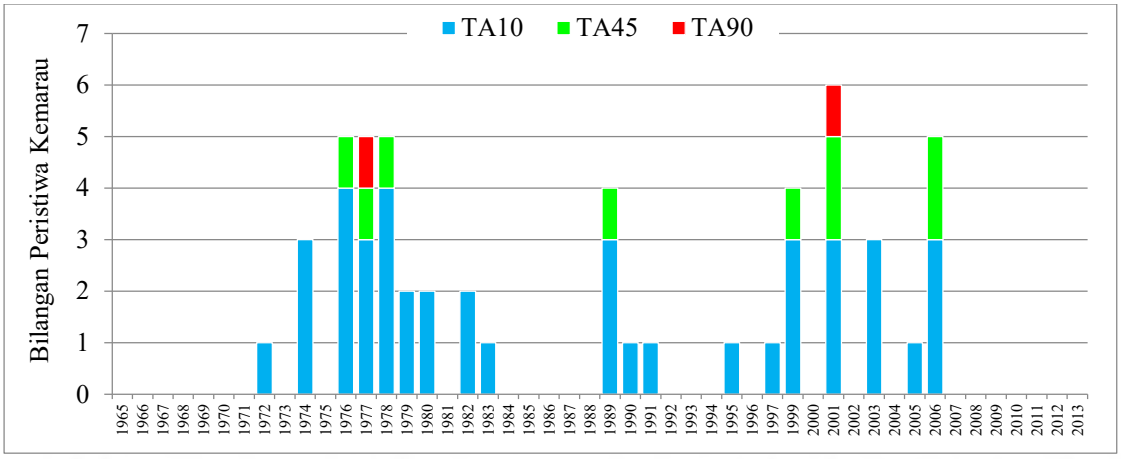
Dalam kajian ke atas kemarau hidrologi aliran sungai di Stesen Lui bagi siri masa tahun 1965 – 2013, di perhatikan bahawa kemarau telah pun melanda kawasan ini seawal 1972. Ini dapat diperhatikan dengan menggunakan paras ambang $Q_{90}$=0.66 $m^3s^{-1}$ sebagai paras normal di mana daripada 48 tahun cerapan data, bilangan tahun yang telah dilanda kemarau pada $TA_{10}$ iaitu sekitar 19 tahun kemarau (TK) dengan 43 peristiwa kemarau (PK). Tempoh kemarau tahunan (TK) paling panjang dicatatkan pada tahun 2001 iaitu selama 209 hari manakala tempoh tersingkat iaitu 17 hari dicatatkan pada tahun 1974. Tempoh peristiwa kemarau (PK) terpanjang berlaku pada 2001 iaitu selama 117 hari di mana nilai ini merupakan nilai yang sama bagi episod kemarau individu terpanjang bagi kemarau $TA_{45}$ dan $TA_{90}$. Jumlah ulangan peristiwa kemarau (UPK) tertinggi ialah 4 kali yang direkodkan pada tahun 1976 dan 1978. Bagi kemarau $TA_{45}$, bilangan tahun yang telah dilanda oleh kemarau iaitu sekitar 7 tahun dengan 9 PK. Jumlah UPK tertinggi ialah 2 kali yang direkodkan pada tahun 2001 dan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



2006. Tempoh kemarau tahunan paling panjang dicatatkan pada tahun 2001 iaitu mencecah 173 hari manakala kemarau tahunan terpendek dicatatkan pada tahun 1989 iaitu 49 hari manakala episod peristiwa kemarau individu terpendek sekitar 46 hari dicatatkan pada tahun 2006. Bagi $TA_{90}$, hanya terdapat 2 TK dan PK yang direkodkan pada tahun 1977 dan 2001. Tempoh kemarau yang dicatatkan antara 102 – 117 hari.




*Rajah 6.17*. Kekerapan TK mengikut $TA_{10}$, $TA_{45}$ dan $TA_{90}$ di stesen Lui

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lembangan Lui merupakan kawasan kaki gunung yang menerima curahan hujan 2351.3 mm setahun di mana dari pada jumlah ini, 77.9% turun semasa musim monsun (MTL : Mac – Mei dan MBD: September – Disember). Bilangan landaan kemarau sebanyak 20 daripada 48 tahun tempoh kajian seperti digambarkan oleh kemarau $TA_{10}$ merupakan perkara yang tidak normal bagi kawasan yang kaya dengan curahan hujan. Begitu juga dengan kehadiran 44 episod peristiwa kemarau dan kejadian ulangan sehingga 4 kali dalam setahun merupakan perkara yang boleh dipersoalkan bagi negara khatulistiwa yang menerima hujan sepanjang tahun. Di samping itu, terdapat 4 episod kemarau yang berlaku pada musim basah dan tidak wujud pengaruh El Nino. Episod ini tercatat pada tahun 1974, 1989, 1999 dan 2001. Kehadiran kemarau di luar musim kering adalah tidak selari dengan definisi kemarau yang menyatakan kemarau berlaku pada musim kering. Gambaran-gambaran ini menunjukkan bahawa

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



penggunaan tempoh minimum $TA_{10}$ bagi menentukan peristiwa kemarau adalah tidak sesuai dijadikan asas bagi menggambarkan permulaan berlakunya peristiwa kemarau di Malaysia. Sekiranya pertimbangan musim kering di ambil kira, tempoh $TA_{10}$ boleh digantikan dengan $TA_{14/15}$ boleh dijadikan had minimum kemarau seperti yang ditunjukkan pada bulan Februari tahun 1982 dan 1995. Ini kerana defisit bekalan air pada PA $Q_{90}$ mula berlaku pada tempoh minimum ini.

Namun, parameter musim kering bukanlah parameter tunggal dalam penentuan peristiwa kemarau kerana faktor "perlu mencukupi untuk menampung permintaan pengguna" seperti yang diutarakan oleh Rossi (2011) dan Mishra & Singh, (2010) perlu juga diambil kira. Dalam konteks kawasan Sungai Langat dan sekitarnya, istilah "dapat menampung permintaan air" merujuk kepada keupayaan loji rawatan untuk mendapatkan bekalan air daripada sungai untuk dibekalkan kepada pengguna. Tempoh 3 bulan yang digunakan oleh MKN sebagai penanda aras kejadian kemarau adalah terlalu lama. Ini dibuktikan dengan keperluan normal pengguna telah terganggu kurang daripada 3 bulan akibat catuan air di Selangor pada awal 2014 di. Apa yang diperhatikan bahawa gangguan keperluan normal telah berlaku dalam tempoh 45 hari iaitu bermula ketiadaan hujan pada 14hb Januari 2014 di stesen-stesen curahan di lembangan Sungai Langat hingga bermulanya tindakan catuan air dilakukan pada 27 Februari 2014. Oleh itu dapatlah disimpulkan bahawa $TA_{45}$ hari merupakan tempoh yang sesuai bagi kawasan bandar yang mempunyai persekitaran yang mudah-terancam terhadap tahap kesediaan air dan kawasan permintaan air yang tinggi. Kesesuaian ini disokong oleh data-data episod peristiwa kemarau $TA_{45}$ yang melanda stesen Lui. Kesemua episod ini berlaku pada musim panas/kering (Januari – Februari dan Jun – Ogos) ataupun semasa kehadiran El Nino kecuali pada tahun 1989 dan 1999.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 6.4 Taburan dan trend kejadian kemarau

### 6.4.1 Taburan dan Trend Kemarau Tempoh Rekod (TR)

Taburan dan trend kemarau secara keseluruhan dapat dilihat melalui jumlah bilangan tahun kemarau (TK) yang melanda stesen-stesen di lembangan Sungai Langat. Taburan keseluruhan kemarau mengikut tahun seperti digambarkan oleh aras PA $Q_{70}$ dalam Rajah 6.17. Berdasarkan rajah tersebut, jumlah TK yang dilanda kemarau (sekurang-kurangnya satu stesen telah wujud peristiwa kemarau) sekitar 32 tahun (66.7% daripada keseluruhan tempoh rekod iaitu 48 tahun) di mana tahun terawal dilanda kemarau iaitu pada 1970 (stesen Dengkil) dan tahun terakhir dilanda kemarau pada tahun 2009 (stesen Rinching). Daripada jumlah TK ini, sebanyak 23 tahun (71.9%) telah menunjukkan sekurang-kurangnya 2 stesen telah dilanda kemarau dalam tahun yang sama. Kebanyakan landaan kemarau melebihi 2 stesen tertumpu antara 1972 hingga 2006. Sebanyak 5 TK (15.6%) telah menunjukkan liputan kemarau yang menyeluruh di lembangan Sungai Langat (semua stesen telah dilanda kemarau dalam tahun yang sama) seperti yang direkodkan pada tahun 1978, 1980, 1982, 1983 dan 1999. Apa yang diperhatikan berdasarkan Rajah 6.18a, terdapat penurunan terhadap liputan landaan kemarau terhadap keseluruhan stesen. Trend ini dibuktikan dengan nilai negatif pekali kecerunan b = -0.0062.

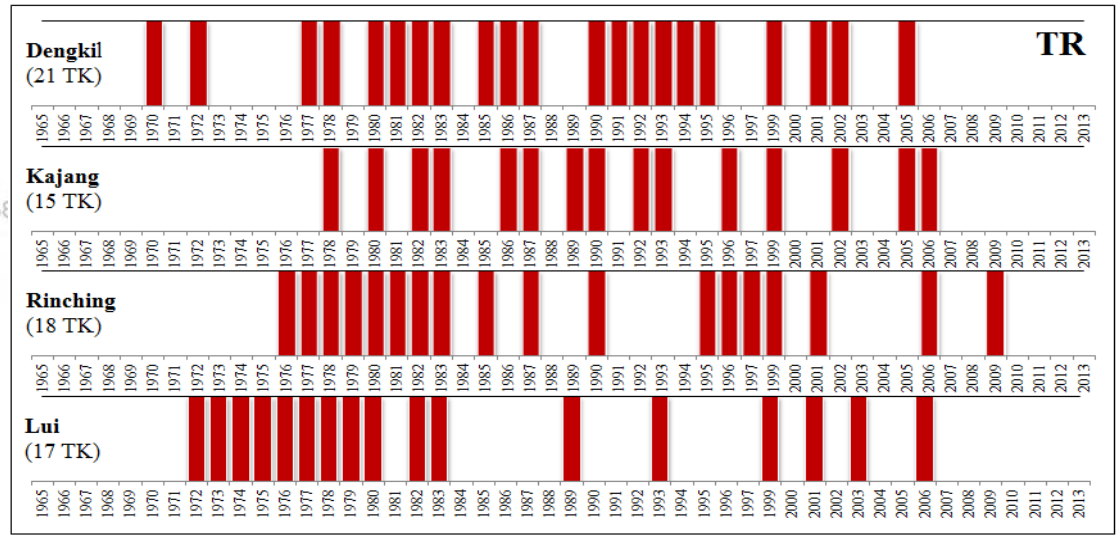
Jika dilihat berdasarkan stesen seperti digambarkan pada Rajah 6.18, jumlah TK yang dicatatkan antara 15 – 21 tahun di mana TK tertinggi dicatatkan oleh stesen Dengkil iaitu sebanyak 21 tahun diikuti oleh stesen Rinching sebanyak 18 tahun, stesen Lui sebanyak 17 tahun dan stesen Kajang sebanyak 15 tahun. Terdapat beberapa pengelompokan TK yang dapat diperhatikan. Bagi stesen Lui, TK lebih tertumpu pada tahun 1972 - 1983, stesen Rinching lebih tertumpu pada tahun 1976 - 1983 dan 1995

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



– 2001 dan stesen Dengkil lebih tertumpu pada tahun 1977 – 1987 dan 1990 – 1995. Berbeza dengan stesen Kajang, tidak wujud pengelompokan TK di mana corak tahunan kemarau agak seragam bermula 1978 – 2006. Jika dilihat dari segi taburan kepadatan TK dalam tempoh TR (nilai 0 menunjukkan taburan tidak padat manakala nilai 1 menunjukkan taburan padat), nilai yang dicatatkan antara 0.35 - 0.47 dengan purata sebanyak 0.43. Nilai tertinggi dicatatkan oleh stesen Rinching manakala nilai terendah dicatatkan oleh stesen Lui. Semua stesen menunjukkan darjah kepadatan kurang daripada 0.5 iaitu satu taburan kemarau yang tidak berapa padat. Ini bermaksud dianggarkan TK yang melanda lembangan Sungai Langat sekitar 3 tahun sekali.




*Rajah 6.18*. Taburan kemarau dalam tempoh kajian di lembangan Sungai Langat

Jika dilihat taburan kemarau mengikut aras PA seperti digambarkan oleh Rajah 6.19 (a-d), terdapat perbezaan trend antara dengan PA yang lain. Trend PA $Q_{70}$ menunjukkan penurunan manakala bagi PA $Q_{80,90,95}$ menunjukkan trend meningkat. Perkara ini digambarkan oleh nilai positif pekali kecerunan b iaitu PA $Q_{80}$ b = 0.0036, PA $Q_{90}$ b = 0.0000543 dan PA $Q_{95}$ b = 0.001. Ini menunjukkan bahawa landaan kemarau kategori biasa semakin berkurangan manakala peningkatan sedikit terhadap landaan kemarau sederhana dan parah. Juga wujud perbezaan jumlah TK yang melanda

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



antara PA iaitu antara 6 – 11 TK di mana purata perbezaan antara PA sekitar 9 tahun. Perbezaan tertinggi dicatatkan oleh PA $Q_{80}$ – PA $Q_{90}$ iaitu 11 tahun, diikuti oleh PA $Q_{90}$ - PA $Q_{95}$ sebanyak 10 tahun. Bagi PA $Q_{70}$ - PA $Q_{80,}$ hanya mencatatkan perbezaan sebanyak 6 tahun.

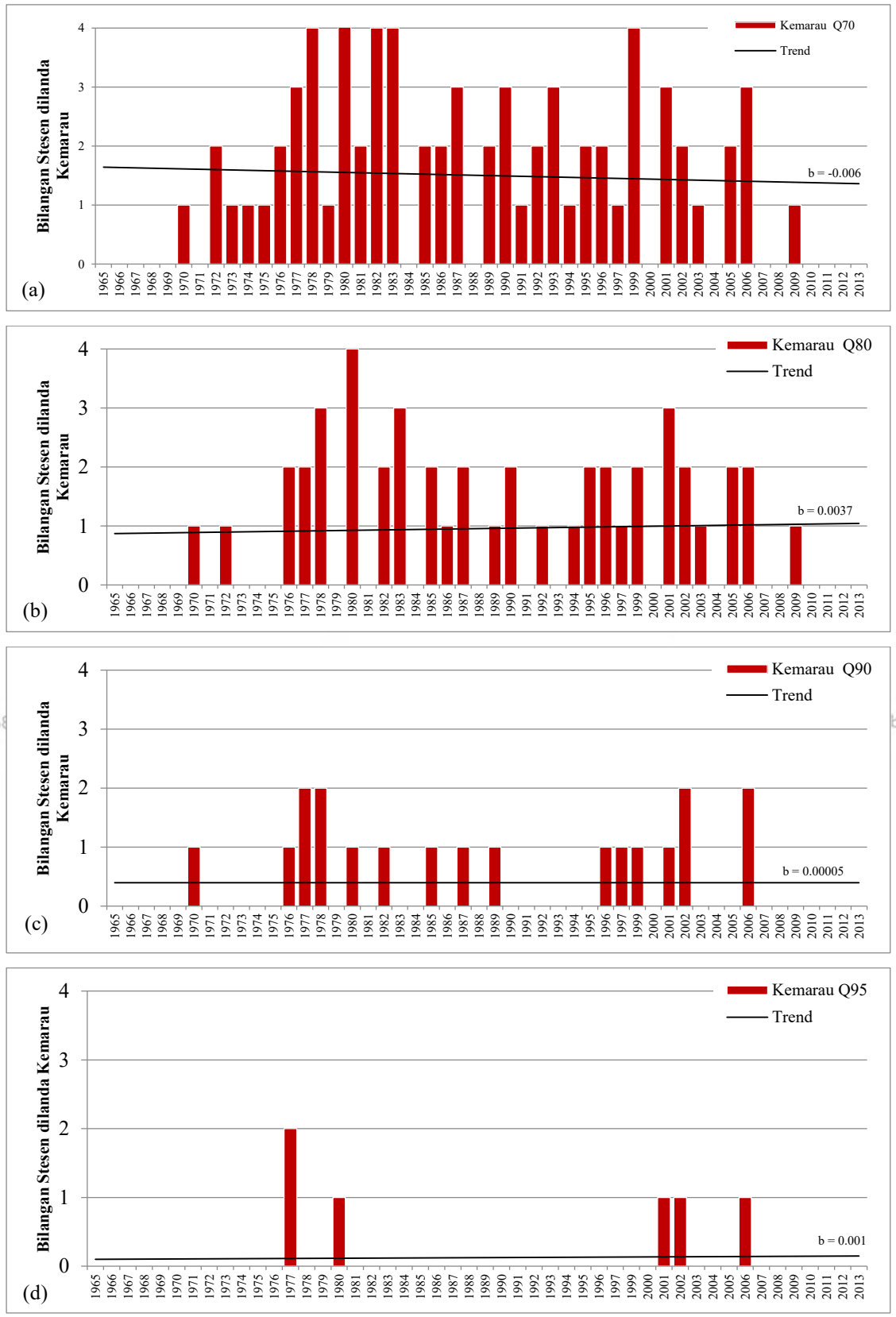
Apa yang diperhatikan ialah liputan menyeluruh landaan kemarau terhadap semua stesen semakin berkurangan seiringan dengan nilai aras PA seperti digambarkan dalam Rajah 6.18 (a-d). Keadaan ini dijelaskan dengan ketidakwujudan fenomena landaan kemarau ke atas 4 stesen dalam tempoh tahun yang sama pada PA $Q_{80}$, PA $Q_{90}$ dan PA $Q_{95}$ berbanding dengan PA $Q_{70}$ yang menunjukkan wujud sebanyak 5 PK. Pada paras PA $Q_{80}$, jumlah maksimum stesen yang dilanda kemarau hanya setakat 3 stesen seperti dicatatkan pada tahun 1978, 1980, 1983 dan 2001 manakala pada PA $Q_{90}$, hanya setakat 2 stesen seperti yang direkodkan pada tahun 1977, 1978, 2002 dan 2006.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.19*. Bilangan stesen yang dilanda kemarau mengikut PA di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.4.2 Trend kemarau $TA_{45}$

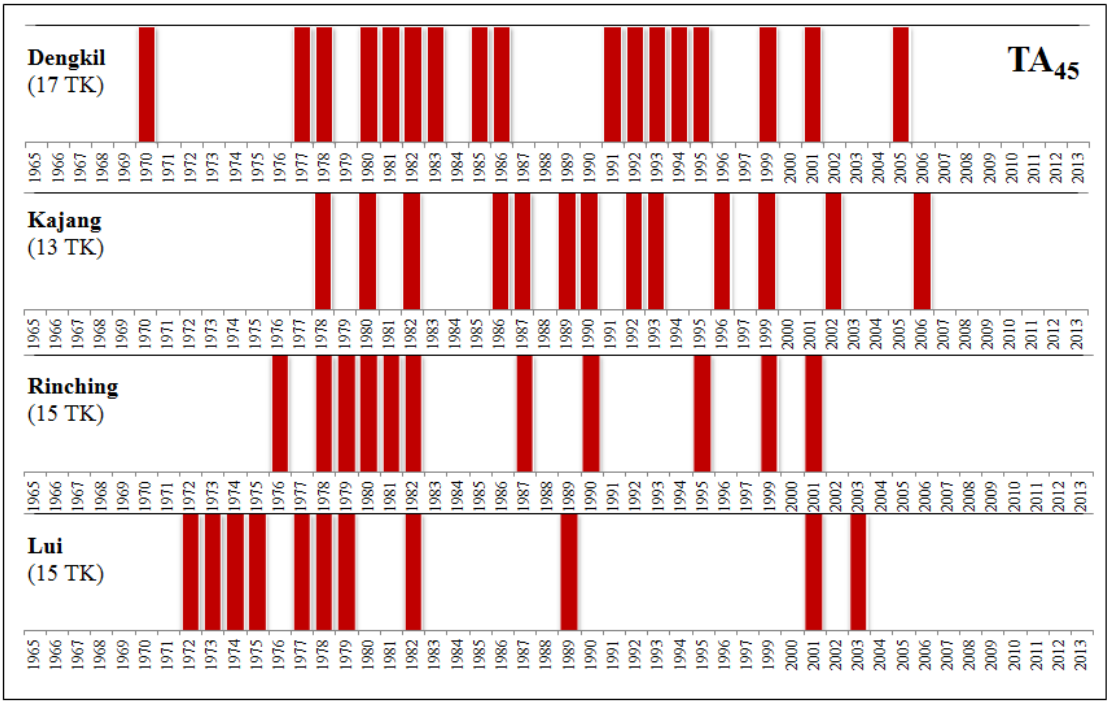
Pola kemarau $TA_{45}$ (tempoh PK antara 45 hari hingga 89 hari) dapat dilihat berdasarkan taburan kemarau tahunan oleh PA $Q_{70}$ seperti dalam Rajah 6.21(a). Berpandukan rajah tersebut, jumlah tahun yang dilanda kemarau (sekurang-kurangnya satu stesen telah dilanda kemarau) sekitar 30 tahun (62.5% daripada keseluruhan tempoh rekod 48 tahun) di mana tahun terawal dilanda kemarau iaitu pada 1970 (stesen Dengkil) dan TK terakhir dicatatkan pada tahun 2009 (stesen Rinching). Daripada jumlah ini, sebanyak 16 TK (3.3%) telah mencatatkan sekurang-kurangnya 2 stesen telah dilanda kemarau dalam tahun yang sama. Kebanyakan landaan kemarau melebihi 2 stesen tertumpu antara 1977 hingga 2001. Liputan kemarau yang menyeluruh di lembangan Sungai Langat direkodkan sebanyak 2 TK (6.7%) seperti yang direkodkan pada tahun 1978 dan 1982. Berdasarkan Rajah 6.21(a), terdapat penurunan liputan landaan kemarau terhadap keseluruhan stesen. Perkara ini dibuktikan dengan trend nilai negatif pekali kecerunan b iaitu b = -0.0062.

Jika dilihat berdasarkan stesen seperti digambarkan pada Rajah 6.20, jumlah TK bagi kemarau $TA_{45}$ antara 11 – 17 tahun di mana bilangan TK tertinggi dicatatkan oleh stesen Dengkil iaitu sebanyak 17 TK diikuti oleh stesen Kajang sebanyak 13 TK, stesen Lui dan Rinching masing-masing sebanyak 15 TK. Wujud beberapa pengelompokan TK seperti digambarkan dalam Rajah 6.19. Bagi stesen Lui, taburan TK lebih tertumpu pada tahun 1972 - 1979, stesen Rinching lebih tertumpu pada tahun 1976 - 1982 dan stesen Dengkil lebih tertumpu pada tahun 1977 – 1986 dan 1991 – 1995. Bagi stesen Kajang, tidak wujud sebarang pengelompokan TK di mana corak tahunan kemarau agak seragam bermula 1978 – 2006.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





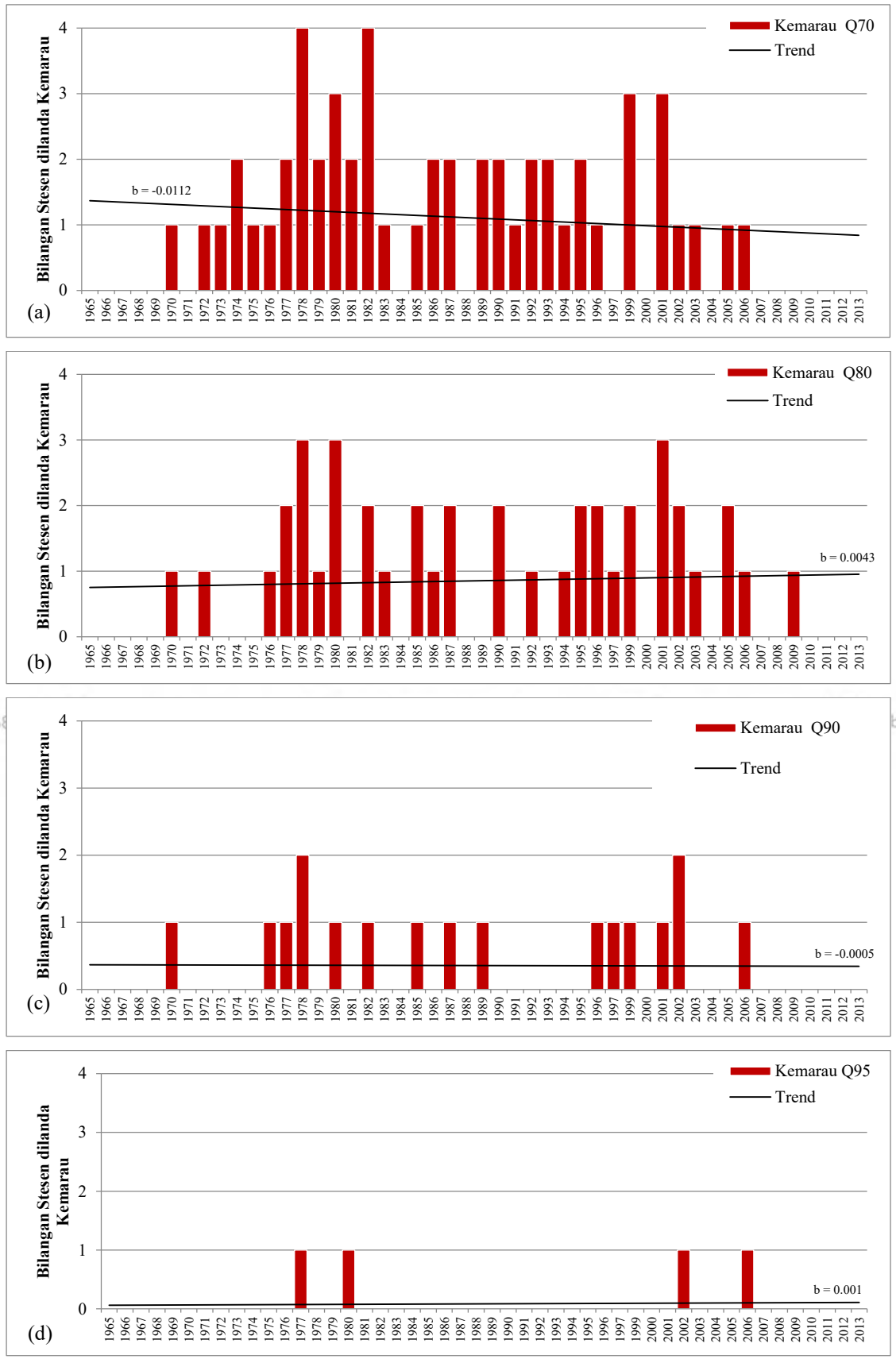

*Rajah 6.20*. Corak landaan kemarau $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat

Jika dilihat taburan TK mengikut aras PA, terdapat persamaan trend antara PA $Q_{70}$ (trend negatif) dengan PA $Q_{90}$ tetapi berbeza dengan PA $Q_{80}$ dan PA $Q_{95}$ yang menunjukkan trend yang positif. Trend positif taburan TK bagi PA $Q_{80}$ dan PA $Q_{95}$ seperti digambarkan oleh nilai-nilai positif pekali kecerunan b dalam Rajah 6.21(a-d). Ini menunjukkan bahawa landaan kemarau bagi PA $Q_{70}$ dan PA $Q_{90}$ semakin berkurangan manakala wujud peningkatan landaan kemarau bagi PA $Q_{80}$ dan PA $Q_{95}$. Selain itu terdapat perbezaan jumlah TK yang melanda bagi setiap PA. Perbezaan ini ditunjukkan berdasarkan nilai TK dan peratus liputan yang direkodkan. Aras PA $Q_{70}$ jumlah TK sekitar 30 tahun iaitu 62.5% daripada keseluruhan TR. Jumlah ini berbeza sebanyak 5 tahun PA $Q_{80}$ yang hanya mengalami TK sebanyak 25 tahun (52.1%). Bagi aras PA $Q_{90}$ pula, jumlah tahun dilanda kemarau sebanyak 15 tahun (31.3%) di mana ia berbeza 10 tahun dengan PA $Q_{80}$. Manakala PA $Q_{90}$ mencatatkan sebanyak 11 tahun dengan PA $Q_{95}$ yang hanya mencatatkan TK sebanyak 4 tahun (8.3%). Purata perbezaan TK secara keseluruhannya antara aras PA sekitar 8 tahun 8 bulan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.21*. Bilangan stesen yang dilanda kemarau bagi $TA_{45}$ mengikut PA di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Apa yang dapat diperhatikan ialah liputan menyeluruh landaan kemarau terhadap semua stesen semakin berkurangan seiringan dengan penurunan nilai aras PA seperti digambarkan pada Rajah 6.21(a-d). Keadaan ini dijelaskan dengan ketidakwujudan fenomena landaan kemarau ke atas 4 stesen dalam tempoh tahun yang sama pada PA $Q_{80}$, PA $Q_{90}$ dan PA $Q_{95}$ berbanding dengan PA $Q_{70}$ yang menunjukkan landaan sebanyak 2 tahun. Pada aras PA $Q_{80}$, jumlah maksimum stesen yang dilanda kemarau hanya setakat 3 stesen seperti dicatatkan pada tahun 1978, 1980 dan 2001 manakala pada aras PA $Q_{90}$, hanya setakat 2 stesen seperti direkodkan pada tahun 1978 dan 2002.

### 6.4.3 Trend kemarau $TA_{90}$

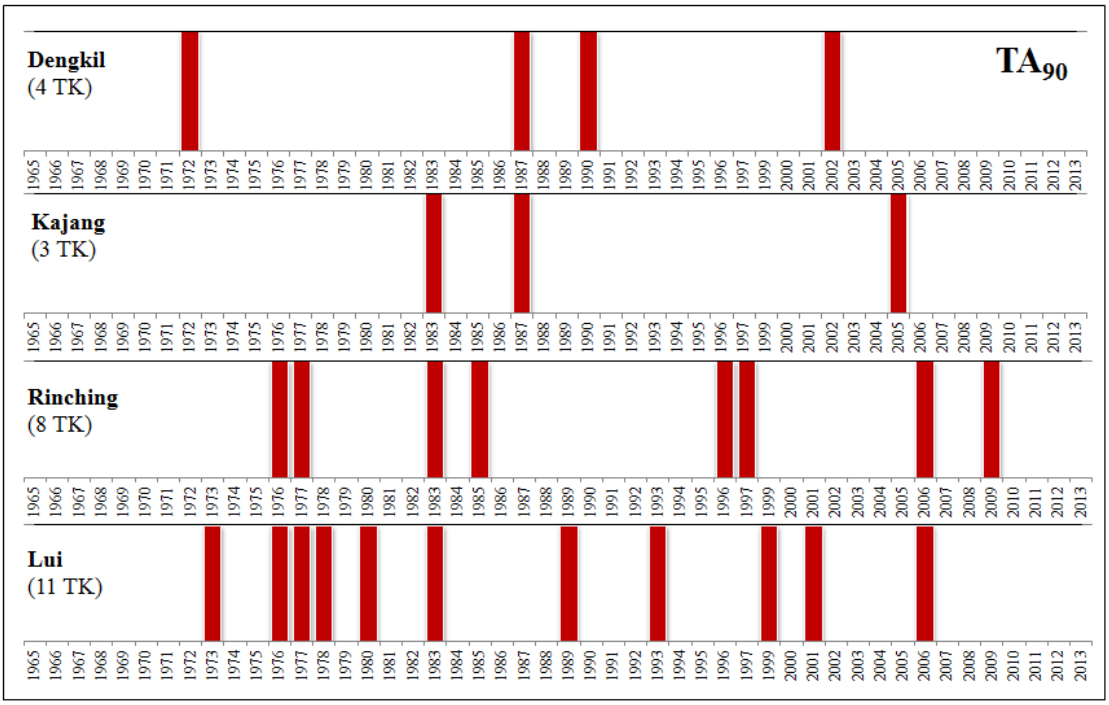
Pola kemarau $TA_{90}$ (bilangan hari sesuatu PK sekurang-kurang selama 90 hari) dapat dilihat berdasarkan taburan TK pada aras PA $Q_{70}$ seperti digambarkan dalam Rajah 6.23(a). Berpandukan rajah tersebut, jumlah tahun yang dilanda kemarau sekitar 20 tahun (41.7% daripada keseluruhan tempoh rekod 48 tahun) di mana tahun terawal dilanda kemarau iaitu pada 1972 (stesen Dengkil) dan tahun terakhir dicatatkan pada tahun 2009 (stesen Rinching). Daripada jumlah ini, sebanyak 7 TK (35.0%) telah mencatatkan sekurang-kurangnya 2 stesen telah dilanda kemarau dalam tahun yang sama. Kebanyakan landaan kemarau melebihi 2 stesen tertumpu antara 1976 hingga 2006. Tidak terdapat liputan kemarau yang menyeluruh di lembangan Sungai Langat di mana jumlah maksimum stesen yang dilanda kemarau hanya setakat 3 stesen seperti direkodkan pada tahun 1976, 1977, 1983 dan 2006. Berpandukan Rajah 6.23(a), terdapat peningkatan liputan landaan kemarau terhadap keseluruhan stesen. Perkara ini dibuktikan dengan trend nilai positif pekali kecerunan b = 0.0016.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jika dilihat berdasarkan stesen seperti digambarkan pada Rajah 6.22, jumlah TK yang dicatatkan pada kemarau $TA_{90}$ antara 3 – 11 tahun di mana TK tertinggi dicatatkan oleh stesen Lui iaitu sebanyak 11 tahun diikuti oleh stesen Rinching sebanyak 8 tahun, stesen Dengkil sebanyak 4 tahun dan stesen Kajang sebanyak 3 tahun. Apa yang dapat diperhatikan ialah pengelompokan TK hanya direkodkan di stesen Lui iaitu tertumpu pada tahun 1976 – 1980 manakala bagi stesen Rinching, wujud TK berkembar seperti direkodkan pada tahun 1976/1977 dan 1996/1997. Bagi stesen Kajang dan Dengkil, tidak wujud sebarang pengelompokan PK pada kemarau $TA_{90}$.




Rajah 6.22. Corak landaan kemarau $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat

Jika dilihat corak kemarau mengikut aras PA, semua aras PA menunjukkan trend yang positif seperti digambarkan oleh Rajah 6.23(a-d). Ini menggambarkan bahawa semua kategori kemarau yang ditunjukkan melalui PA menunjukkan wujud peningkatan tahun-tahun kemarau. Apa yang turut diperhatikan ialah kehadiran bilangan TK yang berbeza bagi setiap PA. Jumlah TK yang melanda pada PA $Q_{70}$ ialah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebanyak 20 tahun di mana jumlah ini meliputi 41.7% daripada keseluruhan tahun kajian. TK yang dicatatkan ini berbeza sebanyak 11 tahun berbanding aras PA $Q_{80}$ yang dilanda TK sebanyak 9 tahun (18.8%). Bagi PA $Q_{90}$, jumlah TK yang melanda ialah sebanyak 3 tahun (6.3%) di mana jumlah ini berbeza sebanyak 10 tahun berbanding aras PA $Q_{80}$. Bagi PA $Q_{95}$, jumlah TK yang melanda sekitar 2 tahun (4.2%) di mana ia berbeza sebanyak 1 tahun berbanding PA $Q_{90}$. Purata perbezaan TK secara keseluruhannya antara aras PA sekitar 6 tahun.

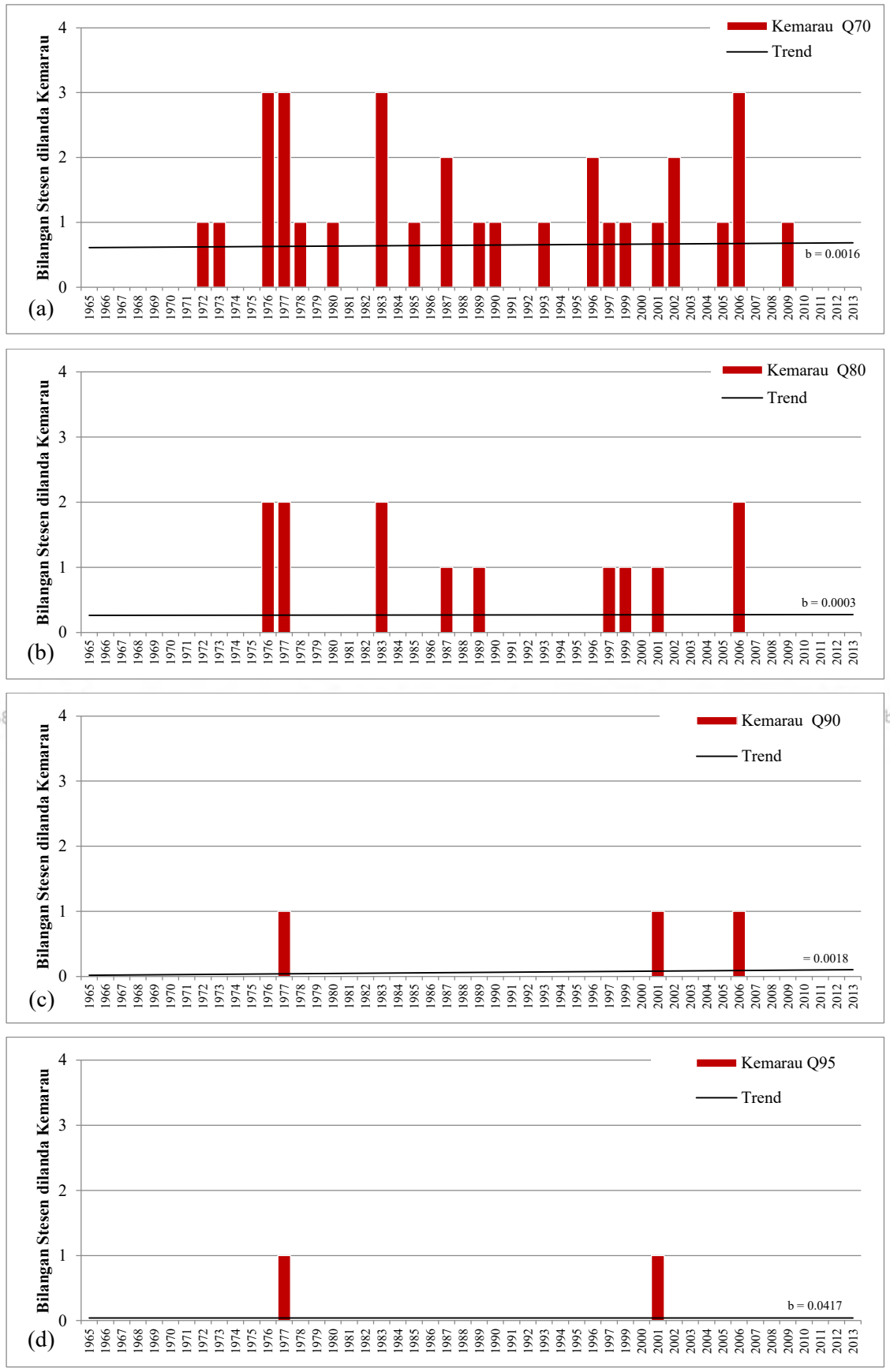
Apa yang diperhatikan ialah liputan menyeluruh landaan kemarau terhadap semua stesen juga semakin berkurangan seiringan dengan nilai PA seperti digambarkan dalam Rajah 6.23(a-d). Jumlah maksimum bilangan stesen yang dilanda kemarau setakat 3 stesen seperti yang direkodkan pada aras PA $Q_{70}$. Pada paras PA $Q_{80}$, jumlah maksimum stesen yang dilanda kemarau hanya setakat 2 stesen seperti dicatatkan pada tahun 1976, 1977, 1983 dan 2006 manakala pada aras-aras yang lain, kemarau hanya melanda 1 stesen sahaja.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.23*. Bilangan stesen yang dilanda kemarau bagi $TA_{90}$ mengikut PA di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



## 6.5 Ciri-ciri peristiwa kemarau

### 6.5.1 Bilangan peristiwa kemarau

Peristiwa kemarau (PK) merupakan satu tempoh di mana jumlah luahan sungai secara berterusan berada kurang daripada nilai aras $Q_{70}$. Tempoh asas minimum (TA) yang digunakan dalam kajian ini bagi menentukan kewujudan sesuatu PK iaitu sepanjang 45 hari. Berasaskan tempoh ini, jumlah bilangan peristiwa kemarau (BPK) dan kekerapan ulangan peristiwa kemarau (UPK) dapat ditentukan dan dianalisis secara tahunan (TK) dan tempoh rekod (TR). Analisis yang dibuat mengikut tempoh asas (TA) $TA_{45}$ dan $TA_{90}$. $TA_{45}$ merujuk kepada PK yang mempunyai tempoh kejadian antara 45 hari – 89 hari (1 bulan 30 hari – 3 bulan) manakala $TA_{90}$ merujuk kepada PK yang mempunyai tempoh kejadian 90 hari dan ke atas (3 bulan ke atas).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

#### 6.5.1.1 PK mengikut tempoh rekod (TR)

Jumlah BPK dan UPK dalam tempoh tahun-tahun kemarau (TK=32 tahun) dapat dilihat melalui kehadiran PK pada aras PA $Q_{70}$. Jumlah kumulatif BPK keseluruhan yang melanda stesen-stesen di lembangan Sungai Langat ialah sebanyak 92 PK di mana jumlah tertinggi dicatatkan di stesen Lui dan Rinching iaitu masing-masing sebanyak 26 PK, diikuti oleh Dengkil (23 PK) dan Kajang (17 PK) seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.24. Jumlah kumulatif PK tertinggi direkodkan pada tahun 1978 (6 PK) manakala jumlah terendah iaitu 1 PK dicatatkan pada tahun 1970, 1975, 1991, 1994, 1997, 2003 dan 2009 seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.25. Tahun 1978 mencatatkan bilangan tertinggi kerana semua stesen telah mengalami kemarau dan kehadiran UPK yang tinggi. Kebanyakan jumlah kumulatif BPK yang tinggi dicatatkan oleh tahun-tahun tertentu disebabkan oleh faktor liputan menyeluruh kemarau dan wujud UPK

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dalam tahun tersebut seperti yang terjadi pada tahun 1978 dan 1982. Apa yang dapat diperhatikan ialah, kebanyakan jumlah PK yang melebihi paras purata kumulatif (3 PK) lebih tertumpu pada tahun 1976 – 1987 dan 1999 - 2006 di mana jumlah ini meliputi 34.4% daripada keseluruhan tahun TK. Purata kumulatif PK yang dicatatkan di Sungai Langat keseluruhannya adalah sebanyak 3 PK setahun di mana bilangan ini adalah lebih tinggi berbanding 1.53 PK bagi stesen Lui, 1.44 bagi stesen Rinching, 1.13 bagi stesen Kajang dan 1.05 bagi stesen Dengkil. Berdasarkan analisis ANOVA satu hala yang dilakukan, terdapat perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata kewujudan BPK dan UPK di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan dengan nilai $p = 0.0027$ lebih rendah berbanding dengan aras keyakinan ($P<0.05$) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.7. Perkara ini turut disahkan oleh nilai $F = 5.22$ yang lebih besar daripada $F_{crit} = 2.74$ .

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Secara keseluruhan terdapat penurunan kejadian PK sepanjang tempoh rekod di Sungai Langat tetapi ia tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Penurunan ini dibuktikan melalui pekali kecerunan b yang menunjukkan nilai negatif iaitu $b = -0.0124$. Pola menurun ini turut disokong dengan nilai negatif (-ve) Kendall $Z = -0.48$. menurun ini turut sama dicatatkan oleh stesen Rinching dan Lui berdasarkan nilai b dan Kendall Z yang negatif seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.8. Berbeza dengan stesen Dengkil dan Kajang, BPK dan UPK adalah meningkat berdasarkan nilai positif pekali kecerunan b dan Kendall Z. Apa yang diperhatikan kesemua yang dicatatkan adalah tidak signifikan pada aras $\alpha = 0.05$ kecuali stesen Rinching yang signifikan pada aras $\alpha = 0.1$. Ini menunjukkan bahawa jumlah BPK dan UPK bagi stesen Rinching, Lui dan Langat keseluruhannya semakin menyusut dalam tempoh TR manakala Kajang dan Dengkil ada peningkatan tetapi tidak ketara.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.7.

*Analisis ANOVA bagi BPK dan UBK bagi TR di Lembangan Sungai Langat*

| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 3.1 | 3.0 | 1.0 | 5.22 | 0.0027 | 2.74 |
| Dalam Kumpulan | 13.4 | 68.0 | 0.2 | | | |
| Jumlah | 16.4 | 71.0 | 0.2 | | | |

Jadual 6.8.

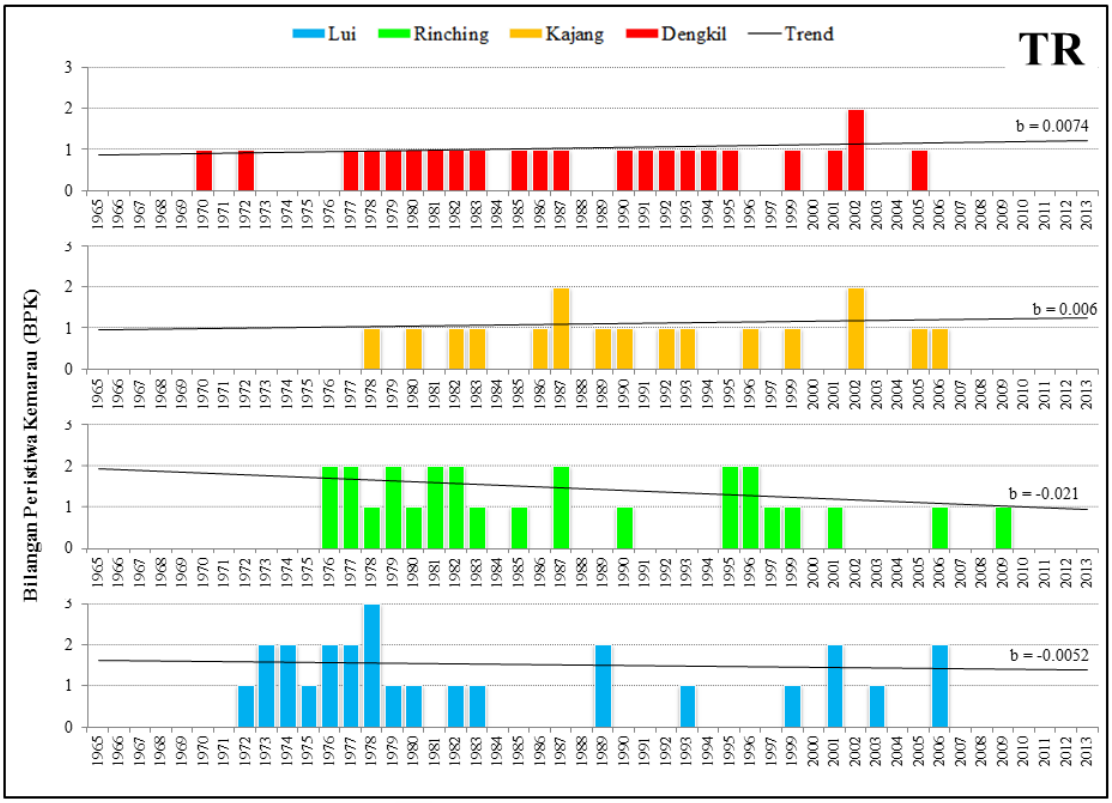
*Trend BPK dan UPK bagi TR di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | -0.38 | - | -0.005 | Menurun | Tidak |
| Rinching | -1.82 | - | -0.021 | Menurun | Tidak |
| Kajang | 0.42 | - | 0.006 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | 0.30 | - | -0.007 | Meningkat | Tidak |
| Langat | -0.48 | - | -0.012 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

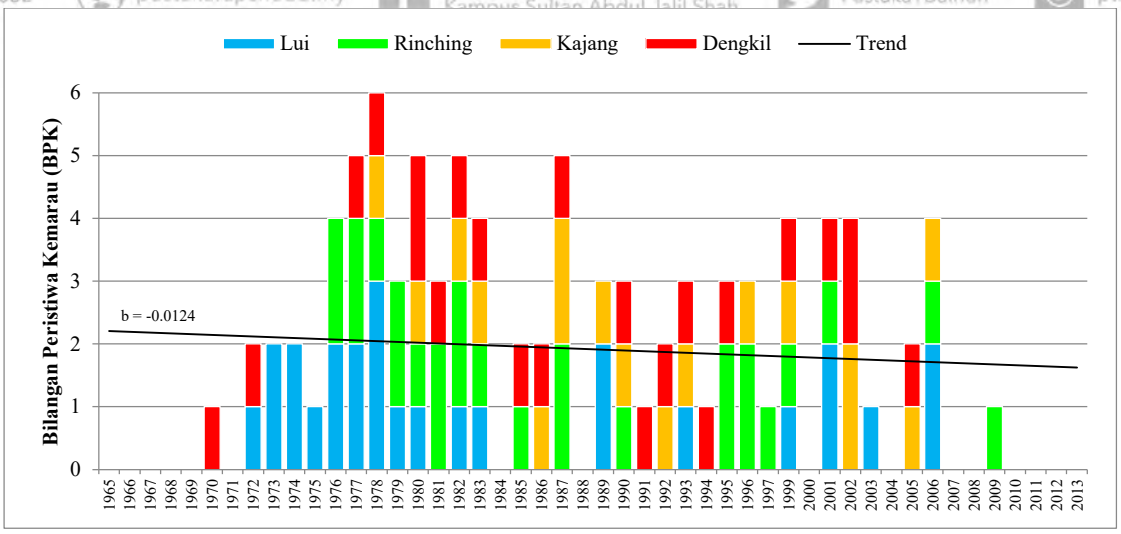
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.24*. Taburan BPK dan UPK mengikut stesen di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




Rajah 6.25. Kumulatif BPK dan UPK di lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



#### 6.5.1.2 PK mengikut tempoh asas $TA_{45}$

Jika dilihat taburan BPK dan UPK mengikut kemarau $TA_{45}$, jumlah kumulatif BPK keseluruhan yang melanda stesen-stesen di lembangan Sungai Langat ialah sebanyak 61 PK yang direkodkan daripada 30 TK seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.26. Jumlah tertinggi dicatatkan di stesen Dengkil (18 PK) diikuti oleh Rinching (16 PK) serta Kajang dan Lui masing-masing sebanyak 14 PK dan 13 PK seperti dalam Rajah 6.27. Jumlah kumulatif PK tertinggi direkodkan pada tahun 1978 dan 1982 iaitu sebanyak 5 PK disebabkan oleh faktor liputan menyeluruh landaan kemarau ke atas stesen-stesen dan wujud UPK seperti dicatatkan di stesen Lui dan di stesen Rinching. Turut juga diperhatikan ialah kebanyakan jumlah PK yang melebihi paras purata kumulatif lebih tertumpu pada tahun 1978 – 1982 dan 1995 - 2001 di mana jumlah ini meliputi 34.4% daripada keseluruhan tahun TK $TA_{45}$. Purata kumulatif PK yang dicatatkan di lembangan Sungai Langat adalah sebanyak 2 PK setahun adalah lebih tinggi berbanding 1.18 PK bagi stesen Lui, 1.45 bagi stesen Rinching, 1.08 bagi stesen Kajang dan 1.0 bagi stesen Dengkil. Berdasarkan analisis ANOVA satu hala yang dilakukan, menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata BPK dan UPK di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan dengan nilai $p = 0.0001$ iaitu lebih rendah berbanding dengan aras keyakinan ($P<0.05$) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.9. Perkara ini turut disahkan oleh nilai $F = 6.92$ yang lebih besar daripada $F_{crit} = 2.49$.

Secara keseluruhan bagi Sungai Langat, terdapat penurunan jumlah PK bagi kemarau $TA_{45}$ tetapi ia tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Penurunan ini dibuktikan melalui nilai negatif pekali kecerunan $b = -0.0139$. Pola menurun ini turut disokong dengan nilai negatif (-ve) Kendall $Z = -0.08$. Trend menurun ini juga turut

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sama dicatatkan oleh stesen Lui, Rinching dan Dengkil berdasarkan nilai b dan Kendall Z yang negatif seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.10. Berbeza dengan stesen Kajang, trend BPK dan UPK adalah meningkat berdasarkan nilai positif pekali kecerunan b Kendall Z. Trend – trend ini menggambarkan bahawa jumlah BPK dan UPK bagi stesen Lui, Rinching, Dengkil dan Langat keseluruhannya semakin menyusut dalam tempoh TR manakala bagi Kajang wujud peningkatan. Apa yang diperhatikan kesemua trend yang dicatatkan adalah tidak signifikan pada aras $\alpha = 0.05$.

Jadual 6.9.

*Analisis ANOVA ke atas BPK dan UBK bagi $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat*

| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 16.42 | 4 | 4.11 | 6.92 | 0.0001 | 2.49 |
| Dalam Kumpulan | 46.25 | 78 | 0.59 | | | |
| Jumlah | 62.67 | 82 | 0.76 | | | |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 6.10.

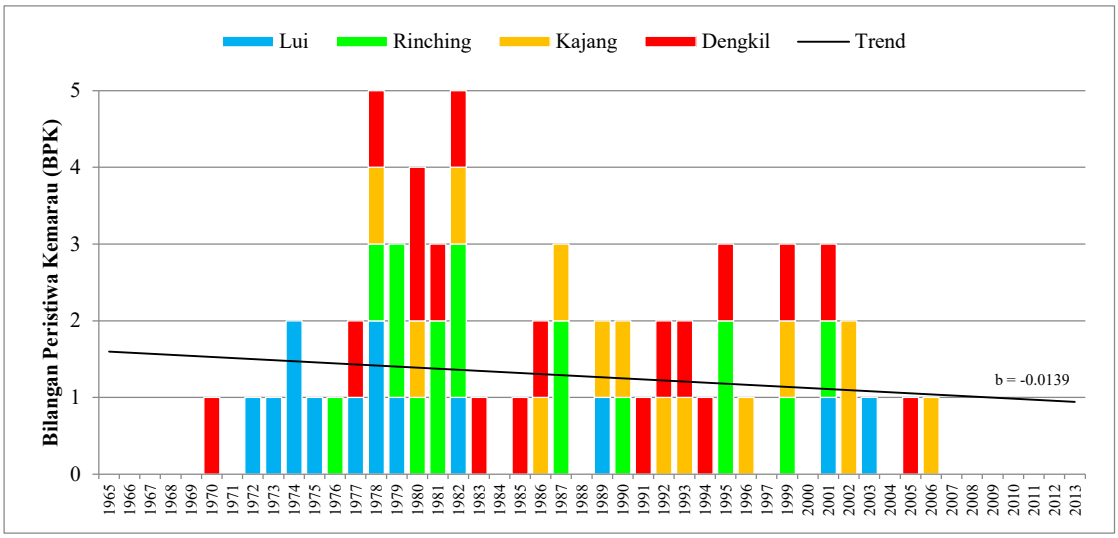
*Trend BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{45}$ di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | -0.59 | 0 | -0.011 | Menurun | Tidak |
| Rinching | 0.00 | 0 | -0.008 | Menurun | Tidak |
| Kajang | 1.20 | 0 | 0.013 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | -0.92 | 0 | -0.006 | Menurun | Tidak |
| Langat | -0.08 | 0 | -0.014 | Menurun | Tidak |

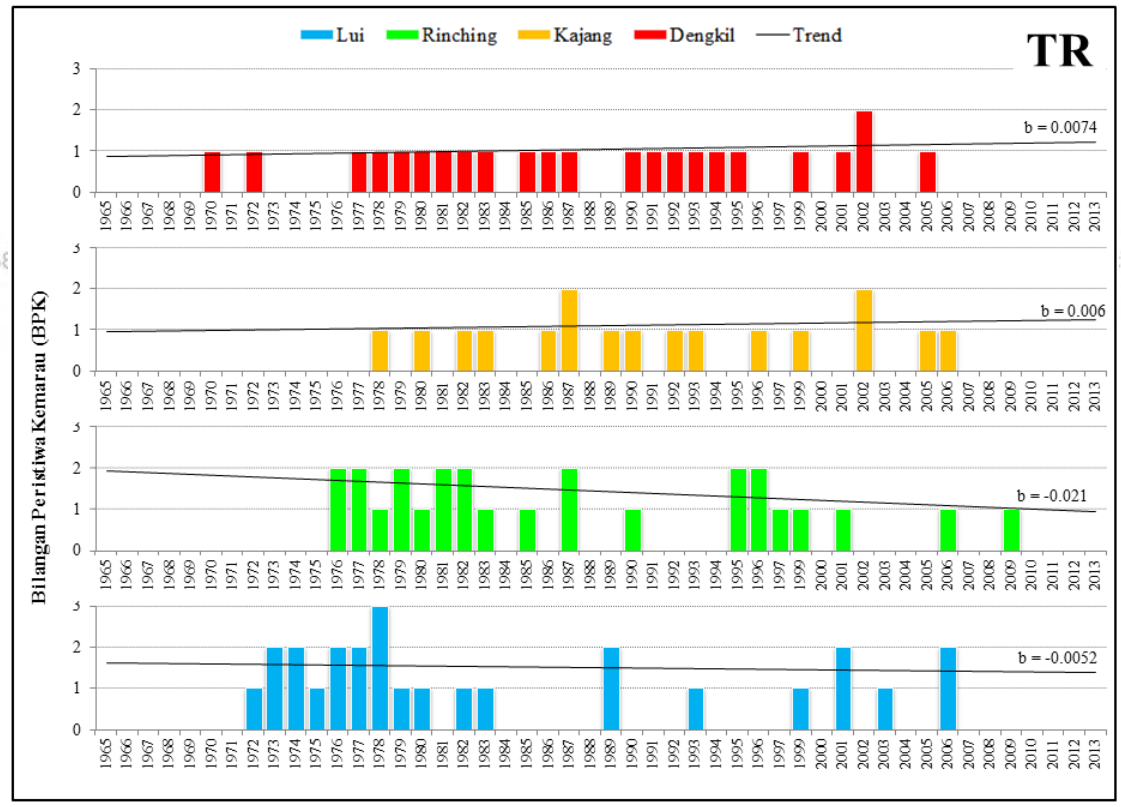
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.26*. Kumulatif BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat




*Rajah 6.27*.Taburan BPK dan UPK mengikut stesen bagi kemarau $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.1.3 PK mengikut tempoh asas $TA_{90}$

Jika dilihat taburan BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{90}$, jumlah kumulatif BPK keseluruhan yang melanda stesen-stesen di lembangan Sungai Langat ialah sebanyak 31 PK dalam tempoh 20 tahun TK seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.28. Jumlah BPK tertinggi dicatatkan di Stesen Lui (13 PK), diikuti oleh Rinching (10 PK) serta Dengkil dan Kajang masing-masing 5 PK dan 3 PK seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.29. Jumlah kumulatif PK tertinggi direkodkan pada tahun 1976, 1977, 1983 dan 2006 iaitu sebanyak 3 PK di mana taburan ini sekitar 20% daripada tahun kemarau TK $TA_{90}$. Jumlah kumulatif BPK yang tinggi dicatatkan oleh tahun-tahun tersebut disebabkan oleh wujud UPK seperti dicatatkan oleh stesen Lui pada tahun 1976 dan 2006 dan stesen Rinching pada tahun 1977. Purata kumulatif PK yang dicatatkan di lembangan Sungai Langat adalah sebanyak 1.6 PK setahun di mana jumlah ini lebih tinggi berbanding 1.18 PK bagi stesen Lui, 1.25 bagi stesen Rinching, 1.0 bagi stesen Kajang dan 1.25 bagi stesen Dengkil. Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan, menunjukkan tidak wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap kewujudan BPK dan UPK di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan dengan nilai $p = 0.83$ iaitu lebih besar berbanding dengan aras keyakinan ($P>0.05$) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.11. Perkara ini turut disahkan oleh nilai $F = 0.29$ yang lebih kecil berbanding nilai $F_{crit} = 3.05$.

Secara keseluruhan bagi Sungai Langat, terdapat trend penurunan jumlah PK bagi $TA_{90}$ tetapi ia tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$. Penurunan ini dibuktikan oleh nilai negatif (-ve) Kendall $Z = -0.31$ dan pemerhatian visual walaupun pekali kecerunan b regresi gari lurus menunjukkan nilai positif ($b = 0.0016$). Trend menurun ini juga turut sama dicatatkan oleh stesen Rinching berdasarkan nilai b dan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Kendall Z yang negatif seperti ditunjukkan dalam 6.4. Berbeza dengan stesen Lui dan Dengkil, trend BPK dan UPK adalah meningkat berdasarkan nilai positif pekali kecerunan b Kendall Z manakala trend yang malar dicatatkan oleh stesen Kajang seperti digambarkan dalam Jadual 6.12. Ini menunjukkan bahawa jumlah BPK dan UPK bagi stesen Rinching dan Langat keseluruhannya semakin menyusut dalam tempoh TR manakala Lui dan Dengkil menunjukkan wujud pertambahan. Apa yang diperhatikan kesemua trend yang dicatatkan adalah tidak signifikan pada aras $\alpha = 0.05$.

Jadual 6.11.

*Analisis ANOVA bagi BPK dan UBK bagi $TA_{90}$ di lembangan Sungai Langat*

| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 0.15 | 3 | 0.05 | 0.29 | 0.83 | 3.05 |
| Dalam Kumpulan | 3.89 | 22 | 0.18 | | | |
| Jumlah | 4.04 | 25 | 0.16 | | | |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 6.12.

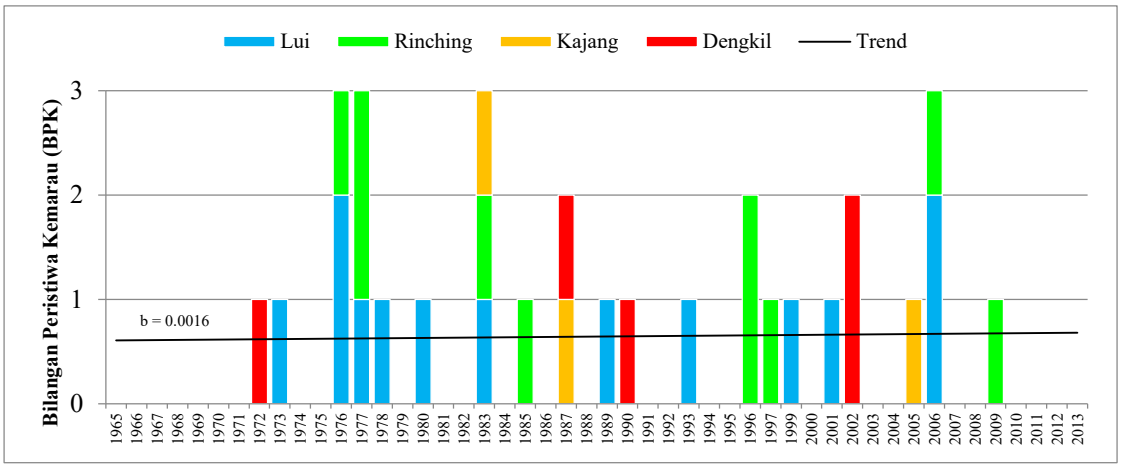
*Trend BPK dan UPK bagi kemarau $TA_{90}$ di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.12 | 0 | 0.007 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | - | -4.0 | -0.008 | Menurun | Tidak |
| Kajang | - | 0 | 0.000 | Tiada | Tidak |
| Dengkil | - | 3.00 | 0.032 | Meningkat | Tidak |
| Langat | -0.31 | 0 | 0.002 | Meningkat | Tidak |

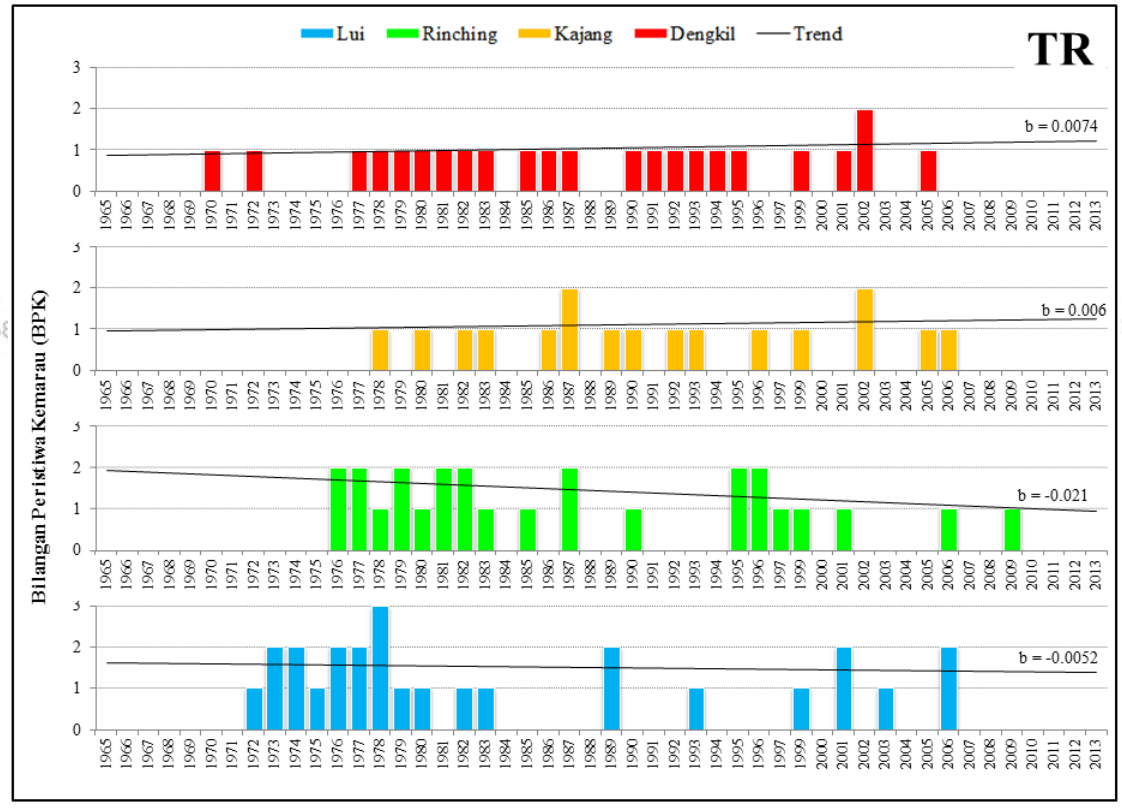
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.28*. Kumulatif BPK bagi kemarau $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat




*Rajah 6.29*. Taburan BPK mengikut stesen bagi kemarau $TA_{90}$ di lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.1.4 PK mengikut paras ambang (PA)

Jika dilihat taburan BPK dan UPK mengikut aras PA, taburan yang ditunjukkan juga berbeza-beza. Semakin rendah nilai PA yang digunakan, semakin mengecil jumlah BPK dan UPK yang terjadi seperti ditunjukkan pada semua stesen dan jumlah kumulatif Langat. Perkara ini digambarkan melalui Rajah 6.30 di mana jumlah BPK pada aras PA $Q_{70}$ yang direkodkan sebanyak 92 PK berbanding 58 PK pada aras PA $Q_{80}$, 22 PK pada aras PA $Q_{90}$ dan 6 PK pada aras PA $Q_{95}$. Bezantara antara setiap aras PA yang direkodkan antara 16 – 36 PK dengan nilai purata sebanyak 29 PK. Nisbah antara jumlah BPK berbanding TK yang dialami antara 1.20 - 2.88 PK dengan purata 1.94 PK setahun. Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan, menunjukkan hanya aras PA $Q_{70}$ sahaja yang menunjukkan wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata BPK dan UPK di antara aras-aras PA seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.13. Ini dibuktikan dengan nilai $p = 0.003$ iaitu lebih rendah berbanding dengan aras keyakinan ($P<0.05$). Perkara ini disahkan oleh nilai $F = 5.217$ yang lebih besar berbanding nilai $F_{crit} = 2.740$. Bagi aras PA $Q_{80}$ dan $Q_{90}$ pula, tidak wujud perbezaan yang signifikan seperti ditunjukkan oleh nilai p ($P>0,05$) dan nilai F yang lebih tinggi berbanding nilai $F_{crit}$.

Jadual 6.13.

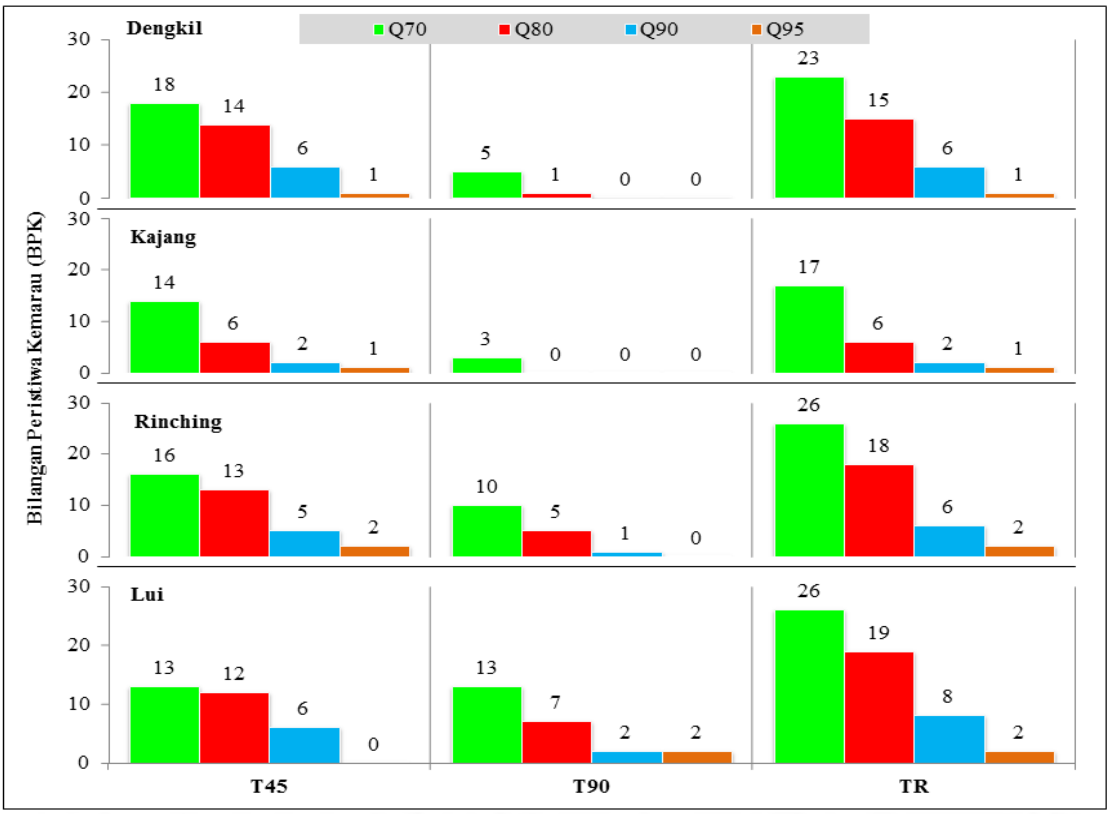
*Analisis ANOVA bagi BPK dan UBK mengikut PA di lembangan Sungai Langat*

| PA | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{70}$ | 3.077 | 3 | 1.026 | 5.217 | 0.003 | 2.740 |
| $Q_{80}$ | 1.089 | 3 | 0.363 | 1.960 | 0.135 | 2.827 |
| $Q_{90}$ | 0.069 | 3 | 0.023 | 0.141 | 0.934 | 3.287 |
| $Q_{95}$ | 0.000 | 3 | 0.000 | NA | NA | 19.164 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.30*. Bilangan Peristiwa Kemarau mengikut PA di Lembangan Sungai Langat

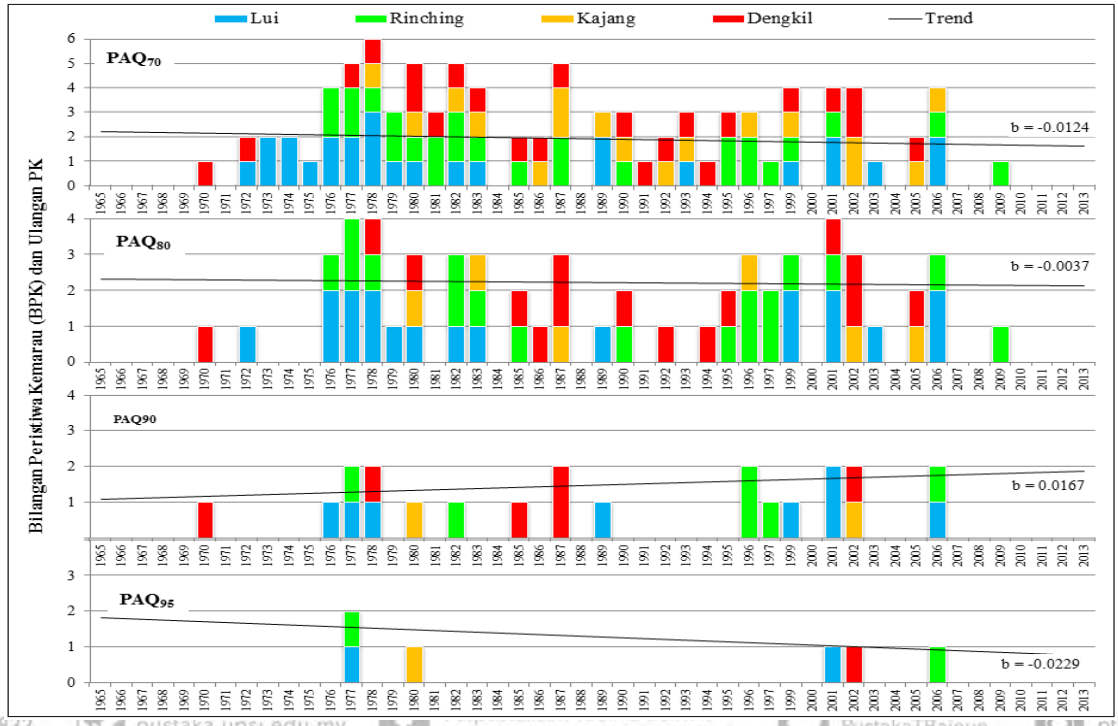
Berpandukan Rajah 6.31, didapati sebanyak 5 TK menunjukkan kemarau kekal berlaku pada semua aras PA iaitu pada tahun 1977 (stesen Lui dan Rinching), 1980 (stesen Kajang), 2001 (stesen Lui), 2002 (Stesen Dengkil) dan 2006 (Stesen Rinching). Jika dianalisis mengikut stesen, jumlah BPK di stesen Lui telah berkurangan sebanyak 24 PK antara aras PA $Q_{70}$ berbanding PA $Q_{95}$ dengan purata penyusutan sebanyak 8 PK bagi setiap aras PA. Nilai penyusutan yang direkodkan di stesen Lui mempunyai persamaan dengan nilai penyusutan di stesen Rinching. Bagi stesen Kajang dan Dengkil, bezantara PA $Q_{70}$ berbanding PA $Q_{95}$ iaitu masing-masing sebanyak 16 PK dan 22 PK. Purata penyusutan bagi setiap aras PA iaitu sebanyak 5.3 PK dan 7.3. Tahun 1978 dan 2001 menunjukkan tahun UPK bagi stesen Lui kerana wujud ulangan pada setiap aras PA manakala tahun-tahun UPK bagi stesen Rinching dicatatkan pada tahun

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



1977 dan 2006. Tahun UPK bagi stesen Kajang dicatatkan pada tahun 2001 manakala tahun 1980 dan 2002 bagi stesen Dengkil.




*Rajah 6.31*. Taburan BPK dan UPK mengikut PA di Lembangan Sungai Langat

### 6.5.2 Tempoh Kemarau

Tempoh sesuatu kemarau merujuk kepada satu jangka masa atau bilangan hari di mana nilai luahan berterusan kekal di bawah aras PA $Q_{70}$. Peristiwa kemarau akan bermula sekiranya nilai luahan memintas aras PA $Q_{70}$ dan berterusan berturut-turut berada di bawah aras tersebut, sekurang-kurangnya dalam tempoh minimum 45 hari sebelum memintas semula aras PA $Q_{70}$. Untuk melihat sifat tempoh kemarau, ciri-ciri tempoh kumulatif keseluruhan rekod (TR), tempoh kemarau dalam setahun (TT) dan tempoh kemarau bagi setiap peristiwa kemarau (TPK) akan dianalisis mengikut tempoh asas (TA) kemarau iaitu $TA_{45}$ dan $TA_{90}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.2.1 Tempoh mengikut TR-TK

Tempoh kemarau TR, TT dan TPK dalam tempoh tahun-tahun kemarau (TK) dapat dilihat melalui kehadiran PK pada aras PA $Q_{70}$. Tempoh kemarau TR-TK tertinggi dicatatkan oleh stesen Lui iaitu 2,601 hari diikuti oleh Rinching (2,269 hari), stesen Dengkil (1781 hari) dan Kajang (1,219 hari) di mana purata yang dicatatkan bagi keseluruhan Langat sebanyak 1,968 hari seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.32 dan Rajah 6.33. Liputan kemarau yang dicatatkan oleh kesemua stesen ini masih di bawah paras 20% daripada tempoh TR (14.8% - Lui, 16.3% - Rinching, 9.5% - Kajang dan 10.2 % - Dengkil). Jika dilihat dari sudut tempoh TT, bilangan hari kemarau yang dicatatkan dalam setahun di stesen Lui antara 56 hari (2003) - 308 hari (1989), stesen Rinching antara 54 hari (1990) – 235 hari (1977), stesen Kajang antara 47 hari (1990) – 212 hari (1987) hari dan stesen Dengkil 47 hari (1982) – 239 hari (1987). Purata yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 153 hari, 126 hari, 81 hari dan 85 hari manakala purata bagi Langat sebanyak 111 hari. Daripada nilai purata Langat ini, 52.9% tempoh TT di stesen Lui melebihi paras tersebut, stesen Rinching sebanyak 50.0%, Dengkil sebanyak 23.8% dan Kajang sebanyak 13.3%. Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh TT-TR bagi stesen Langat, didapati wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata tempoh berlakunya kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan oleh nilai $p = 0.002$ yang lebih rendah berbanding dengan nilai aras keyakinan ($p<0.05$) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.14. Perkara turut disokong oleh nilai $F = 5.350$ yang lebih besar daripada nilai $F_{crit} = 2.742$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.14.

*Analisis ANOVA tempoh kemarau TT-TR di Lembangan Sungai Langat*

| Punca | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 61732.2 | 3 | 20577.4 | 5.350 | 0.002 | 2.742 |
| Dalam Kumpulan | 257697.1 | 67 | 3846.2 | | | |
| Jumlah | 319429.3 | 70 | 4563.2 | | | |

Jika dilihat dari sudut tempoh TPK pula, bilangan hari yang dicatatkan terhadap 26 PK di Stesen Lui antara 45 hari (1974) - 250 (1989), stesen Rinching (26 PK) pula antara 45 hari (1981) – 186 hari (1997), stesen Kajang (17 PK) antara 47 hari (1990) – 149 hari (1987) dan stesen Dengkil (23 PK) antara 47 hari (1982) – 239 hari (1987). Purata TPK yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 100 hari, 87 hari, 72 hari dan 77 hari manakala purata bagi Langat sebanyak 84 hari. Daripada 92 PK yang direkodkan di Sungai Langat, 39.1% daripadanya mempunyai TPK yang melebihi paras purata Langat di mana 14 PK (53.8%) direkodkan di stesen Lui, 11 PK (42.3%) di stesen Rinching, 5 PK (29.4%) di stesen Kajang dan 6 PK (26.1%) di stesen Dengkil.

Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh TPK bagi stesen Sungai Langat, didapati tidak wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata tempoh berlakunya kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan oleh nilai $p = 0.13$ yang lebih besar berbanding dengan nilai aras keyakinan ($P>0.05$) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.15. Perkara ini turut disahkan lagi oleh nilai $F = 1.91$ yang lebih kecil daripada $\mathbf{F}_{crit} = 2.71$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.15.

*Analisis ANOVA tempoh kemarau TPK-TR di Lembangan Sungai Langat*

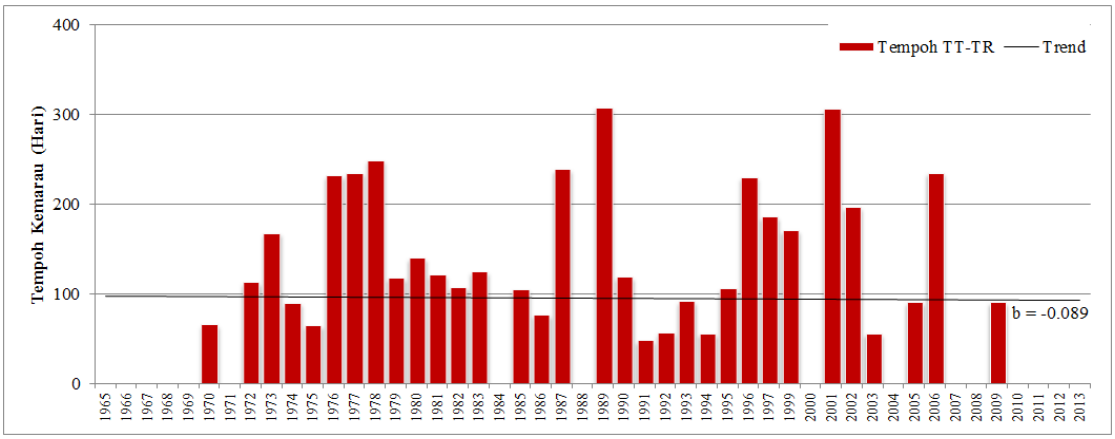
| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 10390.0 | 3 | 3463.3 | 1.91 | 0.13 | 2.71 |
| Dalam Kumpulan | 152331.8 | 84 | 1813.5 | | | |
| Jumlah | 162721.8 | 87 | 1870.4 | | | |

Trend kemarau mengikut tempoh TT di Sungai Langat secara keseluruhannya menunjukkan penurunan tempoh berdasarkan nilai negatif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b iaitu $b$ = -0.048 dalam Rajah 6.32. Pola ini turut disokong oleh nilai negatif (-ve) Kendall Z = -0.11 dan kecerunan Sen s = -0.1. Trend menurun ini juga turut sama dicatatkan oleh stesen Dengkil dan Rinching seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.33 dan Jadual 6.16. Berbeza dengan stesen Lui dan Kajang, trend TT yang ditunjukkan adalah meningkat berdasarkan nilai-nilai positif pekali kecerunan b, Kendall Z dan pekali kecerunan s. Ini menunjukkan bahawa tempoh masa kemarau tahunan sepanjang TK semakin menurun di Langat, stesen Dengkil dan Rinching tetapi pola sebaliknya berlaku pada stesen-stesen Lui dan Kajang. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

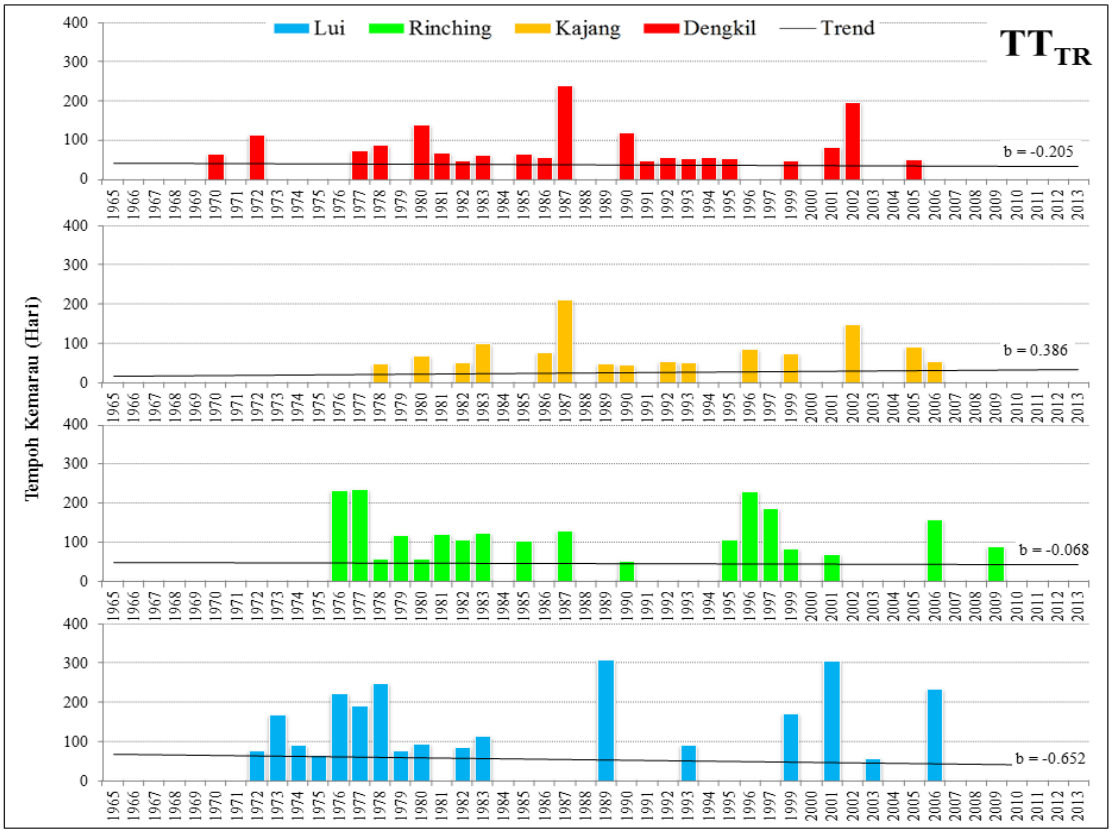
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.32*. Trend kemarau TT di lembangan Sungai Langat




*Rajah 6.33*. Trend kemarau TT mengikut stesen di lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.16.

*Trend TT dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

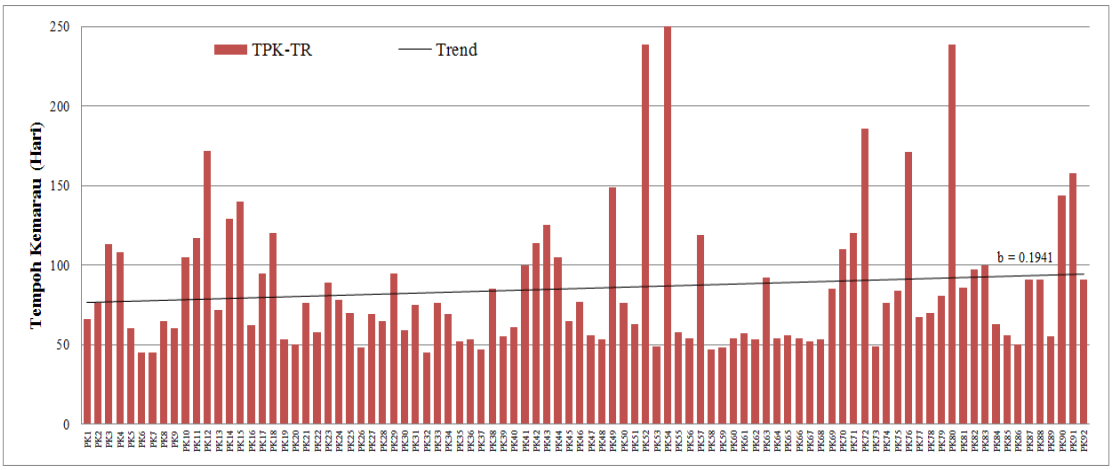
| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 1.11 | 2.483 | 4.613 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | -0.53 | -0.750 | -2.621 | Menurun | Tidak |
| Kajang | 0.99 | 0.500 | 2.247 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | -1.51 | -0.725 | -0.216 | Menurun | Tidak |
| Langat | -1.18 | -0.849 | -0.048 | Menurun | Tidak |

Bagi kemarau TPK-TR, trend di Sungai Langat keseluruhannya menunjukkan peningkatan seperti digambarkan oleh nilai positif pekali kecerunan b = 0.1938 dan Kendall Z = 0.61 seperti dalam Jadual 6.17, Rajah 6.34 dan Rajah 6.35. Trend menurun ini juga turut sama dicatatkan oleh semua stesen kecuali stesen Dengkil yang menunjukkan trend negatif. Ini menunjukkan bahawa tempoh masa kemarau bagi setiap PK mengikut TK semakin meningkat di Langat, stesen Lui, Rinching dan Kajang tetapi sebaliknya berlaku penyusutan tempoh PK di stesen Dengkil. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05 kecuali stesen Lui menunjukkan peningkatan yang signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

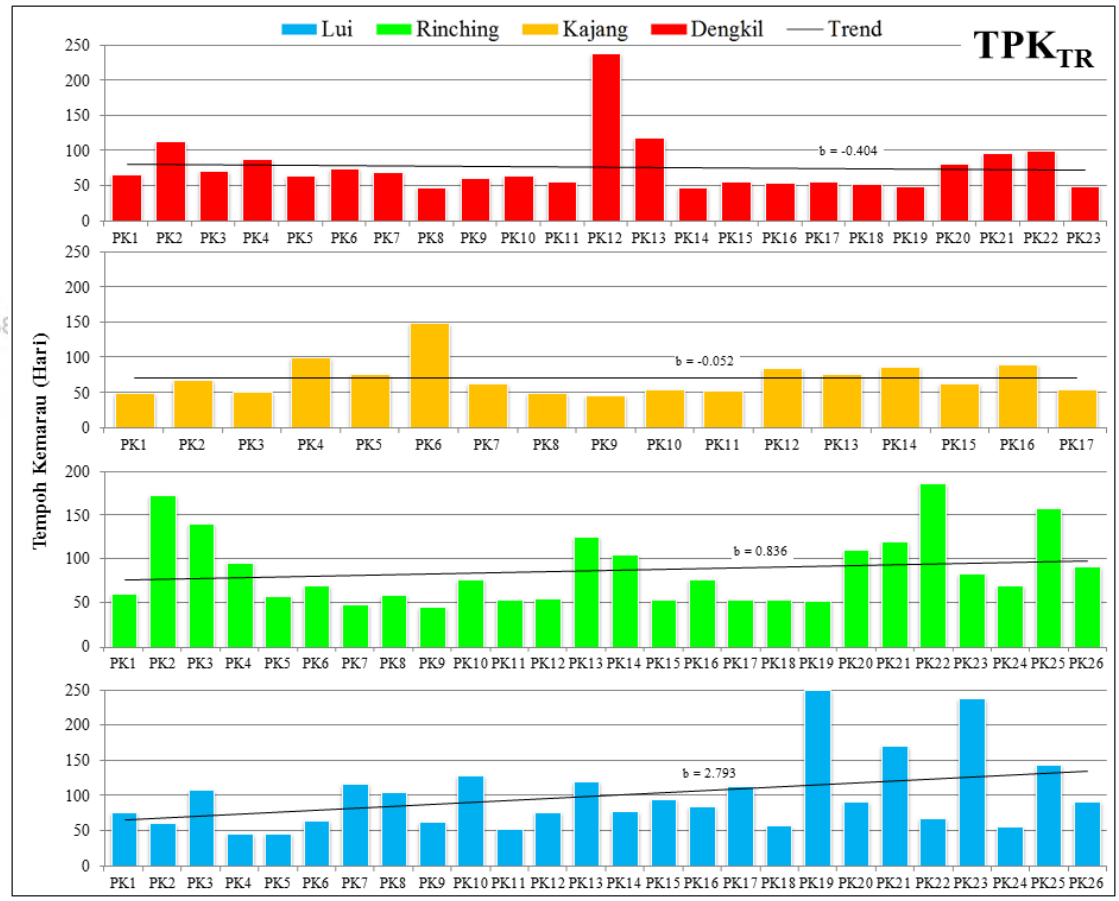
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.34*. Trend kemarau TPK-TR di Lembangan Sungai Langat




*Rajah 6.35*. Trend kemarau TPK-TR mengikut stesen di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.17.

*Trend TPK-TR dalam tempoh TR di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 1.76 | 1.778 | 2.793 | Meningkat | Ya |
| Rinching | 0.66 | 0.688 | 0.836 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | 0.66 | 0.472 | -0.052 | Menurun | Tidak |
| Dengkil | -1.27 | -0.833 | -0.404 | Menurun | Tidak |
| Langat | 0.61 | 0.061 | 0.194 | Meningkat | Tidak |

#### 6.5.2.2 Tempoh mengikut tempoh asas $TA_{45}$

Tempoh kemarau $TA_{45}$ merupakan sebahagian daripada tempoh kemarau TR-TK iaitu meliputi 48.1% daripada keseluruhan bilangan hari kemarau tempoh TK. Tempoh TR-$TA_{45}$ tertinggi dicatatkan oleh stesen Dengkil iaitu 1,113 hari diikuti oleh Rinching (967 hari), Kajang (879 hari) dan Lui (826 hari) di mana purata bagi Langat sebanyak 946 hari. Peratus liputan kemarau yang dicatatkan oleh stesen-stesen tersebut daripada tempoh TK ialah sebanyak 31.8% bagi stesen Lui, 42.6% bagi stesen Rinching, 72.1% bagi stesen Dengkil dan 62.5% bagi stesen Kajang. Jika dilihat dari sudut tempoh TT-$TA_{45}$, bilangan hari kemarau yang dicatatkan dalam setahun di stesen Lui antara 56 hari (2003) - 129 hari (1982), stesen Rinching antara 58 hari (1978) – 129 hari (1987), stesen Kajang antara 47 hari (1990) – 149 hari (2002) dan stesen Dengkil 47 hari (1982) – 140 hari (1980). Jumlah purata yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 75 hari, 88 hari, 68 hari dan 65 hari manakala purata bagi Langat sebanyak 74 hari. Bilangan TK $TA_{45}$ yang mengalami tempoh kurang daripada paras purata Langat iaitu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



82.4% bagi stesen Dengkil diikuti oleh stesen kajang (69.2%), stesen Lui (54.5% ) dan stesen Rinching (45.5%).

Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh TT- $TA_{45}$ bagi stesen Sungai Langat, didapati tidak wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata tempoh kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan oleh nilai $p = 0.120$ yang lebih besar berbanding dengan nilai aras keyakinan ($P>0.05$) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.18. Perkara turut disokong oleh nilai $F = 2.045$ yang lebih kecil daripada $F_{crit} = 2.798$.

Jadual 6.18.

*Analisis ANOVA tempoh kemarau TT- $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat*

| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 3831.543 | 3 | 1277.181 | 2.045 | 0.120 | 2.798 |
| Dalam Kumpulan | 29985.130 | 48 | 624.690 | | | |
| Jumlah | 33816.673 | 51 | 663.072 | | | |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jika dilihat dari sudut tempoh mengikut TPK- $TA_{45}$ pula, bilangan hari yang direkodkan terhadap 13 PK di Stesen Lui antara 45 hari (1974) - 85 (1982), stesen Rinching (16 PK) pula antara 45 hari (1981) – 84 hari (1999), stesen Kajang (14 PK) antara 47 hari (1990) – 86 hari (2002) dan stesen Dengkil (23 PK) antara 47 hari (1982) – 89 hari (1978). Purata TPK yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 64 hari, 60 hari, 63 hari dan 62 hari manakala purata bagi Langat sebanyak 61 hari. Bilangan PK yang mengalami tempoh kurang daripada paras purata Langat iaitu 54.1% daripada TK- $TA_{45}$ di mana Stesen Rinching mencatatkan 68.8% diikuti oleh stesen Dengkil dan Kajang (50.0%), dan stesen Lui (46.2% ).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh TPK-$TA_{45}$ bagi stesen Langat seperti dalam Jadual 6.19, didapati tidak wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata tempoh kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan oleh nilai $p = 0.914$ yang lebih besar berbanding dengan nilai aras keyakinan ($p>0.05$). Perkara ini turut disahkan lagi oleh nilai $F = 0.174$ yang lebih kecil daripada $F_{crit} = 2.766$ yang menunjukkan Hipotesis null (H0) (hipotesis ke-3 kajian) diterima.

Jadual 6.19.

*Analisis ANOVA tempoh kemarau TPK- $TA_{45}$ di lembangan Sungai Langat*

| **Sumber** | **SS** | **df** | **MS** | **F** | **$P_{value}$** | **$F_{crit}$** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 78.83 | 3 | 26.276 | 0.174 | 0.914 | 2.766 |
| Dalam Kumpulan | 8632.03 | 57 | 151.439 | | | |
| Jumlah | 8710.85 | 60 | 145.181 | | | |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Trend kemarau tempoh TT- $TA_{45}$ mengikut tahun TR di Langat secara keseluruhannya menunjukkan penurunan berdasarkan nilai negatif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan $b = -0.5484$. Trend ini turut disokong oleh nilai negatif (-ve) Kendall $Z = -1.45$ dan kecerunan Sen $s = -0.409$. Trend menurun ini juga turut sama dicatatkan oleh stesen Lui dan Dengkil seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.20, Rajah 6.36 dan Rajah 6.37. Berbeza dengan stesen Rinching dan Kajang, trend TT yang ditunjukkan adalah meningkat berdasarkan nilai-nilai positif pekali kecerunan b, Kendall Z dan pekali kecerunan s. Ini menunjukkan bahawa tempoh masa kemarau tahunan sepanjang TR- $TA_{45}$ semakin menurun di Langat, stesen Lui dan stesen Dengkil tetapi pola sebaliknya, berlaku trend meningkat di stesen Rinching dan Kajang. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



signifikan pada aras keyakinan α = 0.05 kecuali stesen Dengkil menunjukkan trend penurunan yang signifikan pada aras keyakinan tersebut.

Jadual 6.20.

*Trend TT- $TA_{45}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | -0.78 | -0.333 | -0.670 | Menurun | Tidak |
| Rinching | 0.00 | 0.417 | -0.262 | Menurun | Tidak |
| Kajang | 1.16 | 0.444 | 0.317 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | -2.23 | -0.795 | -0.251 | Menurun | Ya |
| Langat | -1.45 | -0.409 | -0.548 | Menurun | Tidak |

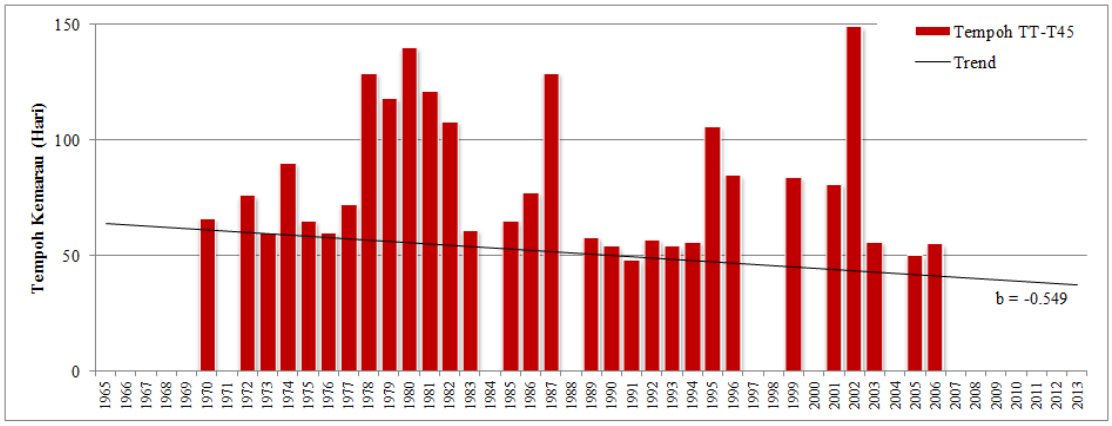
05-4506832 Perpustakaan Tuanku Bainun ptbupsi

Bagi kemarau TPK- $TA_{45}$, trend di Langat keseluruhannya menunjukkan pola penurunan seperti digambarkan oleh nilai negatif (-ve) pekali kecerunan b = -0.0014 dan Kendall Z = -0.25 seperti digambarkan dalam Jadual 6.21, Rajah 6.38 dan Rajah 6.39. Trend menurun ini juga turut sama dicatatkan oleh stesen Dengkil. Berbeza dengan stesen Lui, Rinching dan Kajang, trend TPK- $TA_{45}$ yang ditunjukkan adalah meningkat berdasarkan nilai-nilai positif pekali kecerunan b, Kendall Z dan kecerunan s. Ini menunjukkan bahawa tempoh masa kemarau bagi setiap PK mengikut TK semakin meningkat di stesen Lui, Rinching dan Kajang tetapi sebaliknya wujud pola menurun di Langat dan stesen Dengkil. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05 kecuali stesen Dengkil yang menunjukkan penyusutan tempoh yang signifikan pada aras tersebut.

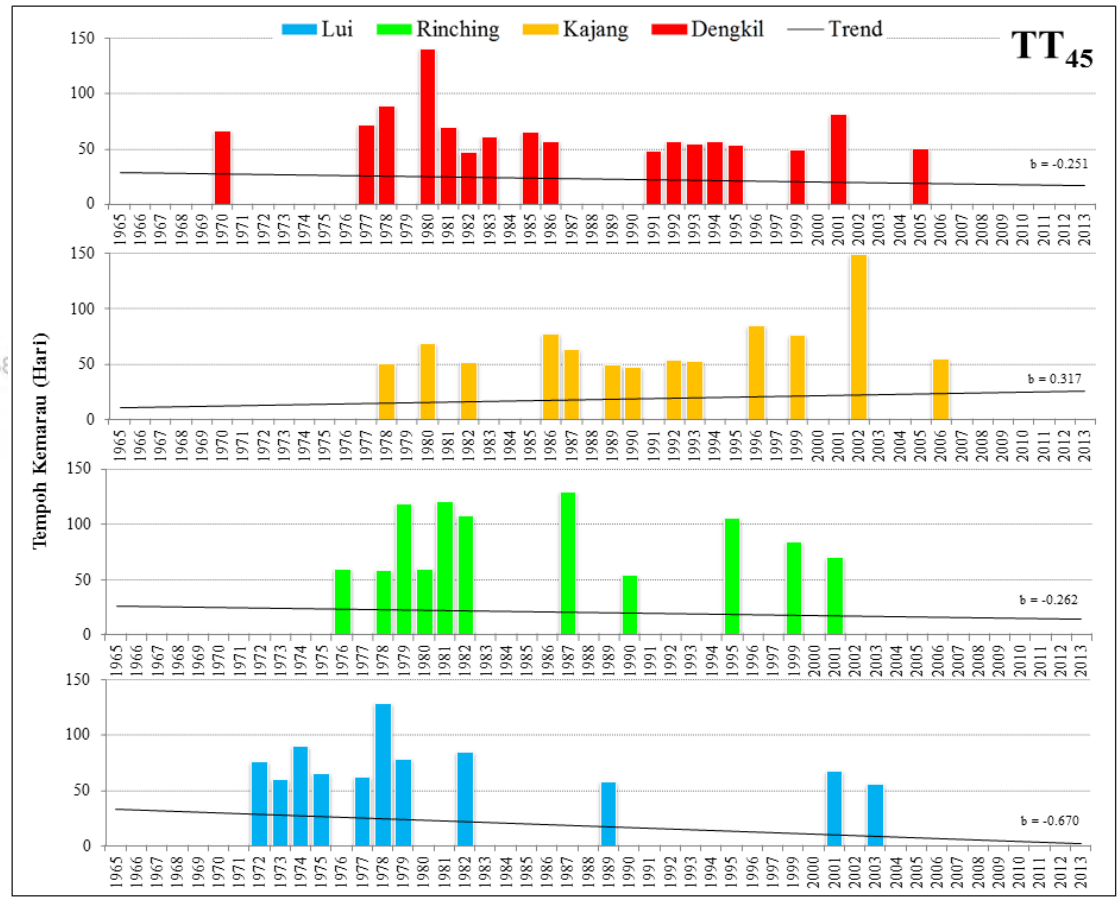
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.36*. Trend Kemarau TT-$TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat

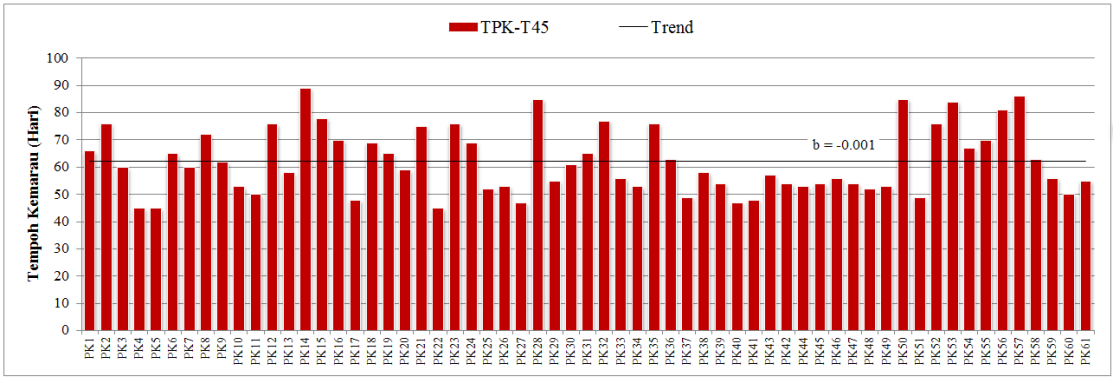



*Rajah 6.37*. Trend kemarau TT- $TA_{45}$ mengikut stesen di Lembangan Sungai Langat

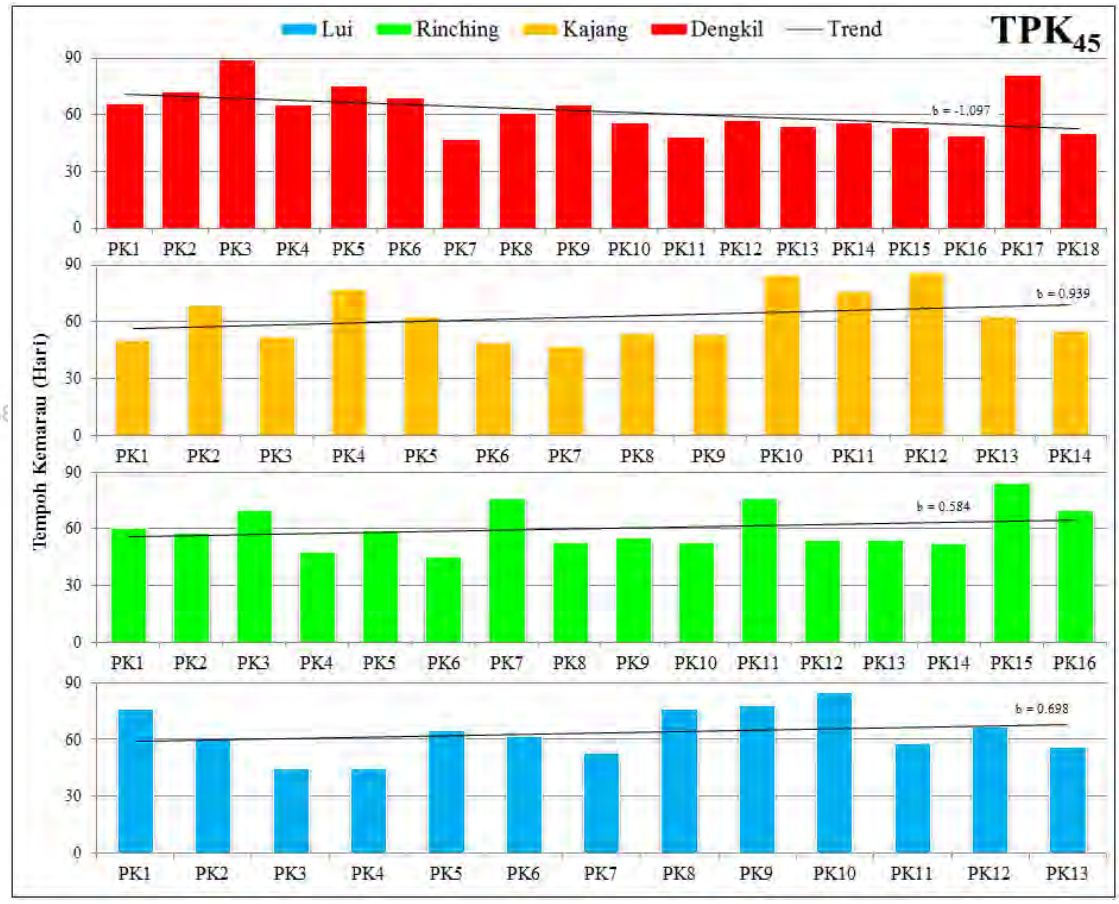
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.38.* Trend kemarau TPK- $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat




*Rajah 6.39*. Trend kemarau TPK- $TA_{45}$ mengikut stesen di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.21.

*Trend TPK- $TA_{45}$ dalam tempoh TK/TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.67 | 0.767 | 0.698 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | 0.23 | 0.225 | 0.584 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | 1.04 | 0.750 | 0.939 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | -2.43 | -1.222 | -1.097 | Menurun | Ya |
| Langat | -0.25 | 0.000 | -0.001 | Menurun | Tidak |

### 6.5.2.3 Tempoh mengikut tempoh asas $TA_{90}$

Tempoh kemarau $TA_{90}$ juga merupakan sebahagian daripada tempoh kemarau TR-TK di mana tempoh ini meliputi 51.9% daripada keseluruhan bilangan hari kemarau tempoh TR. Tempoh kemarau TR- $TA_{90}$ tertinggi dicatatkan oleh stesen Lui iaitu 1,775 hari diikuti oleh Rinching (1,302 hari), Dengkil (668 hari) dan Kajang (340 hari) di mana purata bagi Langat sebanyak 1,021 hari seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.40. Peratus liputan kemarau yang dicatatkan oleh stesen-stesen tersebut daripada tempoh TK ialah sebanyak 68.2% bagi stesen Lui, 57.4% bagi stesen Rinching, 27.9% bagi stesen Dengkil dan 37.5% bagi stesen Kajang. Jika dilihat dari sudut tempoh TT- $TA_{90}$, bilangan hari kemarau yang dicatatkan dalam setahun di stesen Lui antara 92 hari (1993) - 250 hari (1999), stesen Rinching antara 91 hari (2009) – 235 hari (1977), stesen Kajang antara 91 hari (2005) – 149 hari (1987) dan stesen Dengkil antara 113 hari (1972) – 239 hari (1987) Jumlah purata yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 161 hari, 163 hari, 113 hari dan 167 hari manakala purata bagi Langat sebanyak 151 hari. Bilangan tahun yang mengalami tempoh lebih daripada paras purata

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Langat iaitu 62.5% bagi stesen Rinching diikuti oleh stesen Lui (45.5%) dan stesen Dengkil (50.0% ). Semua tempoh TT yang dialami oleh Kajang adalah di bawah paras purata Langat

Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh TT- $TA_{90}$ bagi stesen Sungai Langat seperti dalam Jadual 6.22, didapati wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata tempoh kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan oleh nilai $p = 0.000005$ yang lebih kecil berbanding dengan nilai aras keyakinan ($P<0.05$). Perkara turut disokong oleh nilai $F = 8.02$ yang lebih kecil daripada $F_{crit} = 2.41$.

Jadual 6.22.

*Analisis ANOVA tempoh kemarau TT- $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat*

| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 186065.9 | 4 | 46516.5 | 8.02 | 0.000005 | 2.41 |
| Dalam Kumpulan | 1332882.2 | 230 | 5795.1 | | | |
| Jumlah | 1518948.1 | 234 | 6491.2 | | | |

Jika dilihat dari sudut tempoh TPK- $TA_{90}$ pula, bilangan hari TPK yang direkodkan ke atas 13 PK di stesen Lui antara 91 hari (2006) - 250 hari (1989), stesen Rinching (10 PK) pula antara 91 hari (2009) - 186 hari (1997), stesen Kajang (3 PK) antara 91 hari (2005) - 149 hari (1987) dan stesen Dengkil (5 PK) antara 97 hari (2002) - 239 hari (1987). Purata TPK yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 137 hari, 130 hari, 113 hari dan 134 hari manakala purata bagi Langat sebanyak 128 hari. Bilangan PK yang mengalami tempoh melebihi daripada paras purata Langat iaitu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



35.5% daripada TPK- $TA_{90}$ di mana stesen Rinching mencatatkan 40.0% diikuti oleh stesen Lui (38.5%), stesen Kajang (33.3%) dan stesen Dengkil (20.0% ).

Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh TPK- $TA_{90}$ bagi stesen Sungai Langat seperti dalam Jadual 6.23, didapati tidak wujud perbezaan yang signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$ terhadap purata tempoh kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat. Ini dibuktikan oleh nilai $p = 0.901$ yang lebih besar berbanding dengan nilai aras keyakinan ($P>0.05$). Perkara ini turut disahkan lagi oleh nilai $F = 0.191$ yang lebih kecil daripada $F_{crit} = 3.028$.

Jadual 6.23.

*Analisis ANOVA tempoh kemarau TPK- $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat*

| Sumber | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antara Kumpulan | 1389.1 | 3 | 463.02 | 0.191 | 0.901 | 3.028 |
| Dalam Kumpulan | 55649.9 | 23 | 2419.56 | | | |
| Jumlah | 57039.0 | 26 | 2193.81 | | | |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Trend kemarau tempoh TT- $TA_{90}$ mengikut tahun TR di Langat secara keseluruhannya menunjukkan peningkatan berdasarkan nilai positif (+ve) yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan $b = 0.5889$. Trend ini turut disokong oleh nilai positif (+ve) Kendall $Z = 0.06$ dan kecerunan Sen iaitu $s = 0.087$. Trend meningkat ini juga turut sama dicatatkan oleh stesen Lui dan Dengkil seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.24, Rajah 6.40 dan Rajah 6.41. Berbeza dengan stesen Rinching dan Kajang, trend TT- $TA_{90}$ yang ditunjukkan adalah menurun berdasarkan nilai-nilai positif Kendall Z dan pekali kecerunan s. Ini menunjukkan bahawa tempoh masa kemarau tahunan yang dialami sepanjang TK- $TA_{90}$ semakin meningkat di Langat, stesen Lui dan stesen

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Dengkil tetapi sebaliknya wujud penurunan bagi stesen Rinching dan Kajang. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan α = 0.05.

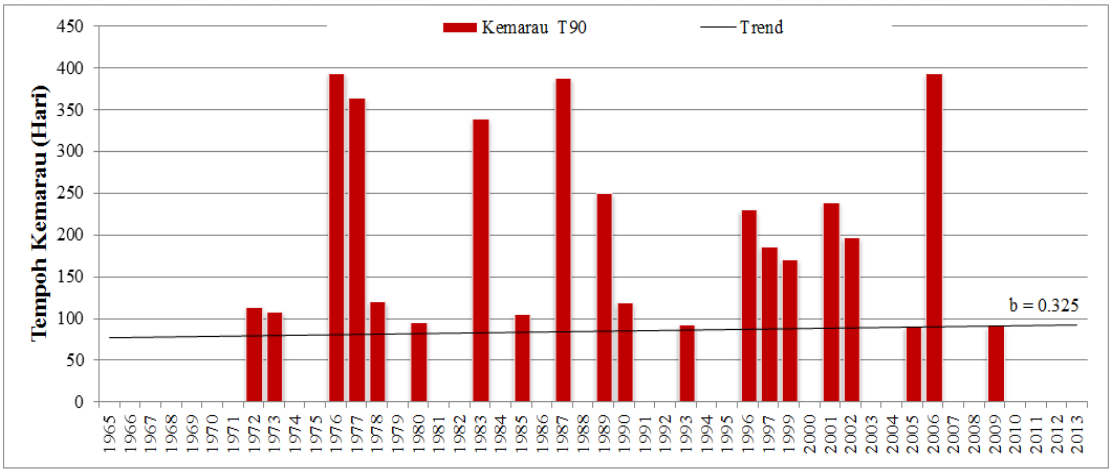
Jadual 6.24.

*Trend TT- $TA_{90}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.78 | 2.400 | 0.018 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | *-10 | -2.491 | 0.193 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | *-1 | -0.429 | 0.000 | Tiada | Tidak |
| Dengkil | *2 | 1.615 | 0.045 | Meningkat | Tidak |
| Langat | 0.06 | 0.087 | 0.589 | Meningkat | Tidak |

*Ujian Kendall S

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

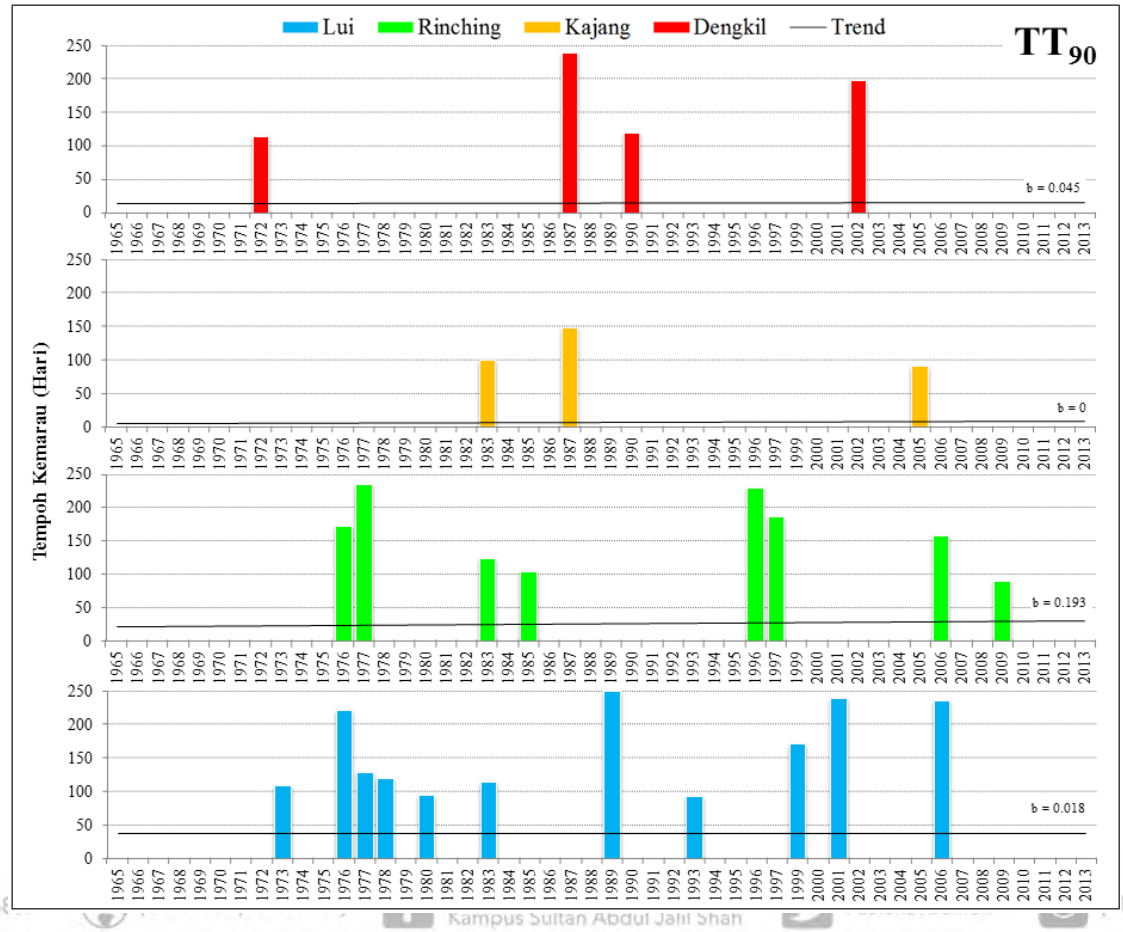



*Rajah 6.40*. Trend Kemarau TT- $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





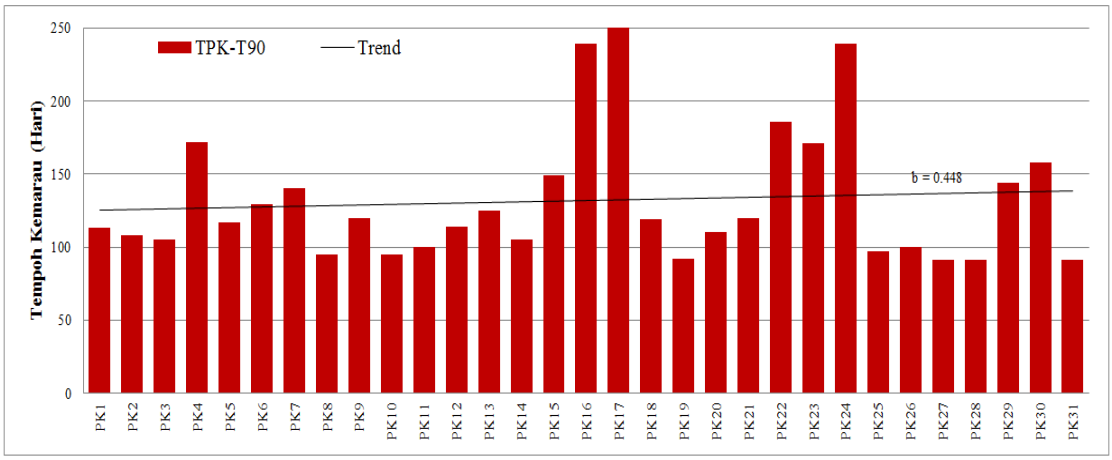

*Rajah 6.41*. Trend kemarau TT- $TA_{90}$ mengikut stesen di Lembangan Sungai Langat

Bagi kemarau TPK- $TA_{90}$, trend di Langat keseluruhannya menunjukkan pola penurunan seperti digambarkan oleh nilai negatif (-ve) Kendall Z = -0.24 dan pekali kecerunan Sen s = -0.111 seperti dalam Jadual 6.25, Rajah 6.42 dan Rajah 6.43. Trend menurun ini juga turut sama dicatatkan di semua stesen kecuali stesen Lui. Ini menunjukkan bahawa tempoh masa kemarau bagi setiap PK mengikut TK- $TA_{90}$ semakin menurun di Langat, stesen Rinching, Kajang dan Dengkil tetapi sebaliknya berlaku peningkatan di stesen Lui. Semua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

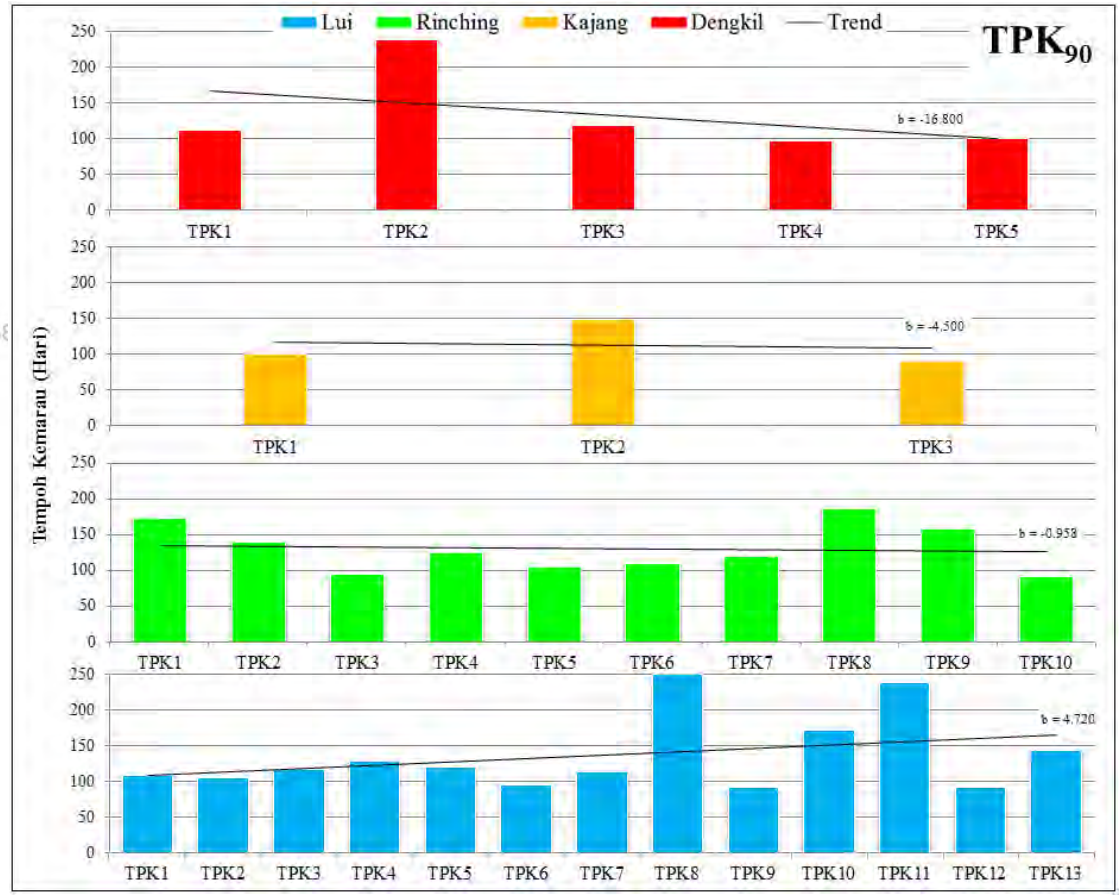
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.42*. Trend kemarau TPK- $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat




*Rajah 6.43*. Trend kemarau TPK- $TA_{90}$ mengikut stesen di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 6.25.

*Trend TPK- $TA_{90}$ dalam tempoh TK/TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.55 | 2.850 | 4.720 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | -0.36 | -1.750 | -0.958 | Menurun | Tidak |
| Kajang | *-*1* | -4.500 | -4.500 | Menurun | Tidak |
| Dengkil | *-*4* | -7.417 | -16.800 | Menurun | Tidak |
| Langat | -0.24 | -0.111 | 0.448 | Meningkat | Tidak |

*Ujian Kendall S

### 6.5.2.4 Tempoh mengikut paras ambang (PA)

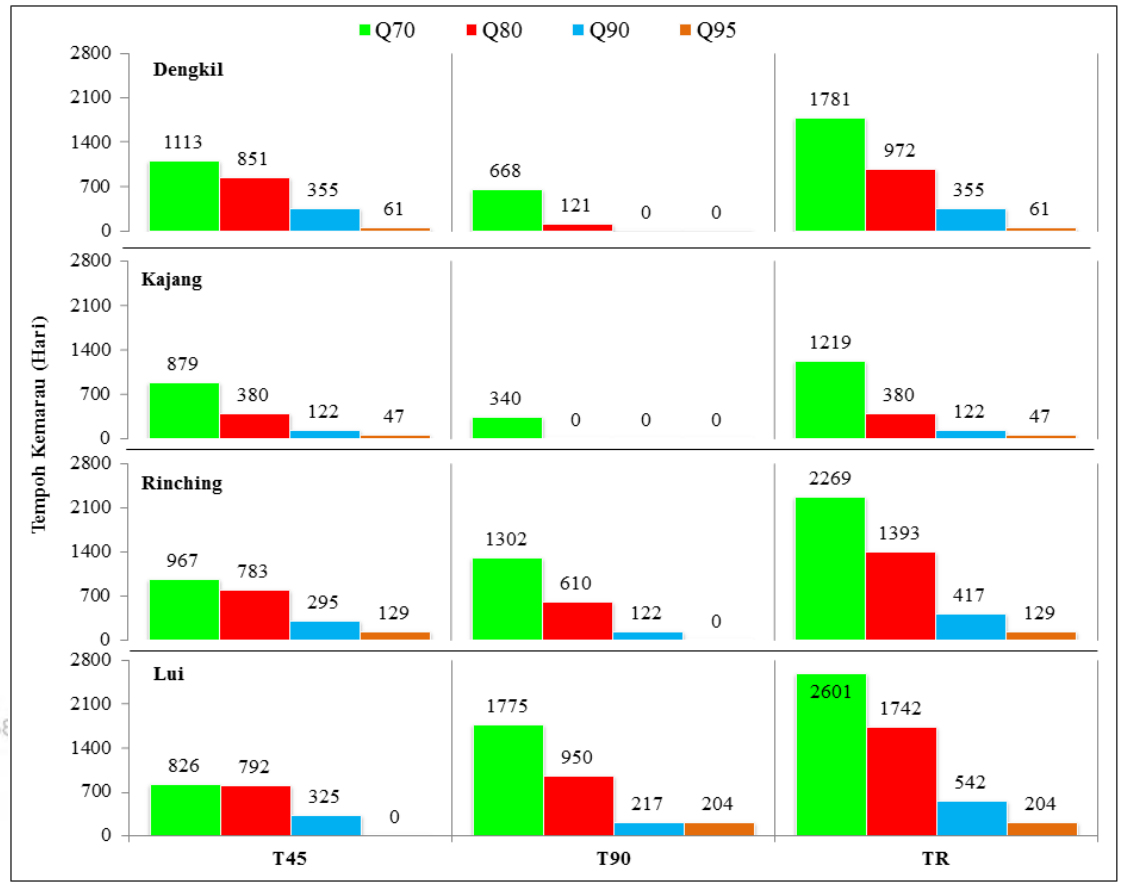
Jika dilihat taburan TR-TK, TT dan TPK mengikut aras PA, corak yang ditunjukkan adalah berbeza-beza. Semakin rendah nilai aras PA yang digunakan, semakin mengecil jumlah TR-TK, TT dan TPK yang terjadi seperti ditunjukkan pada Rajah 6.44. Tempoh TR-TK pada aras PA $Q_{70}$ yang direkodkan antara 1,219 hari – 2,601 hari dengan purata sebanyak 1,968 hari di mana tempoh ini merupakan 11.2% daripada tempoh TR manakala bilangan hari kemarau pada aras PA $Q_{80}$ yang direkodkan antara 380 hari – 1,742 hari dengan purata 1,122 hari (6.4%). Bagi tempoh TR-TK pada aras PA $Q_{90}$ pula antara 122 hari - 542 hari dengan purata 359 hari (2.0%) dan pada aras PA $Q_{95}$ antara 47 hari - 204 hari dengan purata 110 hari (0.6%). Daripada nilai purata setiap aras PA keseluruhan Langat yang dicatatkan ini, hanya stesen Lui dan Rinching sahaja yang menunjukkan nilai purata TR-TK melebihi paras purata. Turut sama diperhatikan ialah purata bezantara antara setiap aras PA iaitu 846 hari antara PA $Q_{70}$ vs PA $Q_{80}$, 763 hari antara PA $Q_{80}$ vs PA $Q_{90}$ dan 249 hari antara PA $Q_{90}$ vs PA $Q_{95}$. Purata bezantara

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



keseluruhan aras PA antara 391 hari – 799 hari di mana bezantara tertinggi dicatatkan oleh stesen Lui manakala bezantara terendah dicatatkan oleh stesen Kajang.




*Rajah 6.44*. Tempoh kemarau TR mengikut PA di lembangan Sungai Langat

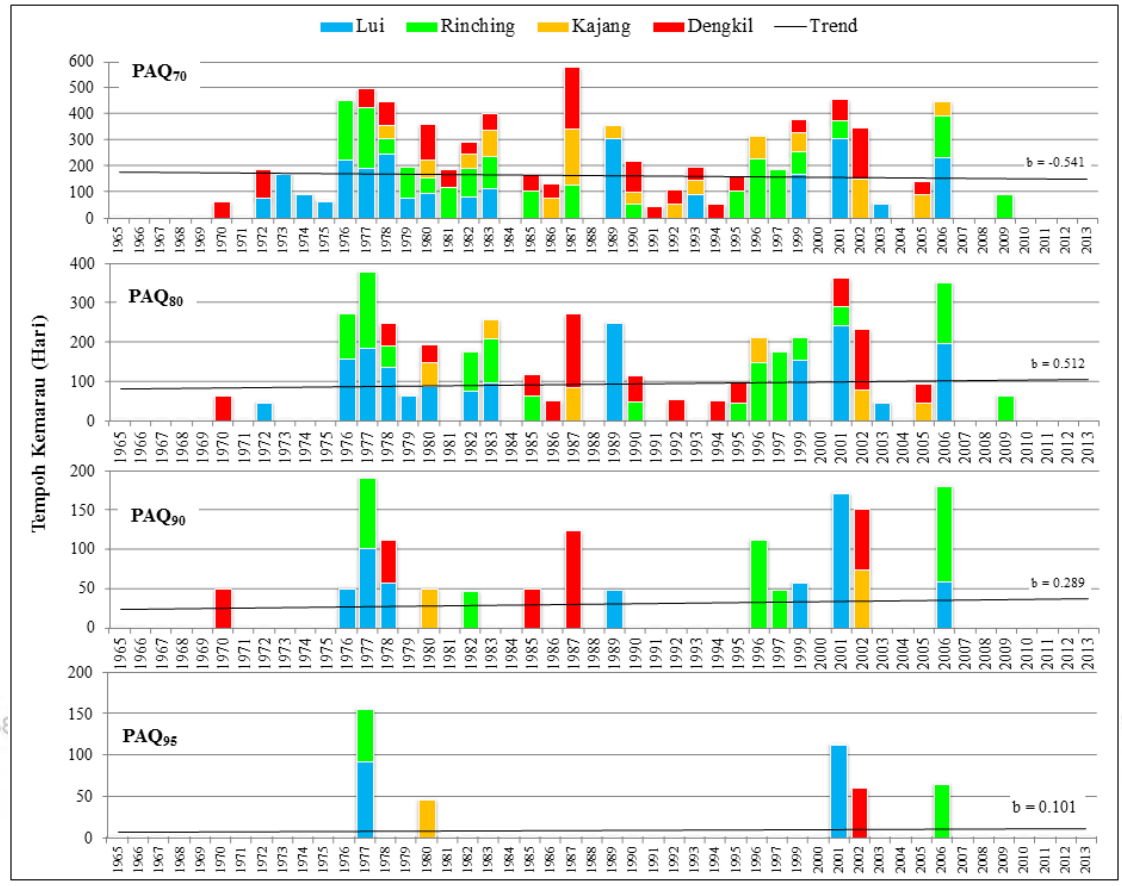
Jika dilihat dari sudut tempoh TT-TR, bilangan hari kemarau yang dicatatkan pada aras PA $Q_{70}$ antara 47 - 308 hari dengan tempoh purata 111 hari. Bagi aras PA $Q_{80}$, tempoh yang dicatatkan antara 45 - 248 hari dengan tempoh purata 93 hari. Begitu juga dengan aras PA $Q_{90}$ dan PA $Q_{95}$ tempoh purata yang direkodkan masing-masing 65 hari (47 - 112 hari) dan 69 hari. Apa yang diperhatikan ialah tempoh kemarau berkurangan sejajar dengan penurunan nilai PA seperti di tunjukkan dalam Rajah 6.45. Peratus bilangan tahun yang mengalami tempoh kemarau yang melebihi nilai purata aras PA masing-masing iaitu 27.2% bagi aras PA $Q_{70}$, 29.3% bagi aras PA $Q_{80}$, 31.8% hari bagi aras PA $Q_{90}$ dan 33.3% hari bagi aras PA $Q_{95}$. Ini menunjukkan bahawa

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



hampir 70% bilangan tahun TK hanya dilanda oleh tempoh kemarau yang kurang daripada purata aras masing-masing.




*Rajah 6.45*. Taburan TT-TR mengikut PA di lembangan Sungai Langat

Tempoh maksimum kemarau TR-TK yang direkodkan oleh setiap aras juga turut berbeza seperti ditunjukkan oleh nilai purata maksimum aras PA masing-masing. Purata tempoh maksimum aras PA $Q_{70}$ yang direkodkan sebanyak 249 hari manakala 179 hari bagi aras PA $Q_{80}$, 123 hari bagi PA $Q_{90}$ dan 71 hari bagi PA $Q_{95}$. Apa yang diperhatikan ialah semua tempoh maksimum kemarau pada setiap aras PA di Stesen Lui menunjukkan nilai yang melebihi paras purata keseluruhan aras PA yang direkodkan. Bagi stesen Rinching hanya pada aras PA $Q_{80}$ dan stesen Dengkil hanya pada PA $Q_{90}$. Bagi stesen Kajang, tidak terdapat satu pun tempoh maksimum berada di atas paras nilai purata tersebut. Bagi bezantara nilai maksimum tempoh TT-TR antara

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



aras PA pula, nilai purata yang dicatatkan ialah selama 69 hari antara PA $Q_{70}$ vs PA $Q_{80}$, 57 hari antara PA $Q_{80}$ vs PA $Q_{90}$ dan 51 hari antara PA $Q_{90}$ vs PA $Q_{95}$. Jika dilihat pola perbezaan ini, bezantara tertinggi dicatatkan oleh PA $Q_{80}$ vs PA $Q_{90}$ di semua stesen kecuali stesen Sungai Langat yang menunjukkan nilainya sangat kecil.

Jika dilihat dari sudut tempoh kemarau TPK-TR, bilangan hari kemarau turut berkurangan seiringan dengan nilai PA yang digunakan. Pada aras PA $Q_{70}$, jumlah BPK adalah sebanyak 92 PK di mana tempoh PK yang dicatatkan antara 45 hari – 250 hari dengan tempoh purata selama 84 hari. 60.9% BPK pada aras ini telah mengalami tempoh kurang daripada nilai purata tersebut. Tempoh terendah yang dicatatkan pada aras ini direkodkan pada tahun 1974 di stesen Lui dan tahun 1981 di stesen Rinching manakala tempoh tertinggi direkodkan pada tahun 1989 di stesen Lui. Bagi PA $Q_{80}$, jumlah BPK yang catatkan sebanyak 58 PK. Tempoh TPK yang dicatatkan antara 45 hari – 248 hari dengan tempoh purata selama 74 hari di mana 58.6% BPK telah mengalami tempoh kurang daripada nilai purata tersebut. Tempoh terendah yang dicatatkan pada aras ini direkodkan pada tahun 2003 di stesen Lui dan tahun 1980 di stesen Dengkil manakala tempoh tertinggi direkodkan pada tahun 1989 di stesen Lui. Bagi PA $Q_{90}$ pula, jumlah BPK yang catatkan sebanyak 22 PK. Tempoh TPK yang dicatatkan antara 45 hari – 122 hari dengan tempoh purata selama 64 hari di mana 59.1% BPK telah mengalami tempoh kurang daripada nilai purata tersebut. Tempoh terendah yang dicatatkan pada aras ini direkodkan pada tahun 1996 di stesen Rinching dan tahun 1987 di stesen Dengkil manakala tempoh tertinggi direkodkan pada tahun 2006 di stesen Rinching. Seterusnya bagi PA $Q_{95}$ pula, jumlah BPK yang catatkan sebanyak 6 PK. Tempoh TPK yang dicatatkan antara 47 hari – 112 hari dengan tempoh purata selama 53 hari di mana 16.7% BPK telah mengalami tempoh kurang daripada

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



nilai purata tersebut. Tempoh terendah yang dicatatkan pada aras ini direkodkan pada tahun 1980 di stesen Kajang manakala tempoh tertinggi direkodkan pada tahun 2001 di stesen Lui.

Perbezaan antara aras PA bagi TPK adalah berbeza-beza antara 2 hari hingga 200 hari. Jumlah bezantara PA $Q_{70}$ vs PA $Q_{80}$ antara 2 – 118 hari dengan purata selama 26 hari, bagi PA $Q_{80}$ vs PA $Q_{90}$ antara 4 – 200 hari dengan purata 27 hari dan bezantara PA $Q_{90}$ vs PA $Q_{95}$ antara 2 – 57 hari dengan purata selama 17 hari. Jika dilihat pola bezantara ini, tempoh tertinggi bagi PA $Q_{80}$ vs PA $Q_{90}$ direkodkan pada tahun 1987 di stesen Dengkil, bagi PA $Q_{80}$ vs PA $Q_{90}$ pula direkodkan pada tahun 1989 di stesen Lui manakala PA $Q_{90}$ vs PA $Q_{95}$ direkodkan pada tahun2006 di stesen Rinching. Perincian bezantara ini seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.46.

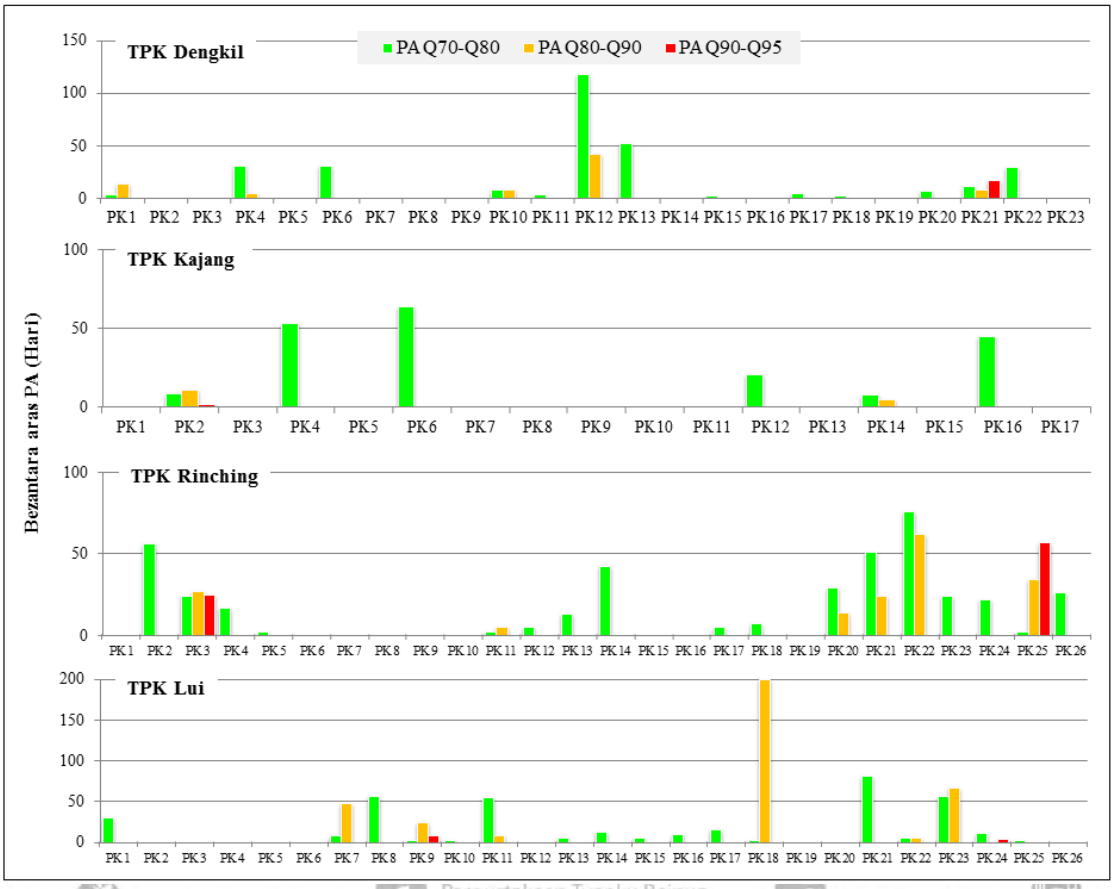
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Daripada analisis ANOVA satu hala yang dilakukan terhadap tempoh kemarau TT-TR mengikut aras PA, hanya PA $Q_{70}$ dan PA $Q_{80}$ sahaja yang menunjukkan wujud perbezaan yang signifikan terhadap purata tempoh kemarau TR di antara stesen-stesen Sungai Langat pada aras tersebut. Ini dibuktikan oleh nilai p yang lebih kecil (PA $Q_{70}$ $p = 0.002$; PA $Q_{80}$ $p = 0.021$) berbanding dengan nilai aras keyakinan ($P<0.05$). Perkara ini turut disahkan lagi oleh nilai F yang lebih besar daripada $F_{crit}$ seperti digambarkan dalam Jadual 6.26. Namun pada aras PA $Q_{90}$ dan $Q_{95}$, didapati tidak wujud perbezaan yang signifikan terhadap purata tempoh kemarau di antara stesen-stesen Sungai Langat pada aras tersebut berasaskan nilai p yang lebih besar berbanding dengan nilai aras keyakinan ($P>0.05$). Perkara ini turut disahkan lagi oleh nilai F yang lebih kecil daripada $F_{crit}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.46*. Bezantara bilangan hari TPK antara aras PA mengikut stesen di lembangan Sungai Langat

Jadual 6.26.

*Analisis ANOVA bagi tempoh kemarau TT mengikut aras PA di Lembangan Sungai Langat*

| PA | SS | df | MS | F | $P_{value}$ | $F_{crit}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{70}$ | 61732.18 | 3 | 20577.393 | 5.350 | 0.002 | 2.742 |
| $Q_{80}$ | 31096.27 | 3 | 10365.424 | 3.621 | 0.021 | 2.827 |
| $Q_{90}$ | 859.72 | 3 | 286.572 | 0.200 | 0.895 | 3.287 |
| $Q_{95}$ | 2645.00 | 3 | 881.667 | 8.795 | 0.104 | 19.164 |

Trend kemarau tempoh TT mengikut paras PA di Langat secara keseluruhannya menunjukkan peningkatan berdasarkan 71.4% nilai Kendall Z dan kecerunan Sen menunjukkan nilai positif (+ve) seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.27. Cuma terdapat beberapa aras PA yang menunjukkan penurunan iaitu di stesen Rinching dan Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



pada aras PA $Q_{70}$ dan PA $Q_{80}$ serta Kajang pada aras PA $Q_{80}$. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

Jadual 6.27.

*Trend tempoh kemarau TT mengikut aras PA di Lembangan Sungai Langat*

| Paras Ambang | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| L- $Q_{70}$ | 1.11 | 2.483 | -0.652 | Menurun | Tidak |
| R- $Q_{70}$ | -0.53 | -0.750 | -2.621 | Menurun | Tidak |
| K- $Q_{70}$ | 0.99 | 0.500 | -1.224 | Meningkat | Tidak |
| D- $Q_{70}$ | -1.51 | -0.725 | -0.206 | Menurun | Tidak |
| L- $Q_{80}$ | 0.79 | 3.117 | -0.052 | Meningkat | Tidak |
| R- $Q_{80}$ | -0.55 | -0.571 | -1.043 | Menurun | Tidak |
| K- $Q_{80}$ | *-1 | -0.048 | -0.336 | Menurun | Tidak |
| D- $Q_{80}$ | -0.31 | -0.155 | 0.187 | Menurun | Tidak |
| L- $Q_{90}$ | *6 | 0.276 | 0.120 | Meningkat | Tidak |
| R- $Q_{90}$ | *4 | 1.145 | -0.032 | Meningkat | Tidak |
| K- $Q_{90}$ | *1 | 1.143 | -0.083 | Meningkat | Tidak |
| D- $Q_{90}$ | *4 | 0.973 | -0.095 | Meningkat | Tidak |
| L- $Q_{95}$ | *1 | 0.870 | 0.025 | Meningkat | Tidak |
| R- $Q_{95}$ | *1 | 0.036 | -0.068 | Meningkat | Tidak |
| K- $Q_{95}$ | - | - | -0.198 | Menurun | Tidak |
| D- $Q_{95}$ | - | - | 0.083 | Meningkat | Tidak |
| Langat | -1.18 | -0.849 | -0.089 | Menurun | Tidak |

*Ujian Kendall S; L = Lui; R = Rinching; K = Kajang; D = Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.3 Magnitud kemarau

Magnitud sesuatu kemarau merujuk kepada satu jumlah kumulatif aliran atau luahan di bawah nilai aras PA $Q_{70}$ yang berurutan dalam tempoh asas (TA) 45 hari. Sesuatu aliran akan mengalami defisit bermula setelah nilai luahan memintas aras PA $Q_{70}$ dan berterusan berada di bawah aras tersebut, sekurang-kurangnya dalam tempoh minimum 45 hari sebelum memintas semula aras PA $Q_{70}$. Untuk melihat tahapan dari segi magnitud kemarau, ciri-ciri defisit kumulatif keseluruhan rekod (DR), defisit dalam setahun (DT) dan defisit bagi setiap peristiwa kemarau (DPK) dianalisis mengikut tempoh asas (TA) kemarau iaitu $TA_{45}$ dan $TA_{90}$ dan aras PA $Q_{70}$, $Q_{80}$, $Q_{90}$ dan $Q_{95}$.

#### 6.5.3.1 Jumlah defisit mengikut TK-TR

Jumlah defisit kemarau DR, DT dan DPK dalam tempoh tahun-tahun kemarau (TK) dapat dilihat melalui kehadiran PK pada aras PA $Q_{70}$. Jumlah defisit DR-TK yang dicatatkan oleh stesen Lui iaitu 1183.02 $m^3s^{-1}$, Rinching sebanyak 2121.90 $m^3s^{-1}$, stesen Kajang sebanyak 1531.38 $m^3s^{-1}$ dan Dengkil sebanyak 10328.53 $m^3s^{-1}$ di mana purata bagi Langat keseluruhannya sebanyak 3791.21 $m^3s^{-1}$. Magnitud kemarau yang dicatatkan oleh kesemua stesen tersebut adalah di bawah paras 5% daripada jumlah luahan TR masing-masing (3.7% - Lui, 3.1% - Rinching, 1.5% - Kajang dan 1.8% - Dengkil). Jika dilihat dari sudut DT-TK, jumlah defisit kemarau yang dicatatkan dalam setahun di stesen Lui antara 19.18 $m^3s^{-1}$ (1975) - 189.24 $m^3s^{-1}$ (2001), stesen Rinching antara 21.65 $m^3s^{-1}$ (1980) - 278.35 $m^3s^{-1}$ (1977), stesen Kajang antara 26.41 $m^3s^{-1}$ (1989) - 277.44 $m^3s^{-1}$ (2002) dan stesen Dengkil 160.22 $m^3s^{-1}$ (1999) - 1481.49 $m^3s^{-1}$ (1987). Jumlah purata defisit yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 69.59 $m^3s^{-1}$, 117.88 $m^3s^{-1}$, 102.09 $m^3s^{-1}$ dan 491.83 $m^3s^{-1}$ manakala purata bagi Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebanyak 195.35 $m^3s^{-1}$. Peratus bilangan TK yang mengalami defisit DT melebihi paras purata stesen masing-masing iaitu 41.2% dicatatkan di stesen Lui, stesen Rinching sebanyak 61.1%, Dengkil sebanyak 40.0% dan stesen Kajang sebanyak 33.3%.

Jika dilihat dari sudut DPK-TK pula, jumlah defisit yang dicatatkan di Stesen Lui antara 9 $m^3s^{-1}$ (1973) - 148 $m^3s^{-1}$ (2001), stesen Rinching antara 12.92 $m^3s^{-1}$ (1972) - 246.11 $m^3s^{-1}$ (2006), stesen Kajang antara 26.41 $m^3s^{-1}$ (1989) - 171.65 $m^3s^{-1}$ (2002) dan stesen Dengkil antara 160.22 $m^3s^{-1}$ (1999) - 1481.49 $m^3s^{-1}$ (1987). Purata DPK yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 46 $m^3s^{-1}$, 81.61 $m^3s^{-1}$, 90.08 $m^3s^{-1}$ dan 449.07 $m^3s^{-1}$ manakala purata bagi Langat sebanyak 166.56 $m^3s^{-1}$. Peratus bilangan PK yang mengalami defisit melebihi paras purata stesen masing-masing iaitu 26.9% dicatatkan di stesen Lui, stesen Rinching sebanyak 34.6%, Dengkil sebanyak 47.1% dan stesen Kajang sebanyak 5.6%.

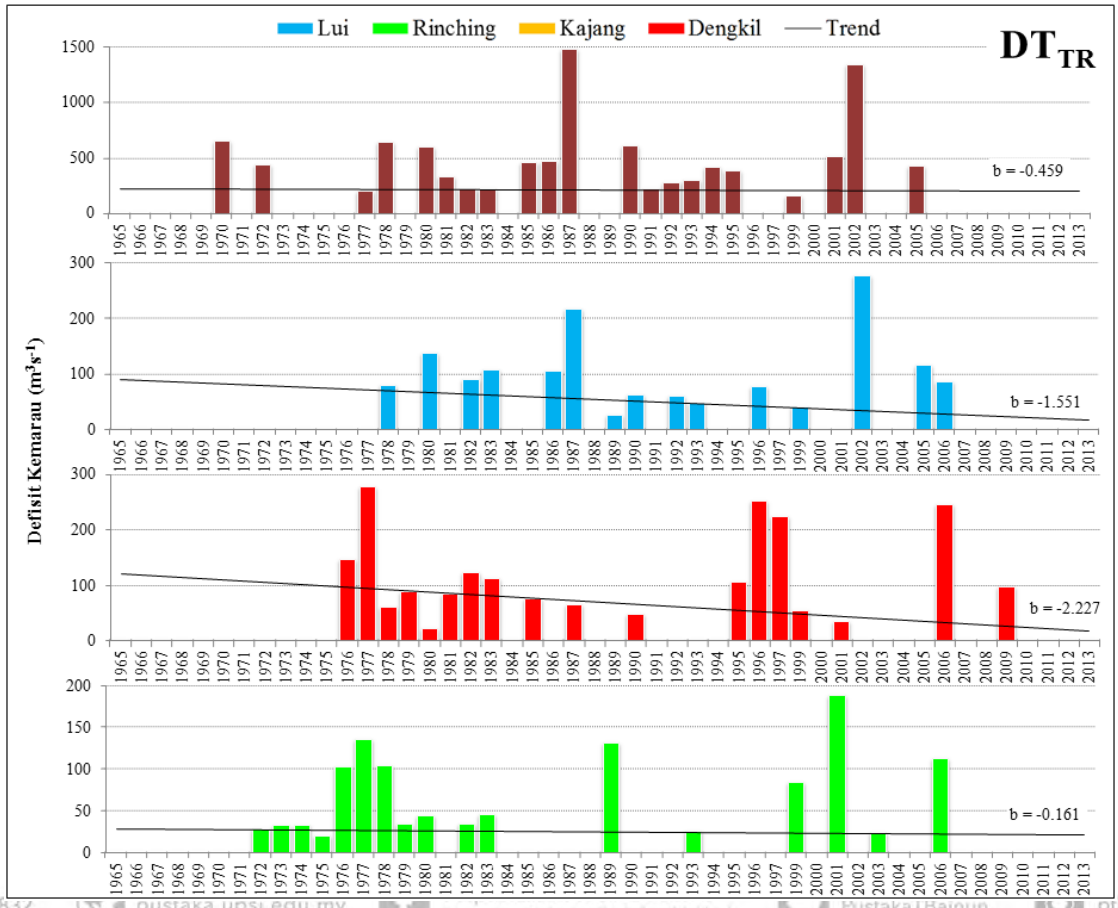
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Trend kemarau mengikut magnitud DT-TR di Langat secara keseluruhannya menunjukkan penurunan seperti digambarkan dalam Rajah 6.47 dan Jadual 6.28. Peningkatan ini berdasarkan nilai-nilai negatif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b yang turut disokong oleh nilai negatif (-ve) Kendall Z dan kecerunan Sen oleh semua stesen kecuali stesen Lui. Apa yang dapat ditunjukkan melalui nilai-nilai statistik ini ialah jumlah defisit sepanjang TR semakin berkurangan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.47*. Trend kemarau DT-TR mengikut stesen di lembangan Sungai Langat

Jadual 6.28.

*Trend DT dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen Luahan | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 1.28 | 1.738 | -0.161 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | -0.30 | -0.669 | -2.227 | Menurun | Tidak |
| Kajang | -0.40 | -0.870 | -1.551 | Menurun | Tidak |
| Dengkil | -0.21 | -1.090 | -0.459 | Menurun | Tidak |

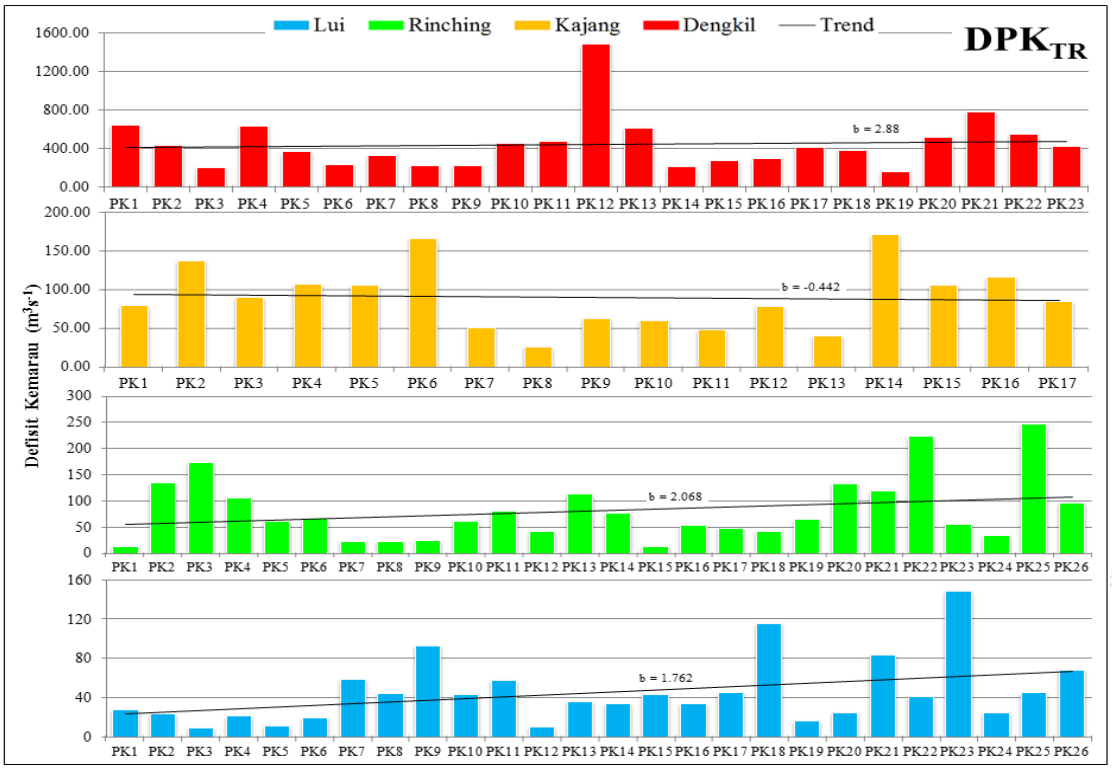
Bagi jumlah DPK-TK, trend kemarau di Langat secara keseluruhannya menunjukkan peningkatan seperti digambarkan dalam Rajah 6.48. Peningkatan ini berdasarkan nilai positif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b yang juga turut

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



disokong oleh nilai positif (+ve) Kendall Z dan kecerunan Sen seperti dalam Jadual 6.29. Pola positif yang digambarkan oleh trend menaik menunjukkan bahawa wujud peningkatan dari segi jumlah defisit bagi peristiwa kemarau sepanjang TK kecuali stesen Kajang menunjukkan jumlah defisit yang semakin mengecil.




*Rajah 6.48*. Trend kemarau DPK-TR mengikut stesen di lembangan Sungai Langat

Jadual 6.29.

*Trend DPK-TR dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 1.94 | 1.181 | 1.762 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | 0.93 | 1.610 | 2.068 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | -0.21 | -0.524 | -0.442 | Menurun | Tidak |
| Dengkil | 0.42 | 4.388 | 2.877 | Meningkat | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.3.2 Jumlah defisit mengikut tempoh asas $TA_{45}$

Jumlah defisit $TA_{45}$ merupakan sebahagian daripada magnitud kemarau DR-TK di mana ia meliputi 57.0% daripada keseluruhan jumlah defisit kemarau tempoh TK. Jumlah defisit DR- $TA_{45}$ yang dicatatkan oleh stesen Dengkil iaitu 6,471.76 $m^3s^{-1}$ diikuti oleh Kajang (1,141.39 $m^3s^{-1}$ ), Rinching (703.03 $m^3s^{-1}$) dan Lui (329.41 $m^3s^{-1}$) di mana purata bagi Langat sebanyak 2161.40 $m^3s^{-1}$. Peratus jumlah defisit yang dicatatkan oleh stesen-stesen tersebut daripada jumlah defisit keseluruhan TK ialah sebanyak 27.8% bagi stesen Lui, 33.1% bagi stesen Rinching, 74.5% bagi stesen Kajang dan 62.7% bagi stesen Dengkil. Jika dilihat dari sudut DT- $TA_{45}$, jumlah defisit yang dicatatkan dalam setahun di stesen Lui antara 8.84 $m^3s^{-1}$ (1973) - 47.05 $m^3s^{-1}$ (1978), stesen Rinching antara 12.92 $m^3s^{-1}$ (1976) – 122.68 $m^3s^{-1}$ (1982), stesen Kajang antara 26.41 $m^3s^{-1}$ (1989) – 277.44 $m^3s^{-1}$ (2002) dan stesen Dengkil 160.22 $m^3s^{-1}$ (1999) – 646.10 $m^3s^{-1}$ (1970) seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.51. Purata yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 29.95 $m^3s^{-1}$, 63.91 $m^3s^{-1}$, 87.80 $m^3s^{-1}$ dan 380.69 $m^3s^{-1}$ manakala purata bagi Langat sebanyak 140.59 $m^3s^{-1}$. Bilangan tahun yang mengalami jumlah defisit lebih daripada paras purata stesen masing-masing iaitu 54.5% bagi Stesen Lui diikuti oleh stesen Dengkil (52.9%), stesen Rinching (45.5%) dan stesen Kajang (30.8%).

Jika dilihat dari sudut DPK- $TA_{45}$ pula, jumlah defisit yang direkodkan di Stesen Lui antara 8.84 $m^3s^{-1}$ (1973) - 43.47 $m^3s^{-1}$ (1977), stesen Rinching pula antara 12.92 $m^3s^{-1}$ (1976) – 81.38 $m^3s^{-1}$ (1982), stesen Kajang antara 26.41 $m^3s^{-1}$ (1989) – 171.65 $m^3s^{-1}$ (2002) dan stesen Dengkil antara 160.22 $m^3s^{-1}$ (1999) – 646.10 $m^3s^{-1}$ (1970). Purata DPK yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 25.34 $m^3s^{-1}$, 43.94 $m^3s^{-1}$, 81.53 $m^3s^{-1}$dan 359.54 $m^3s^{-1}$ manakala purata bagi Langat sebanyak

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



127.59 $m^3s^{-1}$. Bilangan PK yang mengalami jumlah defisit lebih daripada paras purata stesen masing-masing iaitu stesen Rinching dan Dengkil masing-masing mencatatkan 50.0% diikuti oleh stesen Lui (46.2%), dan stesen Kajang (42.9%).

Trend jumlah defisit DT- $TA_{45}$ mengikut tahun TR di Langat secara keseluruhannya menunjukkan penurunan seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.49. Trend ini berdasarkan kepada nilai-nilai negatif yang ditunjukkan oleh pekali kecerunan b ke atas semua stesen seperti di tunjukkan dalam Jadual 6.30. Walaupun pekali Kendall Z dan kecerunan s di stesen Lui dan Rinching menunjukkan nilai yang berlawanan, namun jika diamati dengan analisis secara visual, trend tersebut menunjukkan pola menurun. Apa dapat dikatakan berkaitan jumlah defisit yang dialami sepanjang tempoh TR di semua stesen ialah magnitud kemarau nya semakin mengecil. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 6.30.

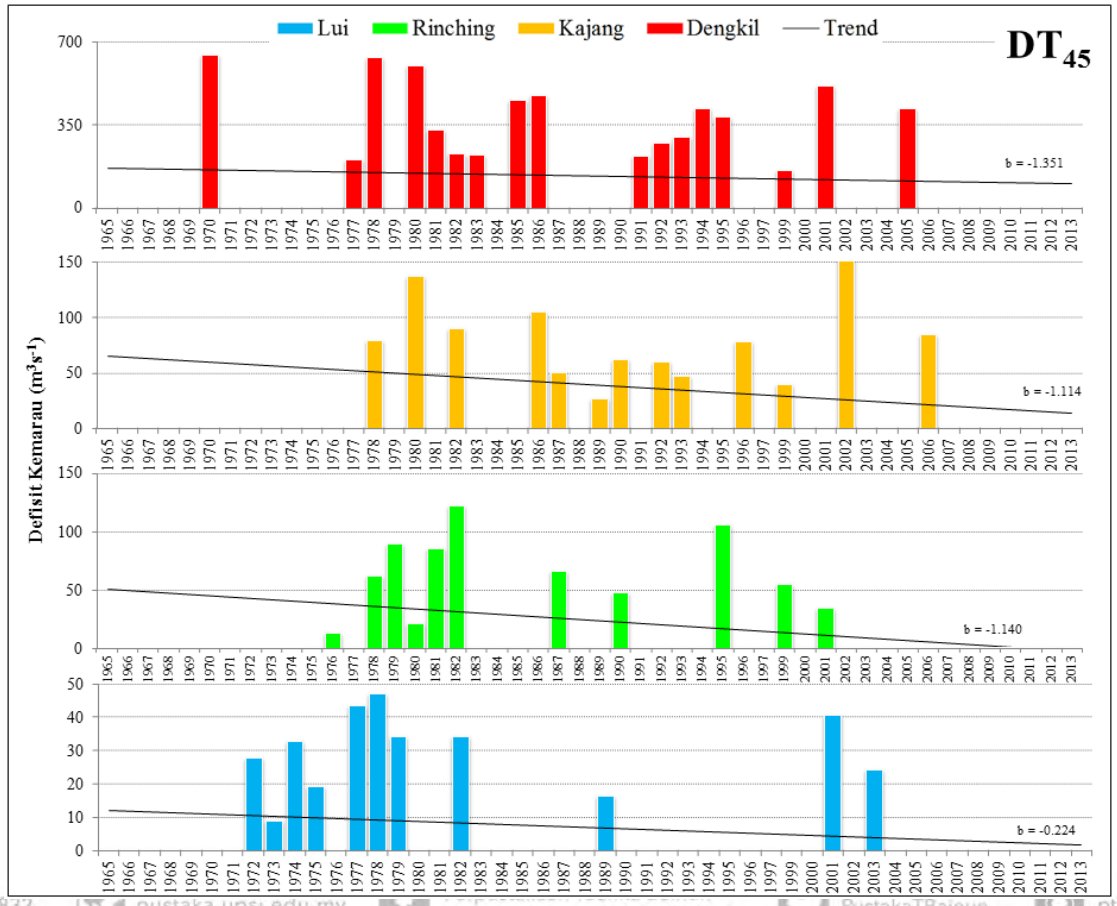
*Trend DT- $TA_{45}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.47 | 0.313 | -0.224 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | 0.16 | 0.653 | -1.140 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | -0.55 | -0.997 | -1.114 | Menurun | Tidak |
| Dengkil | -0.62 | -3.828 | -1.351 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





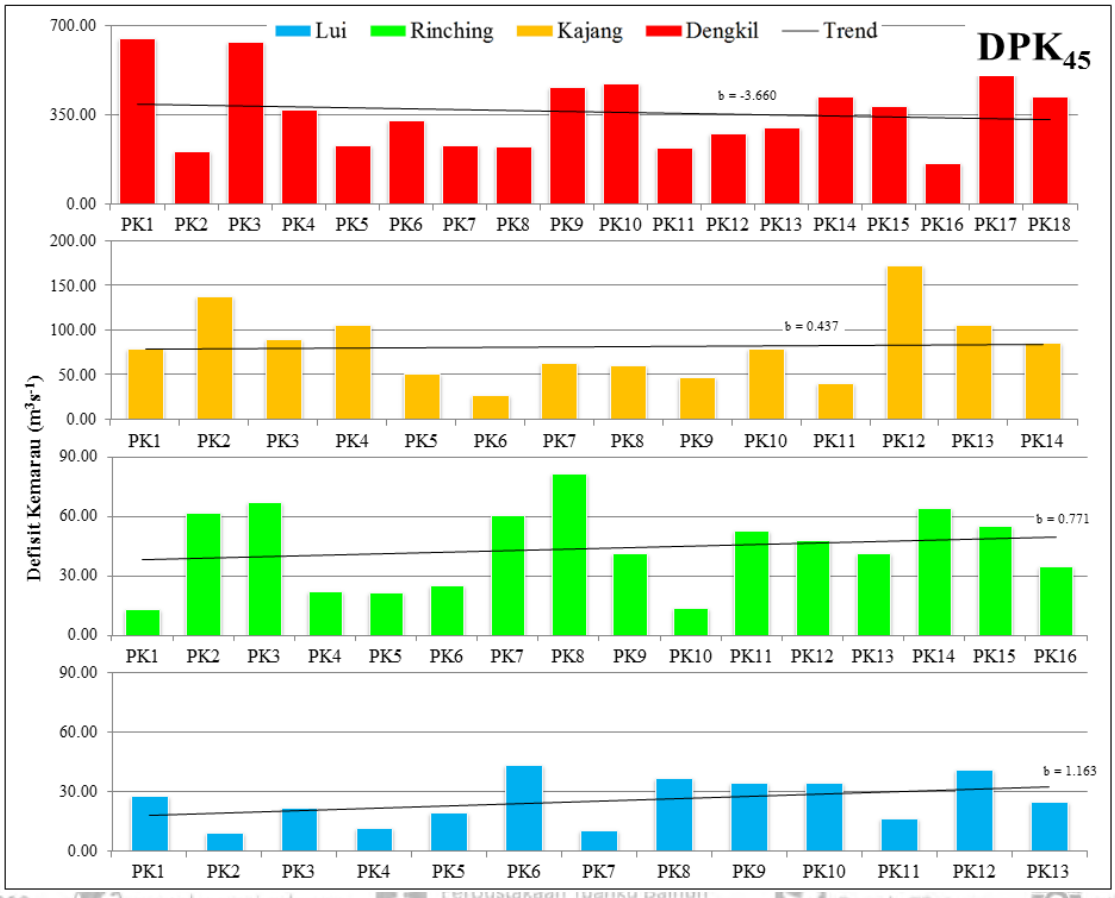

*Rajah 6.49*. Trend kemarau DT- $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat

Bagi DPK- $TA_{45}$, trend jumlah defisit di Langat secara keseluruhannya menunjukkan pola peningkatan seperti digambarkan dalam Rajah 6.50 dan Jadual 6.31. Trend ini berdasarkan nilai positif pekali kecerunan b semua stesen kecuali stesen. Ini menunjukkan bahawa jumlah defisit bagi setiap PK semakin meningkat di Langat tetapi sebaliknya berlaku penurunan jumlah defisit pada stesen Dengkil. Trend meningkat atau menurun yang dicatatkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.50*. Trend kemarau DPK- $TA_{45}$ di Lembangan Sungai Langat

Jadual 6.31.

*Trend DPK- $TA_{45}$ dalam tempoh TK/TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan (α = 0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 0.92 | 1.139 | 1.163 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | 0.50 | 1.114 | 0.771 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | -0.11 | -0.461 | 0.437 | Menurun | Tidak |
| Dengkil | 0.00 | -1.622 | -3.660 | Menurun | Tidak |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.3.3 Jumlah defisit mengikut tempoh asas $TA_{90}$

Jumlah defisit $TA_{90}$ juga merupakan sebahagian daripada magnitud kemarau DR-TK di mana ia meliputi 43.0% daripada keseluruhan jumlah defisit kemarau tempoh TK. Jumlah defisit DR-TK90 yang dicatatkan oleh stesen Dengkil iaitu 3,856.77 $m^3s^{-1}$ diikuti oleh Rinching (1,418.87 $m^3s^{-1}$ ), Lui (853.62 $m^3s^{-1}$) dan Kajang (389.99 $m^3s^{-1}$) di mana purata bagi Langat sebanyak 1629.81 $m^3s^{-1}$. Peratus jumlah defisit yang dicatatkan oleh stesen-stesen tersebut berbanding jumlah defisit keseluruhan TK ialah sebanyak 72.2% bagi stesen Lui, 66.9% bagi stesen Rinching, 25.5% bagi stesen Kajang dan 37.3% bagi stesen Dengkil. Jika dilihat dari sudut DT- $TA_{90}$, jumlah defisit tahunan yang dicatatkan di stesen Lui antara 24.23 $m^3s^{-1}$ (1973) - 148.33 $m^3s^{-1}$ (2001) , stesen Rinching antara 76.25 $m^3s^{-1}$ (1985) - 278.35 $m^3s^{-1}$ (1977), stesen Kajang antara 107.17 $m^3s^{-1}$ (1983) - 165.85 $m^3s^{-1}$ (1987) dan stesen Dengkil antara1432.51 $m^3s^{-1}$ (1972) - 1481.49 $m^3s^{-1}$ (1987) seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.55. Purata defisit yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 77.60 $m^3s^{-1}$, 177.36 $m^3s^{-1}$, 130.00 $m^3s^{-1}$, 964.19 $m^3s^{-1}$ manakala purata bagi Langat sebanyak 337.29 $m^3s^{-1}$. Bilangan tahun yang mengalami jumlah defisit melebih paras purata stesen masing-masing iaitu 54.5%bagi Stesen Lui diikuti oleh stesen Dengkil (50.0%) dan Rinching (50.0%) serta stesen Kajang (33.3%).

Jika dilihat dari sudut DPK- $TA_{90}$ pula, jumlah defisit yang direkodkan di Stesen Lui antara 24.23 $m^3s^{-1}$ (1973) - 148.33 $m^3s^{-1}$ (2001), stesen Rinching pula antara 76.25 $m^3s^{-1}$ (1985) – 246.11 $m^3s^{-1}$ (2006), stesen Kajang antara 107.17 $m^3s^{-1}$ (1983) – 165.85 $m^3s^{-1}$ (1987) dan stesen Dengkil antara 432.51 $m^3s^{-1}$ (1972) – 1481.49 $m^3s^{-1}$ (1987) seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.57. Purata DPK yang dicatatkan oleh stesen masing-masing sebanyak 65.66 $m^3s^{-1}$, 141.89 $m^3s^{-1}$, 130.00 $m^3s^{-1}$dan 771.35 $m^3s^{-1}$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



manakala purata bagi Langat sebanyak 277.22 $m^3s^{-1}$. Peratus bilangan PK yang mengalami jumlah defisit melebihi paras purata stesen masing-masing iaitu 38.5% bagi stesen Lui, 30.0% bagi stesen Rinching, 33.3% bagi stesen Kajang dan 40.0% bagi stesen Dengkil.

Trend jumlah defisit DT- $TA_{90}$ mengikut tahun TR di Langat secara keseluruhannya menunjukkan sedikit peningkatan seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.51 berpandukan nilai pekali kecerunan b. Trend ini digambarkan oleh nilai-nilai positif yang ditunjukkan oleh Kendall Z dan s seperti di tunjukkan dalam Jadual 6.32. Jika dilihat secara visual menggunakan pekali kecerunan b , stesen Kajang dan Rinching menunjukkan trend yang berlawanan. Trend-trend yang ditunjukkan ini menjelaskan bahawa jumlah defisit stesen Lui dan Dengkil semakin meningkat manakala ia mengecil pada stesen Kajang dan Rinching. Kesemua trend yang dicatatkan sama ada meningkat atau menurun adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 6.32.

*Trend DT- $TA_{90}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

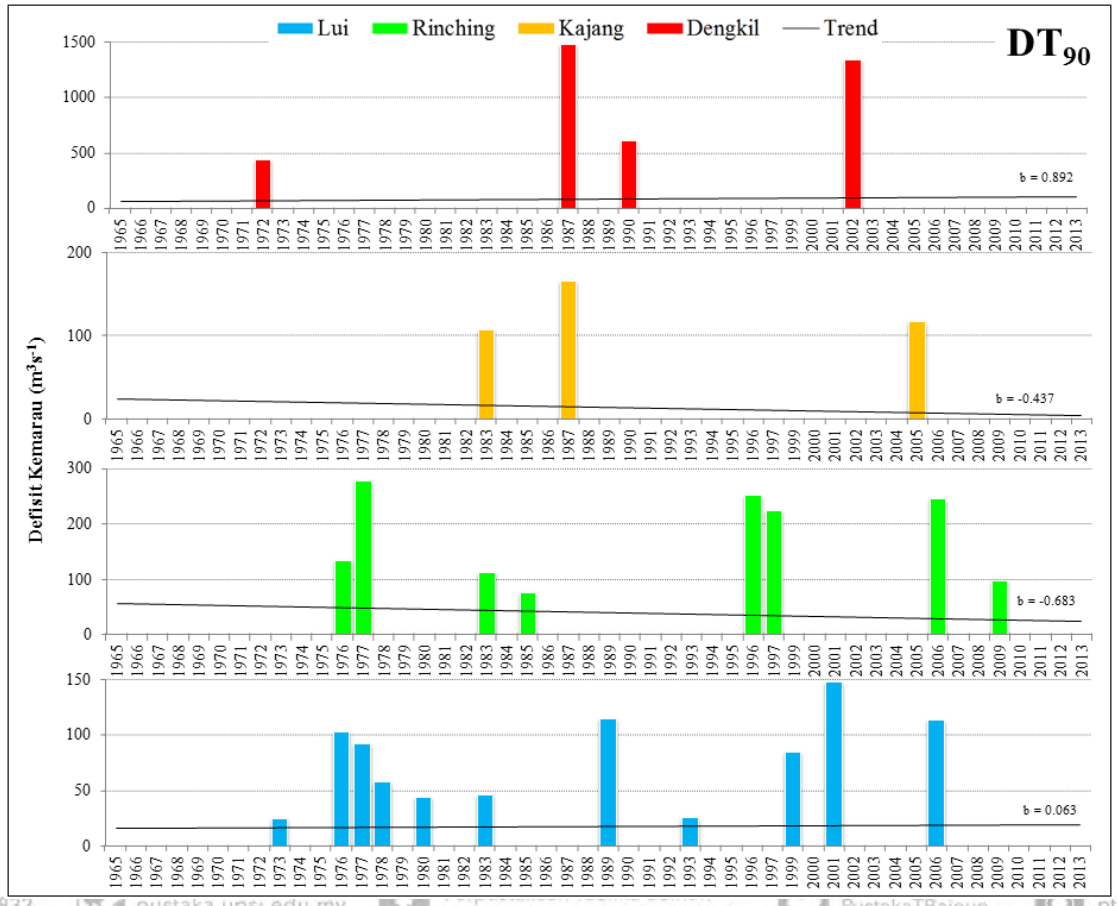
| Parameter | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 1.09 | 1.877 | 0.063 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | *-4 | -0.892 | -0.683 | Menurun | Tidak |
| Kajang | *1 | 0.466 | -0.437 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | *2 | 20.450 | 0.892 | Meningkat | Tidak |

*Ujian Kendall S

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi





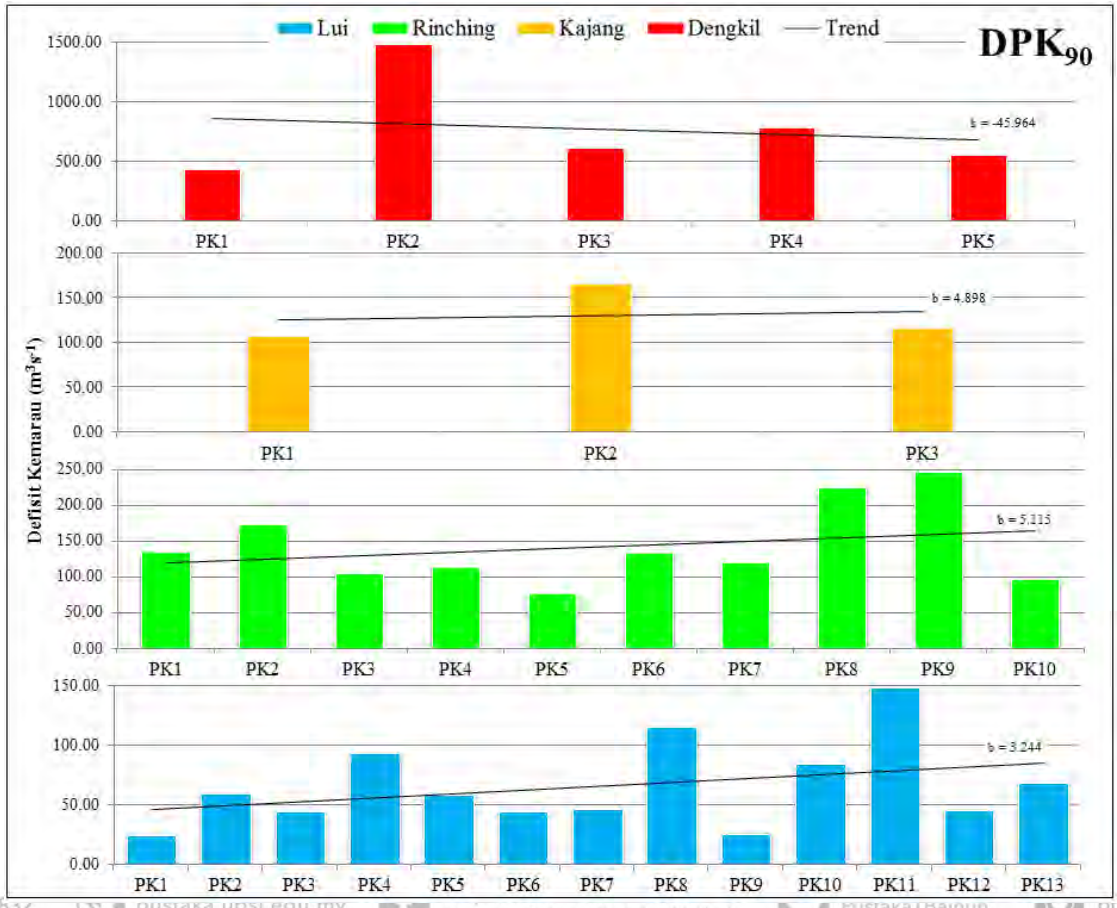

*Rajah 6.51*. Trend kemarau DT- $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat

Bagi DPK- $TA_{90}$, trend jumlah defisit di Langat keseluruhannya menunjukkan pola peningkatan seperti digambarkan dalam Rajah 6.52 dan Jadual 6.33. Trend ini dijelaskan oleh semua stesen kecuali stesen Dengkil berdasarkan nilai-nilai pekali kecerunan b, Kendall Z dan s seperti dalam 6.1. Pola trend yang digambarkan ini menunjukkan berlaku peningkatan jumlah defisit peristiwa kemarau sepanjang tahun kemarau (TK) bagi stesen Lui, Rinching dan Kajang. Trend –trend yang ditunjukkan adalah tidak signifikan pada aras keyakinan $\alpha = 0.05$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.52*. Trend kemarau DPK- $TA_{90}$ di Lembangan Sungai Langat

Jadual 6.33.

*Trend DPK- $TA_{90}$ dalam tempoh TR di Lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Mann-Kendall (Z) | Kecerunan Sen (s) | Pekali Kecerunan b | Trend | Signifikan ($\alpha = 0.05$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lui | 1.04 | 2.757 | 1.163 | Meningkat | Tidak |
| Rinching | 0.18 | 3.568 | 5.115 | Meningkat | Tidak |
| Kajang | *1 | 4.898 | 4.898 | Meningkat | Tidak |
| Dengkil | *0 | 1.203 | -45.964 | Meningkat | Tidak |

*Ujian Kendall S

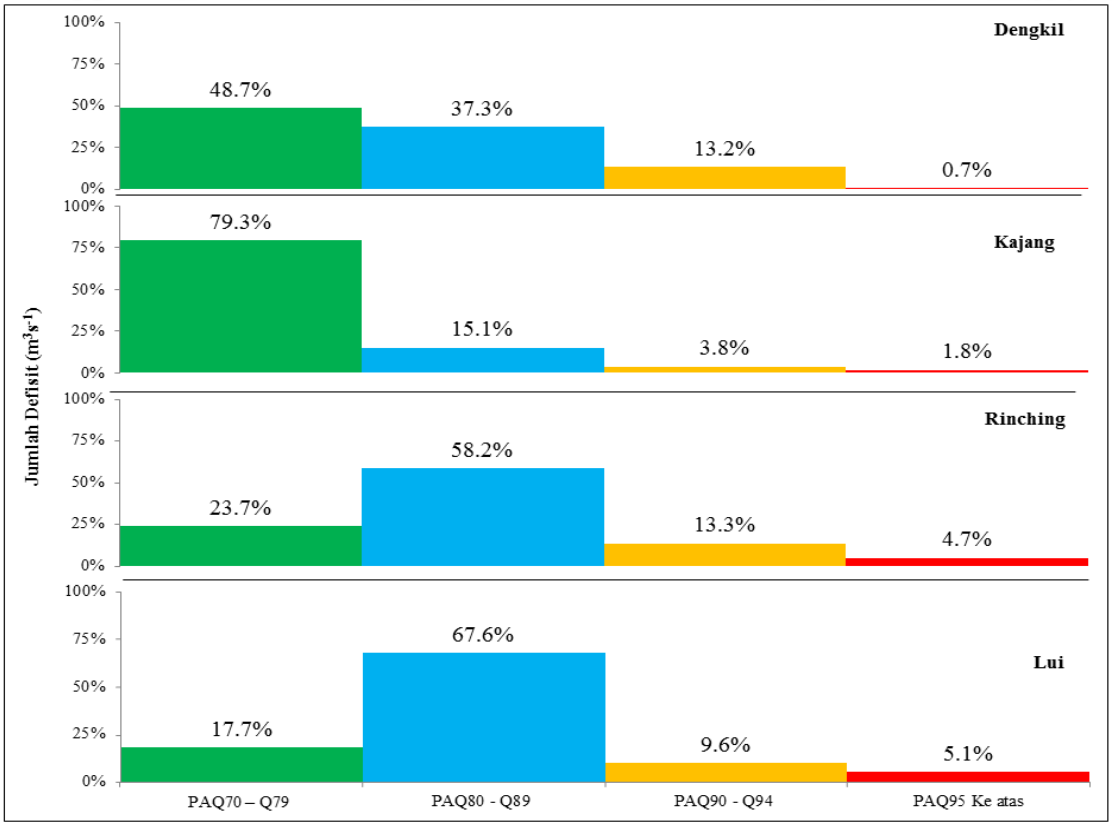
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 6.5.3.4 Jumlah defisit mengikut paras ambang (PA)

Jika dilihat jumlah defisit DR-TK, DT dan DPK mengikut kategori kelas aras PA, corak yang ditunjukkan juga berbeza-beza. Berdasarkan Rajah 6.53, jumlah defisit kemarau tertinggi lebih tertumpu pada kelas aras PA $Q_{70}$ – $Q_{79}$ dan PA $Q_{80}$ - $Q_{89}$ pada semua stesen. Ini kerana lebih 80% jumlah defisit tertumpu pada kedua-dua kelas ini. Bagi stesen Lui dan Rinching, kelas aras PA $Q_{80}$ - $Q_{89}$ mencatatkan peratusan defisit tertinggi manakala bagi stesen Kajang dan Dengkil, kelas aras PA $Q_{70}$ – $Q_{79}$ mencatatkan peratusan defisit tertinggi. Bagi kelas PA $Q_{95}$ Ke atas, jumlah defisit adalah sangat rendah jika dibandingkan dengan kelas-kelas yang lain. Ini ditunjukkan dengan jumlah peratus defisit tidak melebihi 5.1% daripada keseluruhan jumlah defisit kemarau yang dialami sepanjang tempoh rekod.




*Rajah 6.53*. Jumlah defisit DR-TK mengikut PA di Lembangan Sungai Langat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

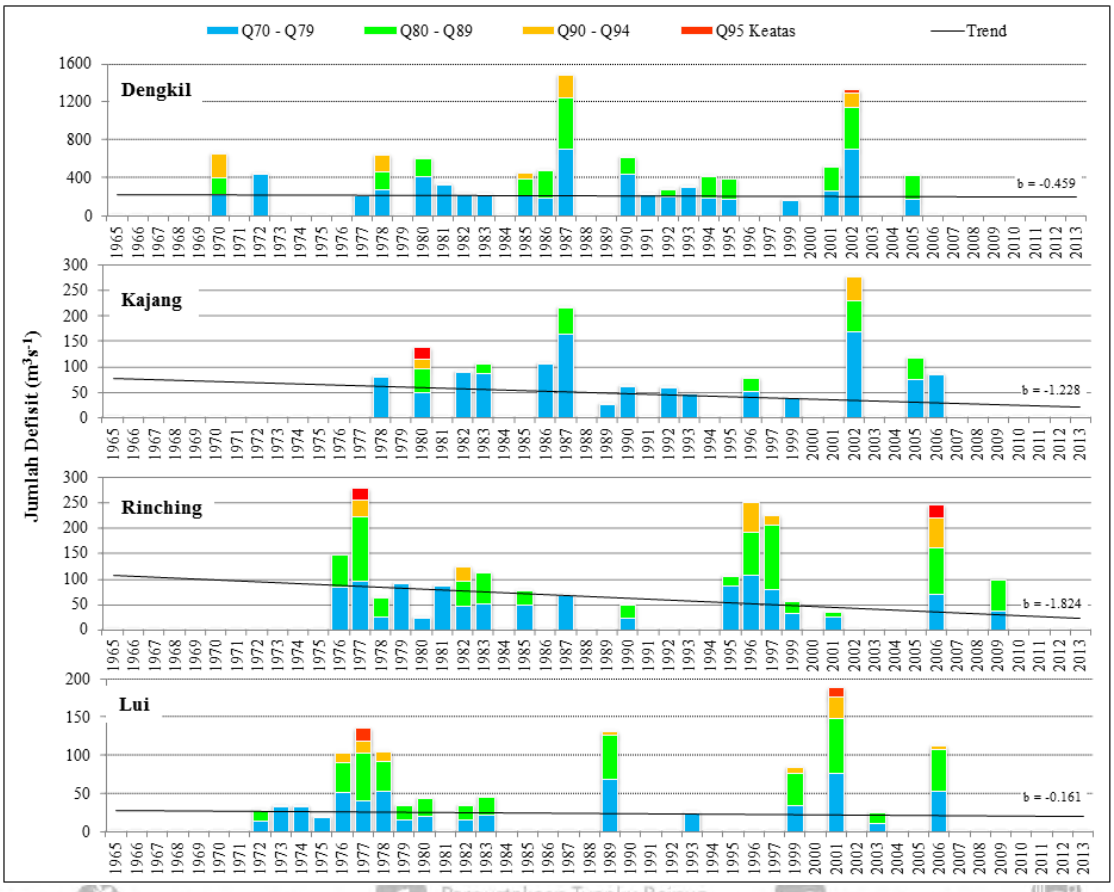


Jika dilihat dari sudut DT-TR, jumlah defisit kemarau maksimum yang dicatatkan mengikut kelas aras PA $Q_{70}$ - $Q_{79}$ bagi stesen Lui adalah sebanyak 77.25 $m^3s^{-1}$ (2001), 107.25 $m^3s^{-1}$ (1996) bagi stesen Rinching, 168.76 $m^3s^{-1}$ (2002) bagi stesen Kajang dan 698.87 $m^3s^{-1}$ (2002) bagi stesen Dengkil. Bagi aras PA $Q_{80}$ - $Q_{89}$, jumlah defisit yang dicatatkan oleh stesen Lui iaitu 71.74 $m^3s^{-1}$ (2001), 128.85 $m^3s^{-1}$ (1997) bagi stesen Rinching, 61.38 $m^3s^{-1}$ (2002) bagi stesen Kajang dan 549.53 $m^3s^{-1}$ (1987) bagi stesen Dengkil. Bagi aras PA $Q_{90}$ - $Q_{94}$ pula, jumlah defisit yang oleh stesen Lui iaitu 27.90 $m^3s^{-1}$ (2001), 58.79 $m^3s^{-1}$ (1996) bagi stesen Rinching, 47.29 $m^3s^{-1}$ (2002) bagi stesen Kajang dan 246.76 $m^3s^{-1}$ (1970) bagi stesen Dengkil. Manakala bagi paras PA $Q_{95}$ Ke atas pula, jumlah defisit yang dicatatkan oleh stesen Lui iaitu 17.55 $m^3s^{-1}$ (1977), 26.98 $m^3s^{-1}$ (2006) bagi stesen Rinching, 21.64 $m^3s^{-1}$ (1980) bagi stesen Kajang dan 44.39 $m^3s^{-1}$ (2002) bagi stesen Dengkil. Apa yang diperhatikan bahawa jumlah defisit maksimum tahunan yang berlaku mengikut kelas PA $Q_{70}$ - $Q_{79}$, PA $Q_{80}$ - $Q_{89}$ dan PA $Q_{90}$ - $Q_{94}$ menunjukkan bahawa, tidak semua defisit maksimum berlaku pada tahun-tahun landaan el-nino seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.54. Namun pada kelas aras PA $Q_{95}$ Ke atas menunjukkan wujud pengaruh el-nino terhadap kejadian defisit maksimum pada semua stesen seperti ditunjukkan pada tahun 1977, 1980, 2002 dan 2006.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 6.54*. Taburan DT-TR mengikut aras PA di lembangan Sungai Langat

## 6.6 Kesimpulan

Pentafsiran kemarau bergantung pada definisi yang digunakan. Ini kerana tahap keparahan yang digambarkan melalui sifat intensiti, tempoh masa kejadian, keparahan dan jumlah defisit/magnitud bergantung pada definisi yang digunakan. Oleh itu berpandukan kaedah PA $Q_{70}$ sebagai asas paras normal dan 45 hari sebagai tempoh asas sesuatu kemarau menjadikan analisis dan perbincangan menjadi jelas. Ini digambarkan melalui pemerincian sifat-sifat kemarau daripada 3 sifat umum kepada 9 parameter. Ia meliputi parameter bilangan tahun kemarau (TK), bilangan peristiwa kemarau (BPK), ulangan peristiwa kemarau (UPK), tempoh rekod (TR), tempoh tahunan (TT), tempoh peristiwa kemarau (TPK), defisit rekod (DR), defisit tahunan (DT) dan defisit peristiwa kemarau (DPK). Apa yang perhatikan ialah walaupun Malaysia kaya dengan hujan,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kajian ini membuktikan bahawa Selangor telah dilanda kemarau terutamanya pada musim El Nino melanda. Dapatan menunjukkan sekitar 84% tahun menunjukkan jumlah defisit yang dialami sepanjang tahun ada kaitan dengan fenomena cuaca ekstrem ini. Ini dikuatkan lagi dengan wujud pengaruh cuaca ekstrem ini ke atas semua stesen pada aras PA terendah iaitu $Q_{95}$. Walaupun trend defisit menurun namun, peningkatan persekitaran mudah-terancam di kawasan Sungai Langat yang tinggi permintaan air dan tinggi permukaan tidak telap air menyebabkan ulangan ini akan kerap berlaku di masa akan datang.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 7

# PERBINCANGAN DAPATAN KAJIAN

## 7.1 Pendahuluan

Kemarau merupakan fenomena ekstrem yang berlaku semasa aliran rendah. Sebab itu, ada sarjana mengutarakan luahan aliran rendah dalam tempoh masa tertentu boleh diisytiharkan sebagai kemarau. Oleh itu dalam bab ini, fokus telah diberikan kepada beberapa aspek dapatan untuk diperbincangkan dan diperbahasakan. Ia meliputi perbincangan luahan aliran rendah yang meliputi luahan $Q_{mean}$ dan $Q_{70}$ yang menjadi asas perbincangan kejadian kemarau. Walaupun $Q_{70}$ merupakan asas sempadan antara kejadian kemarau dengan bukan kemarau dalam kelompok aliran rendah, namun penentuan sifat-sifat kemarau seperti bilangan tahun landaan, tempoh dan jumlah defisit perlu dilakukan. Oleh itu perbincangan teknik dan method paras ambang (PA) telah dilakukan dan membandingkan pendekatan purata minimum tahunan (PMT). Melalui teknik ini sesuatu peristiwa kemarau yang menjadi kunci penerangan kemarau telah dapat dihasilkan. Cuma dalam konteks ruang dan masa, tempoh asas yang menjadi syarat penentuan sesuatu peristiwa kemarau adalah berbeza-beza antara satu tempat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dengan tempat lain kerana keperluan normal setiap pengguna adalah berbeza. Oleh itu, tempoh asas minimum turut dibincang bagi memudahkan penentuan dan penjelasan kemarau. Daripada penentuan ini, taburan kemarau, pola dan trend telah dibincang dan kenapa pola yang dipaparkan samada sama atau berbeza bagi setiap stesen telah diperhalusi dengan mencari punca sebab ia begitu. Penjelasan ini penting bagi mendapat gambaran berkaitan status kemarau di negara Malaysia samada bertambah teruk atau sebaliknya.

## 7.2 Dapatan dan perbincangan

### 7.2.1 Variasi luahan aliran rendah

Luahan sungai dapat digambarkan melalui dua rejim luahan iaitu luahan aliran tinggi dan luahan aliran rendah. Dalam konteks kajian kemarau, rejim aliran rendah merupakan kelompok aliran yang sangat sesuai digunakan untuk tujuan analisis. Ini selaras dengan beberapa definisi yang telah dibincangkan dalam Bab 2.2. Antaranya Beran & Rodier (1985) telah mengutarakan bahawa kemarau hidrologi itu merujuk kepada satu tempoh di mana luahan berada di bawah paras normal manakala Van Lanen et al. (1997) menyatakan luahan berada di bawah paras ambang tertentu. Seperti yang telah dibahaskan, istilah paras normal dan paras ambang ini boleh dirujuk kepada nilai purata sesuatu siri masa data. Terdapat beberapa sarjana seperti Zelenhasic & Salvai (1987), Clausen & Pearson (1995) dan Tallaksen, Hisdal, dan Van Lanen (2009) mengatakan kejadian aliran rendah berpanjangan boleh dianggap sebagai kemarau tahunan. Namun dari segi operasi, fenomena kemarau dan aliran rendah mempunyai perbezaan. Luahan aliran rendah menggunakan purata luahan ($Q_{mean}$) sesuatu siri masa

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebagai paras ambang seperti dicadangkan oleh WMO (2008) manakala persentil $Q_{70}$ merupakan paras ambang kepada peristiwa kemarau.

Berpandukan analisis yang telah dilakukan, nilai luahan aliran rendah di stesen-stesen cerapan luahan di Sungai Langat adalah berbeza-beza. Ia bergantung pada kedudukan stesen cerapan. Semakin ke hilir lokasi stesen cerapan, semakin besar nilai $Q_{mean}$ yang diperoleh. Stesen Dengkil merupakan stesen paling hilir, mencatatkan $Q_{mean}$ terbesar iaitu 33.54 $m^3s^{-1}$ diikuti oleh stesen Kajang (8.01 $m^3s^{-1}$), stesen Rinching (4.91 $m^3s^{-1}$) dan stesen Lui (1.80 $m^3s^{-1}$).

Tempoh dan jumlah luahan aliran rendah tahunan yang dicatatkan di stesen-stesen Sungai Langat adalah berbeza-beza seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.1. Tempoh luahan aliran rendah yang dicatatkan dalam tempoh kajian iaitu antara 8,595 - 11,366 hari di mana purata hari yang dicatatkan sekitar 9,780 hari. Berdasarkan analisis yang dibuat, semua stesen menunjukkan tempoh yang agak panjang di mana bilangan hari yang dicatatkan melebihi 50% daripada keseluruhan tempoh kajian. Stesen Kajang mencatatkan liputan tertinggi iaitu sekitar 67.4% diikuti oleh stesen Dengkil (66.6%), Rinching (64.8%) dan Lui (60.5%). Kehadiran musim kering yang berlaku setiap dua kali setahun iaitu pada bulan Januari – Februari dan Jun – Ogos dilihat menjadi punca kepada peratusan ini. Ini dibuktikan berdasarkan tempoh luahan dibawah paras $Q_{mean}$ pada musim kering melebihi 70% seperti digambarkan dalam Jadual 7.2. Kejadian aliran rendah ini berlaku terutamanya semasa Monsun Barat Daya (MBD) seperti dapatan kajian Jamaludin & Abdul Aziz (2007). Ia mengatakan bilangan hari kering tahunan normal dalam lingkungan 165 – 215 hari menunjukkan bilangan hari kering boleh menjangkau sehingga 59% dalam setahun. Begitu juga dengan kajian Hafizan (2009) dan Hai et al. (2011) mengatakan bahawa bilangan hari di mana curahan hujan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kurang daripada 10mm/h adalah sangat tinggi iaitu sekitar 67.0% di mana 72.9% daripada jumlah ini merupakan hari tanpa hujan (0 mm/h). Tempoh ini hanya mampu mencurahkan hujan sekitar 31% di mana pada musim kering pertama, hujan yang turun hanya sekitar 12% berbanding 19% pada musim kering kedua.

Tempoh ini diparahkan lagi dengan kehadiran El Nino telah melanda sebanyak 25 kali dalam tempoh kajian. Daripada jumlah landaan El Nino ini, sebanyak 20 tahun menunjukkan pengaruh yang besar kepada musim basah di mana pada musim ini tempoh aliran rendahnya melebihi tempoh aliran di atas $Q_{mean}$. Tahun tersebut meliputi tahun 1972 - 1981, 1983, 1986-87, 1990, 1992, 1994, 1997, 2002, 2003 & 2006. Pengaruh EL Nino ini telah menyebabkan separuh daripada tempoh musim basah dalam tempoh kajian mengalami luahan di bawah paras $Q_{mean}$ seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.1. Stesen Kajang menerima pengaruh tertinggi iaitu sebanyak 57% diikuti stesen Rinching (55%) dan Dengkil (53%). Stesen Lui masih kekal di bawah paras 50% di mana El Nino hanya menunjukkan kesan ke atas 12 tahun sahaja terhadap musim basah. Ia meliputi tahun 1972, 1976 - 1979, 1983, 1987, 1990, 1992, 1994, 1997, 2003 & 2006.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 7.1.

*Pola dan corak luahan $Q_{mean}$ dalam tempoh kajian*

| Stesen | Tempoh | | | Luahan | | | Bil. Tahun <Purata $Q_{mean}$ (%) | *Rank* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hari | % | *Rank* | Q ($m^3s^{-1}$) | % | *Rank* | | |
| Lui$^{++}$ | 10,277 | 60.5 | 4 | 12,297.2 | 37.5 | 3 | 41.7 | 4 |
| Rinching$^{+}$ | 8,880 | 64.8 | 3 | 28,788.5 | 43.0 | 1 | 47.4 | 3 |
| Kajang$^{*}$ | 8,595 | 67.4 | 1 | 38,712.0 | 37.8 | 2 | 54.3 | 1 |
| Dengkil$^{++}$ | 11,366 | 66.6 | 2 | 208,356.0 | 36.0 | 4 | 52.1 | 2 |

Tempoh kajian 48 tahun$^{++}$, 38 tahun$^{+}$, 36 tahun$^{*}$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 7.2.

*Pola dan corak luahan $Q_{mean}$ mengikut musim dalam tempoh kajian*

| Stesen | Tempoh | | | Luahan | | | Bil. Tahun <Q *lebih tinggi drp* >*Q* (%) | *Rank* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hari | % | *Rank* | Q ($m^3s^{-1}$) | % | *Rank* | | |
| $^{++}Lui_w$ | 4,978 | 48 | 4 | 6,098.7 | 27.6 | 3 | 8.3 | 4 |
| $^{\#\#}Rinching_w$ | 4,477 | 55 | 2 | 14,932.6 | 33.2 | 1 | 39.5 | 1 |
| $^{**}Kajang_w$ | 4,262 | 57 | 1 | 20,340.0 | 28.5 | 2 | 16.7 | 2 |
| $^{++}Dengkil_w$ | 5,418 | 53 | 3 | 107,950.2 | 24.8 | 4 | 10.4 | 3 |
| $^{+}Lui_d$ | 5,299 | 73.0 | d | 6,198.5 | 54.3 | d | 70.8 | b |
| $^{\#}Rinching_d$ | 4,403 | 76.6 | c | 13,855.9 | 59.8 | a | 63.2 | c |
| $^{*}Kajang_d$ | 4,333 | 81.8 | b | 18,372.0 | 58.6 | b | 72.2 | a |
| $^{+}Dengkil_d$ | 5,948 | 81.9 | a | 100,405.8 | 58.2 | c | 70.8 | b |

Tempoh kajian 10,272 hari$^{++}$; 72,60 hari$^{+}$; 8,346 hari$^{\#\#}$; 5,899 hari$^{\#}$; 7,490 hari$^{**}$; 5,294 hari$^{*}$

Walaupun bilangan hari yang dicatatkan melebihi separuh daripada tempoh kajian, namun jumlah luahan kumulatif yang kurang daripada $Q_{mean}$ adalah rendah. Apa yang dapat diperhatikan ialah semua luahan bawah paras $Q_{mean}$ yang dicatatkan adalah kurang daripada 50%. Stesen Rinching mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 43.0% diikuti oleh stesen Kajang (37.8%), Lui (37.5%) dan Dengkil (36.0%). Pola ini adalah disebabkan oleh kawasan kajian menerima jumlah hujan yang tinggi yang berupaya menyumbangkan jumlah luahan semasa musim basah. Purata jumlah hujan tahunan yang diterima di kawasan kajian antara 2,252 – 2,351 mm dan jumlah ini banyak dicurahkan pada bulan Mac – Mei dan Oktober – November seperti dinyatakan oleh Hai et al. (2011). Kajian oleh Jamaludin & Abdul Aziz (2007) menyatakan bahawa bilangan hari pada musim basah mengikut tahunan normal adalah tinggi iaitu sekitar 150 hingga 200 hari. Bilangan hari yang tinggi ini telah menyediakan tempoh masa yang mencukupi untuk curahan yang banyak. Berdasarkan kajian oleh Hafizan (2007), terdapat 14% daripada tempoh tersebut menunjukkan hujan yang diterima adalah lebat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



iaitu melebihi 30.0 mm/h. Kebanyakannya dicurahkan semasa Monsun Timur Laut (MTL) iatiu sekitar 40% seperti dapatan kajian Muhamad Suhaily Yusri (2007).

Dari segi urutan tempoh dan luahan $<Q_{mean}$, stesen Kajang terletak pada kedudukan teratas manakala urutan jumlah luahan $Q_{mean}$, ia berada pada kedudukan kedua seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.1. Kedudukan urutan tertinggi dikaitkan dengan bilangan hari tanpa hujan yang dicatatkan di sub lembangan Kajang sekitar 58% seperti dijelaskan dalam kajian Hafizan (2009) seperti yang telah dijelaskan dalam bahagian 5.2. Jumlah hari yang tinggi ini semestinya mempengaruhi pola luahan aliran rendah terutamanya semasa musim kering. Di samping itu pengurangan litupan tumbuhan dan perkembangan kawasan bandar turut mempengaruhi jumlah luahan $Q_{mean}$ seperti dinyatakan oleh Amini, Ali, Ghazali, dan Huat (2009). Modifikasi guna tanah dan wujud kawasan perbandaran telah mewujudkan permukaan tidak telap air yang memberi kesan terhadap larian permukaan, susupan dan sejatan seperti dapatan kajian Ferguson & Suckling (1990) dan Warner, (1984). Keadaan ini menyebabkan proses susupan untuk mengisi (*imbuh*) simpanan air bawah tanah telah terganggu (Smakhtin, 2001) yang kebiasaannya turut juga menjejaskan sumbangan aliran dasar terutamanya semasa musim kering. Ini kerana aliran dasar dikatakan menyumbangkan sekitar 51.2% kepada luahan Sungai Langat seperti dinyatakan oleh kajian Hai et al. (2011). Selain itu pengambilan air mentah untuk tujuan bekalan air di LRA juga turut menjadi penyebab kepada kewujudan luahan aliran rendah (Smakhtin, 2001; WMO, 2008). Terdapat 5 lokasi pengambilan air mentah (*intake point*) sebelum stesen Kajang oleh LUAS (2014) dan Hafizan (2009). Bagi stesen Rinching yang menduduki urutan teratas bagi parameter $Q_{mean}$ adalah dikaitkan dengan kehadiran empangan yang diregulasi di bahagian hulu. Kawalan pelepasan air empangan ini telah mempengaruhi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



corak $Q_{mean}$ terutamanya semasa musim kering seperti mana telah dijelaskan oleh Smakhtin (2001). Di samping itu terdapat lokasi pengambilan air di Sungai Semenyih yang juga memberi kesan kepada corak $Q_{mean}$ stesen Rinching.

Kemarau merupakan sebahagian daripada aliran rendah dan luahan $Q_{70}$ adalah asas dalam kajian kemarau dalam konteks kawasan tropika. Apa yang dapat diperhatikan ialah sumbangan luahan $Q_{70}$ ke atas jumlah luahan $Q_{mean}$ ialah antara 27.0 – 33.0% seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.3. Jika dilihat luahan $Q_{mean}$ seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.1, stesen Rinching menduduki urutan kedudukan teratas diikuti oleh stesen Kajang. Manakala bagi luahan $Q_{70}$, stesen Rinching kekal menduduki tempat teratas dan diikuti oleh stesen Lui. Apa yang dapat disimpulkan ialah kehadiran empangan di Semenyih yang berada di hulu stesen Rinching amat mempengaruhi jumlah luahan aliran rendah samada $Q_{mean}$ mahupun $Q_{70}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Selain empangan, simpanan air bawah tanah turut mempengaruhi corak aliran $Q_{mean}$ dan $Q_{70}$. Apa yang diperhatikan ialah guna tanah perbandaran agak mempengaruhi pola luahan $Q_{mean}$ seperti ditunjukkan oleh stesen Kajang manakala liputan tumbuhan agak mempengaruhi luahan $Q_{70}$ seperti ditunjukkan oleh stesen Lui yang mana kedua-duanya menduduki urutan kedua. Walaupun berbeza guna tanah, namun proses perbandaran telah merencatkan simpanan air bawah tanah yang memberi kesan kepada luahan $Q_{mean}$. Gangguan proses perbandaran terhadap imbuh simpanan air telah dibincangkan oleh Smakhtin (2001). Manakala kesan kehadiran musim kering dan El Nino, hutan yang bertindak sebagai pengatur dan penyimpan air khususnya simpanan bawah tanah telah mengalami penyusutan. Kesannya menyebabkan stesen Lui turut mengalami peningkatan luahan aliran rendah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Selain itu, pengaruh sumbangan terus efluen daripada kawasan industri dan perbandaran juga telah menyumbang kepada kemampanan aliran dalam sungai (Smakhtin, 2001). Dalam konteks lembangan Sungai Langat, kehadiran pekan dan bandar seperti Pekan Batu 18, Hulu Langat, Pekan Batu 9, Cheras, Kajang, Semenyih dan Bandar Baru Bangi telah memberi sumbangan efluen berterusan yang dilihat mempengaruhi luahan $Q_{70}$ berbanding $Q_{mean}$ berdasarkan urutan kedudukan bagi stesen Kajang dan Dengkil di tempat tercorot. Walaupun tiada bukti statsitik yang menunjukkan sumbangan air bawah tanah dan efluen bandar mempengaruhi corak luahan aliran rendah seperti dinyatakan dalam kajian Mohamad Suhaily Yusry (2007), namun berdasarkan urutan kedudukan ini dapat menjelaskan pengaruh tersebut. Pengaruh air bawah tanah ke atas luahan Sungai Langat dikuatkan lagi dengan dapat kajian oleh Hai et al. (2011) yang menyatakan aliran dasar menyumbangkan sekitar 51.2%.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 7.3.

*Pola dan corak luahan $Q_{70}$ berbanding $Q_{mean}$ dalam tempoh kajian*

| Stesen | Tempoh | | | Luahan $Q_{70}$ | | | Bil. Tahun <Purata $Q_{mean}$ (%) | Rank |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hari | % | Rank | Q ($m^3s^{-1}$) | % | Rank | | |
| Lui$^{++}$ | 5,311 | 51.7 | 1 | 3,813 | 31.0 | 2 | 58.3 | 1 |
| Rinching$^{+}$ | 4,055 | 45.7 | 3 | 9,612 | 33.4 | 1 | 52.6 | 2 |
| Kajang$^{*}$ | 3,837 | 44.6 | 4 | 11,132 | 28.8 | 3 | 45.7 | 4 |
| Dengkil$^{++}$ | 5,224 | 46.0 | 2 | 56,783 | 27.3 | 4 | 47.9 | 3 |

Tempoh kajian 48 tahun$^{++}$, 38 tahun$^{+}$, 36 tahun$^{*}$

Dari segi luahan tahunan di bawah paras purata (<$Q_{mean}$), stesen Lui mencatatkan liputan tertinggi iaitu 58.3% diikuti oleh stesen Rinching sebanyak 52.6%. Bagi stesen Dengkil dan Rinching, liputan di bawah paras purata adalah kurang daripada 50%. Aliran rendah ini dilihat ada kaitan dengan fenomena El Nino

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



terutamanya pada musim kering seperti dapatan Hasan et al. (2014). Sebagai contoh, 65.2% kejadian luahan tahunan di bawah paras $Q_{mean}$ di Stesen Lui telah berlaku pada tahun El Nino. Begitu juga dengan stesen Kajang sekitar 70.0% dan Dengkil sekitar 68.2%. Bagi Rinching, pengaruh El Nino keatas luahan $<Q_{mean}$ sekitar 58.8%. Hasil penelitian terhadap keempat-empat stesen Sungai Langat, didapati terdapat sekitar 23 tahun (92.0%) menunjukkan corak luahan ada kaitan dengan El Nino iaitu sekurang-kurang satu stesen telah mengalami luahan di bawah paras purata tahunan. Sebanyak 7 tahun (28.0%) daripadanya menunjukkan landaan hampir menyeluruh iaitu sekurang-kurangnya 3 stesen yang menunjukkan impak. Antaranya pada tahun 1972 (Lui dan Dengkil), 1977 – 1979 (Lui, Rinching dan Dengkil), 1983 (Lui, Rinching, Kajang dan Dengkil), 1990 (Rinching, Kajang dan Dengkil) dan 1992 (Lui, Rinching dan Kajang). Di samping faktor El Nino, kehadiran empangan diregulasi juga turut memainkan peranan. Ini dibuktikan dengan luahan sebelum tahun 1982 (tahun empangan mula beroperasi) dan selepasnya. Semua kejadian luahan $<Q_{mean}$ telah berlaku semasa tahun-tahun El-Nino sebelum tahun 1982 seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.37 dalam Bab 5.3.4. Selain itu sumbangan terus efluen daripada kawasan perumahan, perbandaran dan industri turut mempengaruhi corak ini. Ini jelas ditunjukkan berdasarkan liputan tahunan yang kurang daripada 50% di stesen Dengkil dan Kajang yang menjadi tumpuan pembangunan dan kependudukan.

### 7.2.2 Pendekatan luahan defisit dalam kajian kemarau

Kemarau hidrologi merupakan sebahagian daripada fenomena aliran rendah. Ini kerana semua pengkaji kemarau bersetuju bahawa sesuatu kejadian kemarau hidrologi berlaku dalam tempoh tersebut. Cuma yang berlaku perbezaan pandangan di kalangan sarjana adalah berkaitan cara untuk menentukan kejadian kemarau. Seperti yang telah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dinyatakan sebelum ini, terdapat dua pendekatan yang telah digunakan dalam menentukan kemarau iaitu pendekatan yang menggunakan petunjuk aliran rendah dan di satu sudut lagi menggunakan pendekatan luahan defisit. Namun dalam kajian ini, pendekatan luahan defisit telah dipilih sebagai kaedah untuk menjelaskan kemarau hidrologi. Ini kerana kemampuannya untuk menjelaskan banyak sifat-sifat kemarau berbanding pendekatan aliran rendah dan ia telah menjadi teknik pilihan ramai penyelidik kemarau hidrologi. Pendekatan luahan defisit telah mampu melihat siri luahan sungai sebagai satu proses yang bergantung kepada masa dan dapat mengenal pasti tempoh kejadian kemarau daripada hari pertama hinggalah tamat kejadian pada satu-satu peristiwa kemarau. Kemampuannya untuk merekod kejadian kemarau daripada hari pertama hingga berakhir kemarau, menyebabkan sifat-sifat penting kemarau seperti bilangan kejadian kemarau, kekerapan berlakunya kemarau, jumlah defisit luahan, tempoh dan intensiti kemarau dapat dianalisis dalam kajian ini. Bagi kajian-kajian yang menggunakan pendekatan aliran rendah seperti purata luahan minimum (PMT), banyak sifat-sifat kemarau tidak dapat diterangkan. Ia hanya dapat menerangkan sifat magnitud yang digambarkan dalam bentuk nilai luahan seperti yang telah dinyatakan oleh Tallaksen, Hisdal, dan Van Lanen (2009). Sebagai contoh dalam kajian oleh Ahmad Jamaluddin, & Low (2003), hanya sifat magnitud sahaja yang dapat diterangkan. Sifat-sifat lain seperti tempoh secara jelas tidak mampu dijelaskan. Begitu juga dengan laporan kemarau oleh Jabatan Pengairan Saliran Malaysia yang turut hanya menyatakan magnitud kemarau tetapi tidak kepada sifat-sifat lain.

Kegagalan pendekatan aliran rendah menjelaskan sifat-sifat kemarau kerana ia tidak mampu menentukan peristiwa kemarau kerana kunci utama untuk menjelaskan sifat-sifat kemarau menentukan “peristiwa kemarau”. Peristiwa kemarau didefinisikan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sebagai satu urutan nilai negatif yang tidak putus/tidak terganggu di bawah paras ambang. Teknik PA merupakan asas dalam penentuan sesuatu peristiwa kemarau dan ia telah banyak digunakan oleh pengkaji kemarau hidrologi. Lantaran itu terdapat sesetengah sarjana meletakkan istilah paras ambang dalam definisi yang digunakan oleh mereka seperti yang telah dibincang dalam Bab 2. Antara contoh definisi seperti diutarakan oleh Van Lanen et al. (1997) yang mengatakan kemarau merupakan tempoh apabila aliran sungai berada di bawah paras ambang tertentu.

Beberapa teknik penentuan PA telah digunakan antara penggunaan nilai purata, nilai median, 75% daripada purata, nilai purata tolak 1 sisihan piawai, nilai persentil Q, nilai aliran minima tahunan. Namun berdasarkan pengamatan penulis, nilai persentil Q yang diperoleh daripada keluk tempoh alir (KTA) telah menjadi teknik pilihan di kalangan penyelidik dewasa ini terutamanya bagi data luahan yang bersifat harian seperti dinyatakan oleh WMO (2008). Oleh itu teknik ini telah menjadi pilihan dalam proses menentukan sesuatu peristiwa kemarau di kawasan kajian. Persentil $Q_{70}$ – $Q_{95}$ telah digunakan sebagai PA kerana ia sesuai bagi sungai-sungai di kawasan tropika yang bersifat saka. Ini selaras dengan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh beberapa penyelidik seperti Tallaksen et al. (1997), Hisdal & Tallaksen (2003), Fleig et al. (2006), Fleig et al. (2011), Tallaksen, Hisdal, dan Van Lanen (2009), Loon & Lanen (2012), Wada, et al., (2012), Hisdal et al. (2001), Van Huijgevoort et al. (2012), Hisdal & Tallaksen (2000), Byzedi & Saghafian (2009) dan Waluyo (2011). Cuma dalam kajian ini, pembahagian persentil telah dilakukan bagi melihat tahap keparahan kemarau. Setakat ini hanya Waluyo (2011) dalam kajiannya di Indonesia yang menggunakan pengelasan persentil bagi melihat tahap keparahan kemarau di mana ia menyatakan $Q_{80}$ sebagai tahapan sederhana, $Q_{90}$ sebagai parah dan $Q_{95}$ sebagai amat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



parah. Namun dalam kajian ini, pengelasan ini diperbaiki seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.4 kerana terdapat kajian melihat $Q_{70}$ itu sudah menunjukkan permulaan kemarau seperti diutarakan oleh Hisdal & Tallaksen (2000), Birkel (2005) dan Byzedi & Saghafian (2009).

Jadual 7.4.

*Pengelasan Kemarau Aliran Sungai menggunakan PA di lembangan Sungai Langat*

| BIL | KELAS PA | PENJELASAN |
|---|---|---|
| 1 | $Q_{70} - Q_{79}$ | Kemarau Biasa |
| 2 | $Q_{80} - Q_{89}$ | Agak Kemarau |
| 3 | $Q_{90} - Q_{94}$ | Sederhana Parah |
| 4 | $Q_{95}$ Ke Atas | Parah |

### 7.2.3 Penentuan tempoh asas kemarau hidrologi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Salah satu elemen penting dalam menentukan kemarau ialah tempoh asas (TA). Tempoh masa kejadian merupakan parameter penting dalam mentafsirkan sesuatu kejadian kemarau. Tempoh asas ini merujuk kepada satu tempoh masa minimum (hari, bulan, tahun) yang telah dijadikan asas dalam menentukan kejadian sesuatu peristiwa kemarau. Tempoh asas ini penting kerana jumlah keperluan air normal oleh setiap pengguna air adalah berbeza mengikut masa dan ruang di mana air itu wujud. Adalah tidak cukup untuk mengatakan bahawa kemarau merupakan tempoh waktu tanpa hujan atau kekurangan jumlah hujan yang diterima berbanding jumlah hujan biasa. Ini kerana mungkin ketika satu-satu tempoh masa tiada hujan, tempat takungan air atau reseboir masih mempunyai jumlah air yang mencukupi, paras air bawah tanah (water table) masih tinggi dan mencukupi untuk membekalkan air kepada setiap pengguna bagi menjamin penawaran air berterusan. Mungkin juga, terdapat penyelidik yang merujuk

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kemarau sebagai satu jangka waktu di mana jumlah hujan tidak mampu untuk memenuhi keperluan bagi menjamin pertumbuhan dan kesuburan sesuatu tanaman. Definisi ini mungkin benar tetapi perlu diingat bahawa setiap tumbuhan mempunyai tempoh ketahanan tanpa air yang berbeza-beza. Sebagai contohnya, tanaman kubis menggunakan air dalam tempoh yang singkat berbanding kaktus yang mampu bertahan dalam tempoh yang lama (Allaby, 2003).

Begitu juga dalam konteks ruang, tempoh penggunaan air di bandar adalah berbeza dengan penggunaan di luar bandar. Tempoh penggunaan air bagi setiap meter padu di bandar adalah lebih singkat berbanding dengan penggunaan jumlah air yang sama di luar bandar. Penggunaan ini dipercepatkan lagi dengan kewujudan musim panas. Oleh kerana setiap pengguna air mempunyai keperluan air yang berbeza mengikut jenis, ruang dan masa, maka terdapat keperluan untuk menggunakan tempoh masa yang berbeza dalam mendefinisikan kemarau. Lantaran itu beberapa definisi kemarau yang menggunakan tempoh masa yang berbeza telah wujud bagi menafsirkan fenomena kemarau yang berlaku di sesuatu tempat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di Malaysia, Majlis Keselamatan Negara (MKN) telah menentukan TA kemarau sekitar 3 bulan namun dalam konteks kawasan terbangun seperti kawasan bandar, tempoh ini perlu dinilai semula. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan ialah bagi kawasan terbangun yang mempunyai persekitaran yang mudah-terancam dan kadar permintaan air yang tinggi, TA 90 hari @ 3 bulan merupakan tempoh yang perlu dinilai. Terma "memenuhi keperluan normal agar tidak terganggu" merupakan perkara asas yang diguna pakai untuk menilai semula tempoh kemarau seperti yang diutarakan oleh Byun & Wilhite (1999, Mishra & Singh (2010) dan Rossi (2011). Oleh itu dalam konteks kajian ini, $PAQ_{90}$ telah dipilih berdasarkan kesesuaiannya di kawasan tropika.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Birkel (2005) mengatakan $PAQ_{90}$ adalah sesuai digunakan untuk menunjukkan paras normal/ambang keseluruhan tempoh rekod sesuatu siri masa dan paras ini dicadang guna oleh Zelanhasic & Salvai (1987) dan Tallaksen dan Van Lanen (2004) bagi data bersifat harian. Beberapa tempoh telah dinilai berdasarkan tempoh kemarau yang telah digunakan dalam kajian-kajian lepas. Antara yang telah dipilih ialah $TA_{90}$ (tempoh 90 hari), $TA_{45}$ (tempoh 45 hari) $TA_{10}$ (tempoh 10 hari).

Berpandukan analisis parameter kekerapan bilangan tahun kemarau (TK) dan kadar ulangan peristiwa kemarau (UPK) serta faktor musim kering, $TA_{45}$ di lihat amat sesuai berbanding TA yang lain. Ini kerana dalam konteks kawasan khatulistiwa yang kaya dengan curahan hujan, kekerapan kejadian kemarau dan kadar ulangan PK yang tinggi dalam setahun merupakan perkara yang tidak normal khususnya apabila PA yang tinggi digunakan (PA $Q_{90}$). Jumlah 19 TK, kehadiran 43 PK serta kejadian ulangan sehingga 4 kali dalam setahun yang dicatatkan oleh $TA_{10}$ merupakan perkara yang sukar diterima di kawasan yang kaya dengan curahan hujan. Ini kerana agak mustahil berlaku 4 PK dalam setahun sedangkan musim kering hanya melanda sebanyak 2 kali dalam kalendar hidrologi tahunan. Begitu juga dengan tempoh 3 bulan ($TA_{90}$) yang telah digunakan oleh kerajaan Malaysia, di mana tempoh ini adalah terlalu lama. Keperluan normal air oleh pengguna telah terganggu kurang daripada 3 bulan. Ini dibuktikan dengan peristiwa catuan air di Selangor pada awal 2014. Berpandukan kepada peristiwa tersebut, jika dijadikan ketiadaan hujan (14hb Januari 2014) sebagai permulaan kemarau, tempoh gangguan telah mula berlaku apabila tindakan catuan air telah dilakukan pada 27 Februari 2014. Ini menunjukkan jangka masa tersebut adalah sekitar 45 hari dan tempoh ini menafikan tempoh 90 hari yang dijadikan asas oleh kerajaan Malaysia.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Oleh itu jika dengan menggunakan parameter gangguan keperluan normal dijadikan asas, $TA_{45}$ merupakan pilihan yang sesuai. TA ini disokong lagi dengan dapatan kajian yang menunjukkan hampir semua PK berlaku pada musim panas/kering ataupun semasa kehadiran El Nino. Kejadian PK pada musim kering merupakan antara syarat sesuatu kejadian kemarau seperti yang diutarakan oleh Biro Meteorologi, Australia (2006). Oleh itu dapat disimpulkan bahawa dalam konteks kawasan bandar yang tinggi permintaan air seperti lembangan Sungai Langat, definisi $TA_{45}$ merupakan tempoh yang sesuai buat masa ini. Tempoh ini boleh berubah dari masa ke semasa berdasarkan terma-terma yang dipilih oleh penyelidik yang lain. Walau bagaimanapun bagi kawasan-kawasan yang permintaan air yang tidak tinggi dan kawasan-kawasan yang bersifat semula jadi, $TA_{90}$ yang digunakan olah kerajaan Malaysia masih dilihat relevan penggunaannya.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

### 7.2.4 Pola landaan kemarau tahunan

Kejadian sesuatu kemarau digambarkan oleh kewujudan peristiwa kemarau (PK). Seperti yang telah dijelaskan sebelum ini, PK adalah kunci utama penjelasan kemarau di mana ia merupakan longgokan luahan yang berterusan di bawah paras ambang yang telah dipilih. Berdasarkan kepada Jadual 7.5, bilangan tahun dan peristiwa kemarau yang dilanda kemarau (TK) bagi setiap stesen di kawasan kajian adalah berbeza-beza. Dari segi urutan bilangan landaan TK, stesen Dengkil mencatatkan TK tertinggi iaitu 21 TK diikuti oleh Rinching (18 TK), Lui (17 TK) dan Kajang (15 TK). Jika dilihat dari segi corak landaan TK, walaupun kemarau mula melanda pada tahun 1970 tetapi jika dilihat keseluruhan stesen menunjukkan pengelompokan landaan bermula selepas tahun 1975 kecuali stesen Lui yang bermula pada tahun 1972 seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.18. Ini menunjukkan proses

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



pembangunan mempunyai pengaruh terhadap kejadian kemarau setelah 5 tahun pelancaran Dasar Ekonomi Baru (DEB). Perlaksanaan DEB yang telah mengakibatkan pertukaran kawasan berhutan kepada kawasan pertanian seperti dinyatakan oleh Abdul Samad et al. (2006) Walaupun tiada bukti statistik, namun kajian-kajian berkaitan pengaruh penebangan hutan ini telah meningkatkan luahan aliran rendah seperti dinyatakan oleh Harr, Levno, dan Mersereau (1982) dan Hicks, Beschta, dan Harr (1991). Tambahan pula Smakhtin (2001) mengatakan ia selari dengan teori di mana kesan penebangan hutan akan mengakibatkan larian permukaan akan meningkat, proses susupan dan imbuh akan berkurangan. Akibatnya ia kan merendahkan paras air bawah tanah dan mengurangkan aliran rendah yang berpunca daripada simpanan air bawah tanah.

Jadual 7.5.

*Bilangan dan Ulangan TK antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Tahun Kemarau (TK) | | Kekerapan Ulangan (Tahun) | |
|---|---|---|---|---|
| | Bil. | *Rank* | Padat | MAK |
| Lui | 17 | 3 | 2 | 2.4 |
| Rinching | 18 | 2 | 1.8 | 2 |
| Kajang | 15 | 4 | 1.9 | 1.4 |
| Dengkil | 21 | 1 | 1.7 | 1.8 |

Pengaruh perubahan guna tanah ini juga dapat dilihat kepada darjah kekerapan TK. Kekerapan kejadian kemarau dapat dilihat berdasarkan ulangan TK. Ulangan TK dapat dilihat berdasarkan kepadatan TK dan masa antara ketibaan (MAK). Purata kepadatan TK yang dicatatkan di lembangan Sungai Langat antara 1.7 - 2 tahun. Stesen Dengkil menunjukkan darjah kepadatan tertinggi (1.7 tahun), diikuti stesen Rinching (1.8 tahun), Kajang (1.9 tahun) dan Lui (2 tahun). Bagi MAK, purata yang dicatatkan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



antara 1.4 – 2.4 tahun. Stesen Kajang mencatatkan tempoh terendah iaitu 1.4 tahun. Diikuti oleh stesen Dengkil (1.8 tahun), stesen Rinching (2 tahun) dan Lui (2.4 tahun). Jika dibandingkan kedua-dua parameter kekerapan ini, stesen Dengkil dan Kajang menunjukkan tahap ulangan tertinggi di mana purata jarak antara antara satu kejadian kemarau dengan kemarau berikutnya adalah kurang daripada 2 tahun. Seperti yang dimaklumi bahawa kedua-dua stesen ini merupakan stesen yang terdedah dengan perubahan guna tanah pasca DEB. Terdapat dua gelombang yang kemarau yang dilihat terutamanya di stesen Dengkil. Gelombang ini dilihat berdasarkan pengelompokan kejadian kemarau antara 1977 – 1987 dan 1990 – 1995. Wujud perbezaan antara dua gelombang ini di mana kejadian kemarau pada gelombang pertama diselangi oleh ketidakhadiran kemarau pada tahun 1979 dan 1984 manakala pada gelombang kedua, berlaku berterusan tanpa ada gangguan. Ini menunjukkan bahawa perubahan guna tanah pada pasca 1990 dengan pembangunan Bandar Baru Bangi dan kewujudan UKM telah meningkatkan landaan dan pengelompokan kemarau.

Selain itu faktor perubahan guna tanah, penyusutan jumlah hujan dilihat turut mempengaruhi kejadian kemarau hidrologi seperti mana dapatan kajian oleh Chiew et al. (1998), Shabbar & Skinner (2004) dan Vicente-Serrano (2006). Berdasarkan kepada analisis hujan seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.4, jumlah hujan tahunan di bawah paras purata bermula pada tahun 1972 dan bertambah kerap selepas tahun 1975. Pola ini dilihat selaras dengan pola kehadiran kemarau hidrologi di stesen Sungai Langat seerti ditunjukkan dalam Rajah 6.18. Penyusutan hujan ini ada kaitan dengan kejadian kehadiran El Nino di mana sebanyak 23 tahun menunjukkan jumlah hujan tahunan berada di paras purata. Daripada jumlah ini hanya 5 TK menunjukkan landaan menyeluruh ke atas keempat-empat stesen iaitu 1978, 1980, 1982, 1983 dan 1999.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Namun hanya 3TK daripada tahun-tahun tersebut merupakan tahun El Nino. Tahun 1980 dan 1983 adalah El Nino yang bertahap lemah manakala 1982 adalah El Nino yang bertahap kuat. Tahun 1978 dan 1999 merupakan tahun di mana jumlah hujan kurang daripada purata (Sham, 1975; Mohamad Suhaily, 2007). Tahun 1999 merupakan tahun pasca El Nino dan masih terkesan dengan episod terburuk kemarau pada tahun 1997/98. Selain landaan menyeluruh, terdapat 5 TK yang menunjukkan El Nino mendatangkan kesan hanya kepada 3 stesen iaitu 1977, 1987, 1990, 1993 dan 2006. Tahun 1977, 1990, 1993 dan 2006 mengalami El Nino bertahap lemah manakala tahun 1987 dilanda El Nino yang kuat.

Cuma terdapat beberapa kes menunjukkan bahawa jumlah hujan yang berada di bawah paras purata tidak semestinya menyebabkan berlaku kemarau. Sebagai contoh di stesen Lui, pada tahun 1984, 1986 – 1988, 1990, 1992 dan 1996 jumlah hujan tahunan adalah di bawah paras purata tetapi pada tahun tersebut, kemarau hidrologi tidak berlaku. Ini menunjukkan faktor hujan bukan faktor tunggal yang menyebabkan berlakunya kemarau hidrologi seperti dinyatakan oleh Van Loon &Van Lanen (2012). Mereka menyatakan bahawa sifat lembangan juga turut penting mempengaruhi penyebaran kemarau. Ia meliputi jenis tanih, guna tanah, keadaan hidro-geologi, tasik dan jaringan sungai. Van Lanen et al. (2013) dan Van Loon & Laaha (2014) dalam kajiannya menyatakan kemarau amat dipengaruhi oleh komponen simpanan terutamanya sistem bawah tanah Van Loon & Laaha (2014). Ini kerana air bawah tanah berupaya kekal lama di dalam tanah dan berupaya menyumbangkan kemampanan aliran sungai semasa musim kurang. Dan seperti yang dimaklumi, dapatan kajian Hai et al. (2011) ada menyatakan bahawa aliran dasar menyumbangkan sekitar 51.2% terhadap luahan di Sungai Langat.

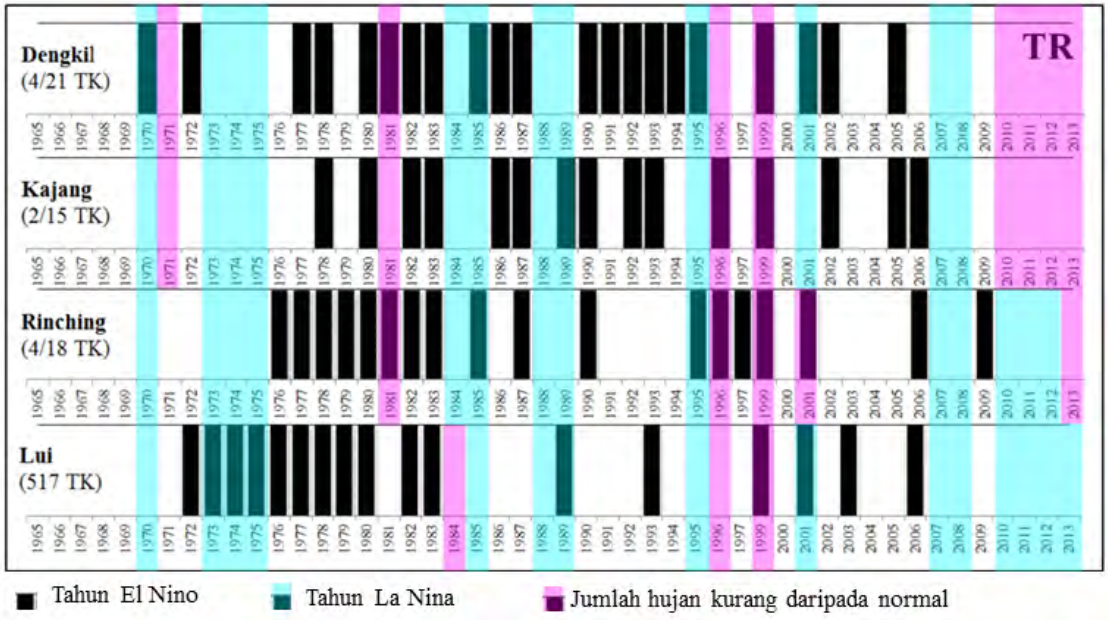
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Selain itu, kewujudan kejadian kemarau tahunan ini turut disebabkan oleh penyusutan jumlah hujan walaupun fenomena El Nino tidak melanda. Berpandukan Rajah 7.1, kejadian kemarau yang berlaku di stesen Dengkil pada tahun 1981 dan 1999 adalah disebabkan faktor penyusutan hujan daripada purata tahunan seperti digambarkan oleh warna merah jambu. Begitu juga yang berlaku di stesen Kajang (1996 dan 1999), stesen Rinching (1981, 1996, 1999 dan 2001) serta stesen Lui (1999). Namun terdapat kejadian kemarau yang dihasilkan dengan menggunakan analisis PA yang berlaku di luar musim El Nino dan penyusutan jumlah hujan seperti digambarkan oleh warna biru muda. Sebagai contoh di stesen Lui 1973, 1974, 1975 1989 dan 2001. Kehadiran corak ini ada kaitan dengan sumber data yang diperoleh daripada JPS. Dan ini ada kaitan dengan perubahan lokasi cerapan seperti yang telah dinyatakan oleh Mohamad Suhaily Yusry (2007) di mana perubahan ini telah menyebabkan nilai yang direkodkan telah berubah berbanding cerapan stesen asal.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi




*Rajah 7.1*. Taburan landaan kemarau mengikut stesen dan faktor yang pengaruhinya

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



### 7.2.5 Pola peristiwa kemarau

Terdapat dua parameter penting digunakan untuk menjelaskan pola dan corak PK iaitu bilangan peristiwa kemarau (BPK) dan ulangan peristiwa kemarau (UPK). Secara keseluruhan jumlah BPK di lembangan Sungai Langat sekitar 92 PK. Jumlah kumulatif PK tertinggi iaitu sebanyak 6 PK telah direkodkan pada tahun 1978 manakala 5 PK direkodkan pada tahun 1977, 1980, 1982 dan 1988. Jika diperhalusi mengikut stesen, BPK yang melanda stesen-stesen Sungai Langat adalah berbeza-beza antara 17 – 26 PK seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.6. Stesen Lui dan Rinching merekodkan BPK tertinggi iaitu masing-masing sebanyak 26 PK, diikuti oleh Dengkil (23 PK) dan Kajang (17 PK). Jika dibandingkan dengan TK, urutan kedudukan liputan PK dan TK bagi stesen Lui dan Dengkil agak bertentangan. Ini kerana dalam konteks TK, stesen Dengkil menunjukkan jumlah tertinggi berbanding Lui tetapi bagi PK, stesen Lui menunjukkan bilangan tertinggi. Faktor ini adalah disebabkan oleh UPK yang kerap berlaku di stesen Lui berbanding Dengkil seperti ditunjukkan dengan nilai purata UPK dalam Jadual 7.6. Purata UPK bagi Lui sebanyak 1.5 PK berbanding 1.1 bagi stesen Dengkil. Di samping itu stesen Lui mencatatkan kekerapan UPK tertinggi iaitu 8 tahun berbanding hanya setahun bagi stesen Dengkil. Tambahan pula stesen Lui telah mencatatkan UPK tertinggi iaitu 3PK seperti direkodkan pada tahun 1978.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 7.6.

*Bilangan TK dan Ulangan PK antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Tahun Kemarau (TK) | | Peristiwa Kemarau (PK) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Bil. | Rank | Bil. | Rank | Purata UPK |
| Lui | 17 | 3 | 26 | 1 | 1.53 |
| Rinching | 18 | 2 | 26 | 2 | 1.44 |
| Kajang | 15 | 4 | 17 | 4 | 1.13 |
| Dengkil | 21 | 1 | 23 | 3 | 1.10 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Kekerapan PK dan UPK yang dicatatkan di lembangan Sungai Langat ada kaitan dengan fenomena El Nino dan kekurangan curahan hujan. Antara tahun-tahun El Nino yang mempengaruhi kewujudan UPK iaitu 1976, 1977, 1979, 1980, 1982, 1987, 2002 dan 2006. Tahun 1982 dan 1987 merupakan El Nino bertahap kuat mengikut pengelasan NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) manakala selebihnya bertahap sederhana dan biasa. Jumlah hujan yang kurang daripada purata rekod juga dilihat memberi kesan kepada UPK seperti yang terjadi pada tahun 1978 terutamanya di stesen Lui yang telah mencatatkan UPK tertinggi dalam tempoh kajian iaitu sebanyak 3 kali dalam tempoh setahun.

Di samping itu, kehadiran PK di kawasan kajian banyak berlaku atau bermula pada musim kering. Ia ditunjukkan dengan peratus kejadian PK pada musim kering melebihi 80.0%. Ini selaras dengan definisi kemarau yang di utarakan olah Biro Meteorologi Australia (2006) yang mengatakan kemarau merupakan tempoh musim kering yang tidak normal dan panjang di mana air tidak mencukupi untuk keperluan normal pengguna. Cuma dalam konteks kemarau yang panjang, kebiasaannya musim basah akan terlibat sekali. Sebagai contohnya kemarau yang berlaku selama 113 hari di stesen Dengkil pada tahun 1972. Pada masa ini berlaku semasa episod El Nino yang kuat. Apa yang di lihat ialah kemarau bermula pada musim basah 30 Jun dan melangkaui musim basah dan berakhir pada 21 Oktober. Walau bagaimanapun terdapat juga kemarau juga berlaku pada musim basah seperti direkodkan di stesen Lui pada tahun 1974 selama 45 hari. Ia bermula pada 19 Mac dan berakhir 3 Mei. Apa yang diperhatikan ialah walaupun 1974 dikategorikan sebagai tahun La Nina, namun peristiwa kemarau ini dipengaruhi oleh penyusutan jumlah hujan. Penyusutan jumlah hujan yang telah menyebabkan kemarau meteorologi seperti dapatan kajian oleh Sham

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



(1980) berkaitan pola hujan di Lembah Klang pada tahun 1974 . Ia mengatakan bahawa wujud penyusutan yang ketara jumlah hujan pada tahun tersebut berbanding purata hujan.

### 7.2.6 Taburan dan corak tempoh kemarau

Tempoh kemarau merupakan sifat penting dilihat dalam melihat keparahan kemarau. Ia merujuk kepada satu jangka masa di mana nilai luahan sungai kekal di bawah PA (Mckee et al., 1993). Byun & Wilhite (1999) menyatakan bahawa tempoh kemarau sebagai bilangan siri masa yang berurutan yang mana siri masa tersebut berada di bawah paras ambang tertentu. 3 parameter tempoh kemarau yang telah dianalisis iaitu tempoh kumulatif keseluruhan rekod (TR), tempoh kemarau dalam setahun (TT) dan tempoh kemarau bagi setiap peristiwa kemarau (TPK). Zelenhasic & Salvai (1987) menyatakan bahawa tempoh kemarau terpanjang merupakan ciri kemarau terpenting untuk dilihat.

Tempoh kemarau yang melanda lembangan Sungai Langat adalah masih diparas kurang daripada 15% daripada keseluruhan tempoh bilangan hari cerapan. Stesen Lui, Rincing dan Dengkil mencatatkan peratusan tempoh tertinggi iaitu antara 10 – 15% manakala stesen Kajang di bawah paras 10%. Berdasarkan Jadual 7.7, tempoh kemarau telah menyumbang sekitar 25% luahan aliran $Q_{mean}$ di stesen Lui dan Rinching manakala bagi stesen Kajang dan Dengkil hanya menyumbang sekitar 15%. Sumbangan yang tinggi oleh stesen Lui dan Rinching berbanding Dengkil dan Kajang kerana kehadiran bilangan PK yang tinggi dicatatkan di kedua-dua stesen tersebut iaitu sebanyak 26 PK. Bilangan PK yang banyak ini disokong lagi oleh tempoh kemarau yang panjang turut sama menjadi penyumbang kepada nilai tersebut. Berdasarkan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



analisis yang dilakukan, lebih 50% bilangan PK di stesen Lui telah mengalami tempoh kemarau melebihi 90 hari manakala bagi stesen Rinching sekitar 38.5%. Sumbangan yang besar ini memberi kesan kepada tempoh kemarau yang panjang dalam tempoh kajian.

Selain itu, daripada analisis yang telah dilakukan ialah tidak semua luahan $Q_{70}$ seperti yang telah dibincangkan 6.2 di bahagian merupakan kejadian kemarau. Ini kerana penggunaan paras ambang $Q_{70}$ untuk menentukan sesuatu peristiwa kemarau menyebabkan lebih 50% daripada tempoh luahan $Q_{70}$ di stesen Lui, Kajang dan Dengkil tidak dikategorikan sebagai kemarau. Ini kerana tempoh asas 45 hari sesuatu luahan mesti di bawah paras persentil $Q_{70}$ tidak dipenuhi. Tempoh luahan yang kurang daripada 45 hari di bawah paras $Q_{70}$ secara automatik menjadi kemarau serpihan yang telah dikeluarkan daripada analis ini kerana tidak menggambarkan kejadian kemarau. Jika definisi tempoh 90 hari yang ditetapkan oleh kerajaan Malaysia digunakan, jumlah peratusan ini akan bertambah. Sebagai contoh di stesen Dengkil, sebanyak 87.2% tempoh luahan $Q_{70}$ tidak dikategorikan kemarau pada aras $TA_{90}$ berbanding 65.9% pada aras $TA_{45}$. Atau dengan kata lain, para tempoh luahan yang memenuhi syarat kemarau bagi $TA_{45}$ sekitar 34.1% sahaja daripada keseluruhan luahan $Q_{70}$.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 7.7.

*Tempoh Kemarau antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Tempoh Tahunan (TT) | | Tempoh PK (TPK) | | Tempoh Kemarau (TR) | Banding dengan $Q_{mean}$ (%) | Banding dengan $Q_{70}$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Julat | Purata | Julat | Purata | | | |
| Lui | 56-308 | 153 | 45-250 | 100 | 2,601 | 25.3 | 49.0 |
| Rinching | 54-235 | 126 | 45-186 | 87 | 2,269 | 25.6 | 56.0 |
| Kajang | 47-212 | 81 | 47-149 | 72 | 1,219 | 14.2 | 31.8 |
| Dengkil | 47-239 | 85 | 47-239 | 77 | 1,781 | 15.7 | 34.1 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jika dilihat landaan kemarau mengikut tahunan (TT), purata tempoh kemarau yang dicatatkan di Langat sekitar 111 hari dalam setahun. Stesen Lui mencatatkan purata tertinggi iaitu 153 hari diikuti oleh stesen Rinching selama 126 hari. Stesen Kajang dan Dengkil mengalami tempoh kemarau yang kurang daripada nilai purata iaitu masing-masing selama 81 hari dan 85 hari. Tempoh yang tinggi dicatatkan di stesen Lui dan Rinching adalah disebabkan oleh lebih daripada 50% daripada tahun yang dilanda kemarau mengalami tempoh melebihi paras purata tahunan. Berbeza dengan stesen Dengkil dan Kajang, bilangan tahun yang melebihi paras purata masing-masing sekitar 23.8% dan 13.3% (Lampiran 4). Stesen Lui mencatatkan tempoh kumulatif tahunan (TKT) terpanjang di lembangan Sungai Langat iaitu selama 308 hari yang direkodkan pada tahun 1989. Berdasarkan penelitian terhadap rekod data, tempoh ini hampir merangkumi keseluruhan tahun 1989 kecuali bulan September dan November sedangkan tahun tersebut bukan tahun El Nino dan jumlah curahan hujan masih melebihi paras normal. Tempoh yang panjang ini berpunca daripada masalah data yang dibekalkan oleh JPS. Masalah ini ada kaitan dengan pemindahan stesen cerapan yang menyebabkan nilai luahan yang direkodkan adalah lebih rendah daripada sepatutnya. Begitu juga dengan TKT yang tinggi dicatatkan pada tahun 1973 dan 2001 adalah sama dengan masalah yang berlaku pada tahun 1989. Oleh itu, dalam konteks stesen Lui, TKT tertinggi yang boleh digunakan ialah selama 222 hari yang direkodkan pada tahun 1976.

Bagi stesen-stesen yang lain, TKT yang dicatatkan adalah dipengaruhi oleh fenomena El Nino. Ini berdasarkan kepada tahun-tahun TKT tertinggi berlaku pada tahun El Nino. Stesen Rinching mencatatkan TKT selama 235 hari yang direkodkan pada tahun 1977 (El Nino skala lemah), stesen Kajang mencatatkan TKT selama 212

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



hari (1987 – El Nino skala kuat) dan stesen Dengkil 239 hari (1987). Walaupun El Nino yang melanda berskala lemah mengikut pengelasan NOAA seperti dialami pada tahun 1976 dan 1977, namun kesannya telah menyebabkan musim basah yang berlaku pada Mei – Julai yang sepatutnya mengalami luahan aliran tinggi, telah mengalami penyusutan luahan di bawah paras ambang. Ini ditunjukkan oleh episod peristiwa kemarau PK3, PK7 dan PK12 di stesen Rinching. PK3 bermula pada 23 Januari dan berakhir 12 Jun 1977, PK7 bermula pada 17 Januari dan berakhir 11 Mei 1983 dan PK12 yang bermula pada 9 Februari dan berakhir pada 11 Mei 2006 (Lampiran 5). Selain itu El Nino yang melanda pada tahun 1987 yang bertahap sangat kuat telah mengakibatkan 2 stesen telah mengalami tempoh kumulatif tahunan terpanjang iaitu di Dengkil dan Kajang. Di samping itu terdapat juga beberapa kes menunjukkan tempoh kemarau yang tinggi juga turut di pengaruhi oleh jumlah curahan yang kurang daripada purata walaupun fenomena El Nino tidak melanda pada tahun tersebut. Keadaan ini ditunjukkan pada tahun 1996 di stesen Rinching. Tempoh kumulatif tahunan yang direkodkan adalah selama 220 hari berlaku disebabkan oleh jumlah hujan yang diterima kurang 40% daripada hujan normal.

### 7.2.7 Taburan dan corak defisit kemarau

Defisit kemarau juga merupakan parameter penting bagi melihat keparahan kemarau. Ia merujuk kepada jumlah kumulatif kekurangan jumlah luahan di bawah PA yang sama dalam satu tempoh tertentu (Sheffield & Wood, 2007; Zargar et al., 2011). Wilhite (2011) menyatakan ia merujuk kepada darjah kekurangan air dan/atau impak keparahan yang disebabkan oleh kekurangan tersebut semasa tempoh kemarau. 3 parameter defisit kemarau yang telah digunakan untuk menjelaskan tahap kemarau di lembangan Sungai Langat iaitu defisit kumulatif keseluruhan rekod (DR), defisit kemarau dalam setahun

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



(DT) dan defisit kemarau bagi setiap peristiwa kemarau (DPK). Zelenhasic & Salvai (1987) menyatakan bahawa jumlah defisit terbesar merupakan elemen yang penting untuk dilihat.

Defisit kemarau (DR) yang dialami sepanjang tempoh kajian adalah sangat rendah iaitu sekitar 2.5% daripada keseluruhan jumlah luahan yang diterima. Pola defisit yang dicatatkan oleh stesen di lembangan Sungai Langat selari dengan pola tempoh yang telah dijelaskan sebelum ini. Berdasarkan Jadual 7.8, stesen Lui dan Rincing menunjukkan peratusan defisit antara 3 - 4% manakala stesen Kajang dan Dengkil di bawah paras 2% dari pada keseluruhan jumlah luahan. Daripada analisis yang dilakukan, defisit kemarau telah menyumbang lebih daripada 7% kepada luahan aliran $Q_{mean}$ di stesen Lui dan Rinching manakala stesen Kajang dan Dengkil hanya menyumbangkan kurang daripada 5%. Sumbangan yang tinggi oleh stesen Lui dan Rinching berbanding Dengkil dan Kajang disebabkan oleh faktor yang telah dibincangkan dalam tempoh kemarau seperti kehadiran PK yang tinggi, tempoh setiap PK yang panjang melebihi 50%. Pola yang sama ini adalah kerana tempoh kemarau mempunyai pertalian dengan jumlah defisit berdasarkan analisis korelasi Pearson yang dilakukan. Stesen Rinching dan Lui menunjukkan hubungan yang sangat kuat iaitu r = 0.9, Dengkil menunjukkan hubungan yang kuat melalui nilai r = 0.87 dan stesen Kajang menunjukkan hubungan yang sederhana melalui nilai r = 0.67.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Jadual 7.8.

*Defisit Kemarau antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sungai Langat*

| Stesen | Defisit Tahunan (DT) | | Defisit PK (DPK) | | Defisit Kemarau (DR) | Banding dengan $Q_{mean}$ (%) | Banding dengan $Q_{70}$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Julat | Purata | Julat | Purata | | | |
| Lui | 19.2-189.2 | 69.6 | 8.8-148.3 | 45.5 | 1,183.0 | 9.6 | 31.0 |
| Rinching | 21.7-278.4 | 117.9 | 12.9-246.1 | 81.6 | 2,121.9 | 7.4 | 22.1 |
| Kajang | 26.4-277.4 | 102.1 | 26.4-171.7 | 90.1 | 1,531.4 | 4.0 | 13.8 |
| Dengkil | 160.2-1481.5 | 491.8 | 160.2-1481.5 | 449.1 | 10,328.5 | 5.0 | 18.2 |

Jika dilihat defisit tahunan (DT), stesen terletak paling hulu mencatatkan jumlah defisit terkecil manakala stesen paling hilir telah mencatatkan defisit terbesar seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.8. Stesen Dengkil yang merupakan stesen di hilir mencatatkan defisit tertinggi manakala stesen Lui mencatatkan defisit terendah kerana ia terletak paling hulu. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, bilangan TK yang mengalami defisit melebihi paras purata stesen cerapan masing-masing antara 33.3 – 61.1%. Stesen Rinching mencatatkan liputan tertinggi (61.1%) manakala stesen Kajang mencatatkan liputan terendah (33.3%). Jumlah liputan tertinggi di Rinching adalah disebabkan kewujudan empangan Semenyih yang berada di bahagian hulu Sungai Semenyih. Menurut Smakhtin (2001), empangan yang diregulasi merupakan antara penyebab berlakunya kekerapan luahan aliran rendah terutamanya semasa musim kering atau semasa penyusutan jumlah hujan. Berdasarkan pemerhatian yang dilakukan, TK yang mengalami jumlah defisit yang tinggi telah direkodkan berlaku pada tahun 1976, 77, 79 1981 1982 1983, 1995 1996 1997, 2006 & 2009. Hampir keseluruhan tahun-tahun tersebut merupakan tahun El Nino melanda. Kadar defisit yang tinggi di stesen Rinching pada tahun-tahun tersebut ada kaitan kawalan pelepasan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



aliran air pada musim kering selepas tahun 1982. Berbeza pula dengan stesen Kajang, walaupun menerima kesan kewujudan empangan Langat, kawalan jumlah pelepasan air ini dapat diimbangi oleh sumbangan efluen daripada kawasan bandar Kajang. Ini menyebabkan luahan sungai di bandar kajang senantiasa disalir oleh air dan ia dapat meminimumkan pola luahan aliran rendah yang ektrem. Sumbangan efluen ini menyebabkan tahun-tahun kemarau yang dilanda El Nino masih mampu mengalirkan air dan kadar defisit yang dialaminya dapat diminimumkan.

Berdasarkan analisis korelasi, kawasan yang didominasikan oleh guna tanah hutan mempunyai pertalian yang sangat kuat antara tempoh kemarau dan jumlah defisit yang dihasilkan. Begitu juga dengan gabungan hutan dan kewujudan empangan turut menunjukkan pertalian yang sama. Ini dibuktikan melalui nilai analisis korelasi person bagi stesen Lui iatu r = 0.93 dan stesen Rincingn iaitu r = 0.90. Ini bermaksud 90% jumlah defisit yang berlaku di stesen Lui dan Rinching adalah dipengaruhi oleh tempoh kemarau. Dengan kata lain, semakin lama berlaku kemarau, semakin tinggi jumlah defisit yang dialami. Berbeza bagi guna tanah yang bercampur dan didominasikan oleh kawasan bandar, pertalian antara tempoh kemarau dan jumlah defisit adalah bersifat sederhana. Ini dibuktikan oleh nilai r = 0.67 bagi stesen Kajang. Ini bermaksud 60% jumlah defisit dipengaruhi oleh tempoh kemarau. Bakinya 40% adalah disebabkan oleh faktor lain. Apa yang dilihat ialah pertalian yang sederhana di stesen Kajang adalah kesan daripada saling hubungan yang kompleks antara luahan sungai dengan guna tanah dan aktiviti manusia yang mampu menyebabkan penyusutan luahan. Antara aktiviti yang telah dinyatakan oleh Smakhtin (2001) yang menyebabkan luahan aliran rendah seperti kehadiran empangan, pengambilan air bawah tanah dan air permukaan, perubahan litupan tumbuhan, saluran tidak asli dan modifikasi guna tanah untuk

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



perbandaran. Ciri-ciri yang dinyatakan ini merupakan ciri yang wujud di persekitaran Kajang. Ini menunjukkan bahawa ciri-ciri ini telah menyebabkan penyusutan paras air bawah tanah yang menjadi sumber utama aliran dasar semasa musim kering atau kemarau. Berdasarkan kajian olen Van Loon & Laaha (2015), aliran dasar adalah penyumbang penting kepada aliran sungai dan penyusutannya telah mempengaruhi jumlah defisit kemarau.

### 7.2.8 Trend luahan aliran rendah dan kemarau

Analisis trend merupakan kaedah data siri masa di mana maklumat dalam urutan dari masa ke masa dan dibandingkan antara dalam satu tempoh masa yang lama untuk mengesan pola dan corak agar masa depan dapat diramal berasaskan corak dan pola yang dihasilkan. Dalam konteks kajian kemarau di lembangan Sungai Langat, pola-pola sifat kemarau seperti tahun kemarau, tempoh dan defisit telah dianalisis samada wujud trend atau tidak pada aras keyakinan 95% ($\alpha = 0.05$).

Berdasarkan Jadual 7.9, trend sifat-sifat kemarau yang meliputi TK, TT dan DT menujukkan pola yang pelbagai. Kesemua trend yang ditunjukkan ini secara statistiknya tidak signifikan pada aras keyakinan 95%. Trend PK yang dipaparkan menunjukkan stesen Lui dan Rinching menunjukkan trend yang menurun berbeza dengan Kajang dan Dengkil yang menunjukkan peningkatan. Trend menurun dan menaik yang digambarkan oleh PK ini dilihat mempunyai kaitan dengan trend hujan yang diterima. Apa yang diperhatikan ialah peningkatan hujan di lembangan Lui dan Semenyih menyebabkan trend kehadiran PK di stesen Lui dan Rinching turut menurun berdasarkan nilai negatif Kendall Z. Begitu juga dengan parameter tempoh dan jumlah defisit yang berlaku di stesen Rinching turut dipengaruhi oleh trend hujan di kawasan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



tersebut. Berbeza dengan tempoh kemarau dan jumlah defisit di stesen Lui dan Kajang di mana trend yang dipaparkan tidak selari dengan trend hujan. Apa yang ditunjukkan ialah semakin tinggi hujan semakin panjang tempoh kemarau dan semakin tinggi jumlah defisit. Dapatan ini adalah bertentangan dengan teori hubungan antara hujan-runoff. Oleh itu apa yang dapat disimpulkan daripada pola ini ialah trend menaik dan menurun yang digambarkan oleh tempoh kemarau dan jumlah defisit di stesen Lui dan Dengkil tiada kaitan dengan trend hujan. Terdapat faktor lain yang menyebabkan kejadian ini. Seperti yang telah dibincangkan sebelum ini, kehadiran kemarau dengan jumlah defisit dan tempoh yang panjang di stesen Lui pada tahun 1989 dan 2001 dilihat menjadi sebab wujudnya trend yang meningkat. Ini kerana kedua-dua berhadapan dengan masalah data yang diperoleh sehinggakan wujud kemarau "palsu". Lantaran itu apabila ujian Mann-Kendal dilaksanakan, oleh kerana nilai yang dicatatkan pada tahun tersebut lebih besar berbanding sebelumnya maka secara automatik trend yang meningkat akan dipaparkan.

Bagi stesen Dengkil pula, penyusutan tempoh kemarau dan jumlah defisit ini ada kaitan dengan sumbangan luahan kawasan hulu kerana trend hujan di kawasan hulu iaitu di lembangan Lui dan Semenyih menunjukkan pola hujan yang meningkat. Tambahan pula perkembangan bandar dan pembesar Bandar Baru Bangi dan kehadiran bandar baru Putrajaya telah meningkatkan sumbangan efluen di mana ia dapat mengimbangi aliran rendah semasa musim kering. Daripada analisis trend ini dapat disimpulkan bahawa guna tanah dan penyusutan hujan di kawasan Dengkil telah menyebabkan peningkatan kejadian kemarau seperti ditunjukkan dalam Jadual 7.9. Namun kemarau yang terhasil semakin mengecil jumlah defisit dan tempoh kemarau

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



kesan kehadiran kawasan perbandaran, perindustrian serta perumahan yang menyumbang efluen ke dalam sungai Langat.

Jadual 7.9.

*Trend Kemarau dan Hujan antara tahun 1965 - 2013 di lembangan Sungai Langat menggunakan Mann-Kendall*

| Stesen | Tahun Kemarau (TK) | Tempoh Kemarau (TT) | Defisit Kemarau (DT) | Hujan |
|---|---|---|---|---|
| Lui | -0.38 | 1.11 | 1.28 | 0.34 |
| Rinching | -1.82 | -0.53 | -0.30 | 0.94 |
| Kajang | 0.42 | 0.99 | -0.40 | |
| Dengkil | 0.30 | -1.51 | -0.21 | -1.55 |

Trend yang ditunjukkan oleh stesen Dengkil ini juga ada kaitan dengan peningkatan jumlah luahan kebelakangan ini akibat landaan fenomena La Nina sejak 2007. Peningkatan ini dipengaruhi oleh jumlah hujan yang meningkat terutamanya di kawasan hulu (lembangan Lui dan Semenyih) yang menyumbang kepada proses susupan bagi mengisi simpanan air bawah tanah. Ini kerana air bawah tanah menyumbang antara 50.05 -56.16% kepada luahan sungai di Langat berbanding 43.84 - 49.95daripada larian permukaan dan hujan terus (Hai et al., 2011). Trend menurun ini digambarkan dengan jumlah defisit pada awal-awal TR melebihi 400 $m^3s^{-1}$ (1970, 1972, 1978 dan 1980) berbanding di penghujung tempoh rekod yang menunjukkan jumlah defisit kurang daripada 400 $m^3s^{-1}$ ( 2003, 2006 dan 2009). Trend menurun ini juga disokong oleh tempoh kemarau pada awal –awal TR pada tahun 1972, 1973, 1976 - 1983 melebihi 100 hari berbanding TK pada hujung rekod iaitu tahun 2003, 2005 dan 2009 mempunyai tempoh kurang daripada 100 hari..

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



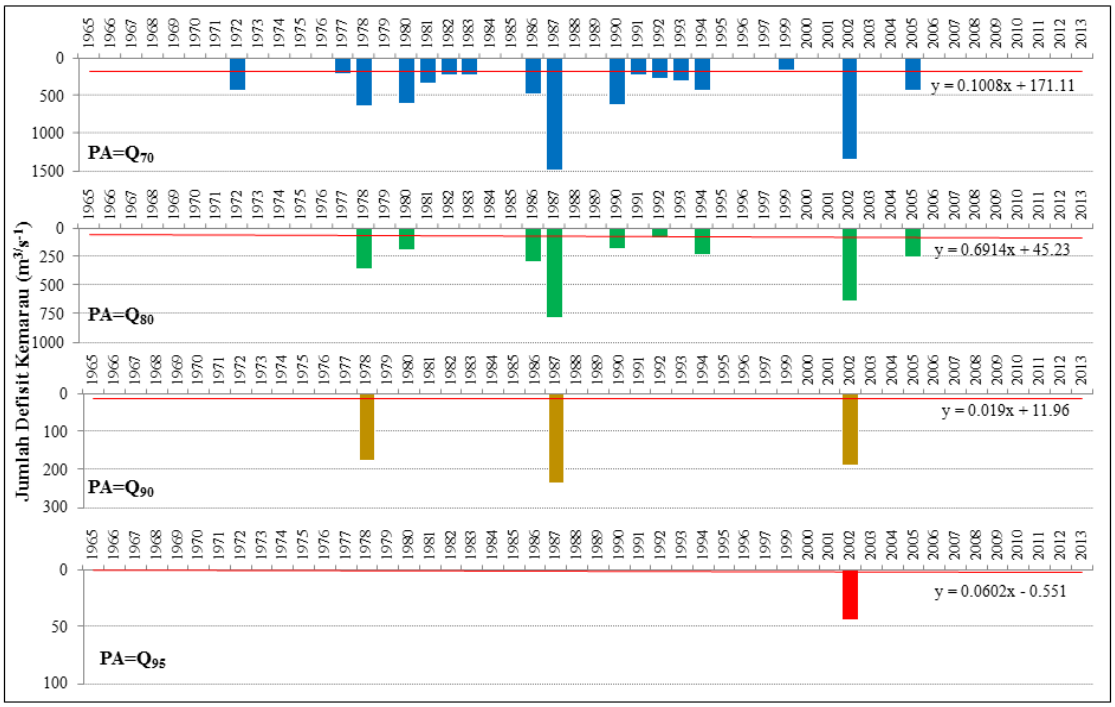
Jika dilihat pola luahan, trend $<Q_{mean}$ dan $<Q_{70}$ di stesen Dengkil menunjukkan pola yang bertentangan di mana $<Q_{mean}$ menunjukkan trend menurun manakala $<Q_{70}$ menunjukkan trend meningkat. Trend $<Q_{mean}$ menunjukkan pola menurun kerana wujud kelompok aliran rendah yang tinggi antara tahun 1968 – 1983 berbanding tahun-tahun selepasnya. Berbeza dengan luahan $<Q_{70}$, trend yang ditunjukkan adalah meningkat. Ini kerana jumlah luahannya yang tinggi bagi kategori ini bermula di pertengahan hinggalah ke penghujung tempoh rekod iaitu 1977 – 1998, 2001 – 2005 dan 2011 – 2013..

Jika dilihat trend bagi setiap paras ambang, persentil $Q_{70}$ dan $Q_{80}$ menunjukkan trend menurun manakala persentil $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ menunjukkan trend meningkat. Apa yang dapat dijelaskan ialah trend penyusutan yang digambarkan oleh persentil $Q_{70}$ dan $Q_{80}$ dipengaruhi oleh episode 1987 di mana selepas tahun ini, jumlah deficit semakin berkurangan dan tidak wujud kejadian kemarau pada 8 tahun terakhir. Berbeza dengan persentil $Q_{90}$, walaupun defisit kemarau episod 1987 adalah tinggi namun defisit kemarau pada 2002 adalah lebih tinggi berbanding 1978. Begitu juga pada persentil $Q_{95}$ di mana kemarau hanya wujud pada tahun 2002.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 7.2*. Pola dan Trend Defisit Kemarau mengikut persentil di stesen Dengkil

### 7.2.9 Tahap keparahan kemarau

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Tahap keparahan kemarau dapat dilihat melalui parameter ekstrem kemarau. Antara parameter defisit ekstrem yang biasa dilihat iaitu defisit kumulatif tahunan (DKT) dan defisit maksimum tahunan (DMT). DKT merujuk kepada jumlah defisit bagi keseluruhan peristiwa kemarau dalam setahun manakala DMT merujuk kepada defisit tertinggi bagi setiap peristiwa kemarau dalam setahun. Antara parameter tempoh ekstrem yang biasa dilihat iaitu tempoh kumulatif tahunan (TKT) dan tempoh maksimum tahunan (TMT). TKT merujuk kepada tempoh terpanjang bagi keseluruhan peristiwa kemarau dalam setahun manakala TMT merujuk kepada tempoh terpanjang bagi setiap peristiwa kemarau dalam setahun.

Apa yang diperhatikan ialah jumlah tahun yang dilanda kemarau sekitar 32 tahun dengan 92 PK yang mana jumlah ini meliputi 66.7% daripada keseluruhan tahun cerapan. Daripada jumlah ini terdapat 5 tahun menunjukkan liputan menyeluruh iaitu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



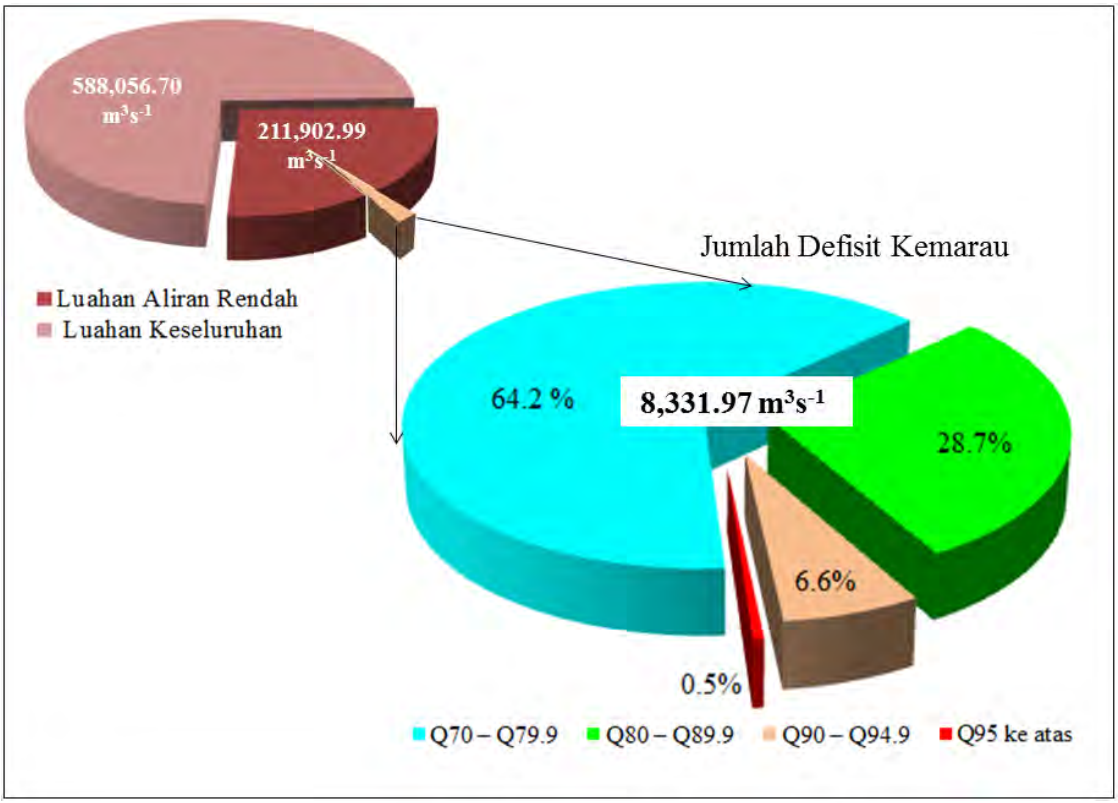
1978, 1980, 1982, 1983 dan 1999. Kajian ini juga mendapati jumlah defisit tahunan tertinggi (DKT) yang dicatatkan di stesen Lui sekitar 189.24 $m^3s^{-1}$ (2001), stesen Rinching 278.35 $m^3s^{-1}$ (1977), stesen Kajang 277.44 $m^3s^{-1}$ (2002) dan stesen Dengkil 1481.49 $m^3s^{-1}$ (1987). Manakala tempoh maksimum tahunan (TKT) yang dicatatkan di stesen Lui sekitar 308 hari (1989), stesen Rinching 235 hari (1977), stesen Kajang 212 hari (1987) dan stesen Dengkil 239 hari (1987). Ini menunjukkan bahawa tahap keparahan kemarau dipengaruhi oleh kehadiran El Nino seperti ditunjukkan oleh liputan menyeluruh kemarau pada tahun 1980, 1982 dan 1983. Begitu juga tempoh dan jumlah defisit maksimum yang juga berlaku pada tahun El Nino seperti digambarkan pada tahun 1977, 1987 dan 2002.

Jika dilihat berdasarkan tahap keparahan kemarau mengikut kelas persentil, 64.18 % dikategorikan sebagai Kemarau Biasa ($Q_{70} – Q_{79.9}$) dan 28.66% dikategorikan sebagai Agak Kemarau ($Q_{80} – Q_{89.9}$). Kategori Sederhana Parah ($Q_{90} – Q_{94.9}$) dan Parah ($Q_{95}$ ke atas) hanya 7.16% seperti digambarkan dalam Rajah 7.2. Berpandukan analisis ini, darjah keparahan kemarau hidrologi masih dianggap terkawal kerana jumlah defisit yang telah berlaku iaitu kurang daripada 5% daripada keseluruhan luahan aliran rendah lembangan Langat dan hanya 7.16% dikelompokkan sebagai kategori parah seperti digambarkan oleh $Q_{95}$. Ulangan tahunan kemarau dalam kategori parah iaitu hanya 3 kali dalam tempoh kajian. Ini ditunjukkan oleh kategori sederhana parah ($Q_{90} – Q_{94.9}$) hanya berlaku sekitar 16 tahun sekali dalam tempoh rekod manakala kategori parah ($Q_{95}$ ke atas) hanya berlaku sekali dalam tempoh kajian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi






*Rajah 7.3*. Peratus jumlah defisit mengikut tahapan kemarau di stesen Dengkil

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Walaupun peratusan kemarau yang digambarkan di atas adalah agak kecil dan terkawal, namun sebagai negara yang kaya dengan sumber air yang menerima curahan hujan purata sebanyak 2940 mm setahun ( 970.96 BMP), fenomena ini dilihat menjadi petunjuk kepada ancaman keselamatan air. Ini kerana kesan kehadiran kemarau ini, sudah pasti akan menyebabkan kebolehcapaian bekalan air bersih akan terganggu seperti yang berlaku di awal tahun 2014. Perkembangan kemarau ekstrem yang digambarkan oleh persentil $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ turut menunjukkan trend peningkatan. Perkembangan ini sudah pasti akan memberi kesan terutama di kawasan pembangunan dan berpenduduk padat yang tinggi permintaan air bersih. Penggunaan air yang tinggi ini akan meningkatkan pelepasan bahan cemara ke dalam alur sungai. Sudah pasti ia mengancam kemampanan sumber air terutama pada persentil $Q_{90}$ yang menjadi paras amaran berkaitan paras kritikal luahan sungai (Rivera-Ramirez et al., 2002). Lebih

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



dahsyat lagi sekiranya jumlah luahan berada di paras persentil $Q_{95}$. Ini kerana ia merupakan paras had pelepasan efluen (Smakhtin & Toulouse, 1998). Oleh itu perancangan berkaitan air bukan sahaja mengambil kira factor cuaca yang ekstrem namun persekitaran lembangan yang mudahterancam (*vulnerable*) terhadap kemampanan sumber bekalan air perlu diurus dengan baik.

## 7.3 Kesimpulan

Aliran rendah merupakan kelompok aliran yang perlu difahami dalam menganalisis kejadian kemarau. Penghasilan peristiwa kemarau melalui teknik paras ambang telah mampu menerangkan banyak sifat-sifat kemarau khususnya sifat-sifat keparahan seperti bilangan kejadian kemarau, tempoh dan jumlah defisit yang dialami. Dalam konteks kawasan yang mudah-terancam, penentuan tempoh asas adalah sangat penting kerana keperluan normal setiap pengguna adalah berbeza. Oleh itu dalam konteks kawasan Sungai Langat yang merupakan kawasan yang terbangun dan tempat permintaan air yang tinggi, tempoh asas minimum 45 adalah sangat sesuai digunakan. Berdasarkan penggunaan tempoh asas ini, kawasan kajian telah terlanda oleh kemarau seawal tahun 1972 dan berterusan sehingga tahun 2009. Berdasarkan tempoh tersebut, analisis trend Mann-Kendal yang digunakan telah berjaya menerangkan pola landaan kemarau.

Walaupun trend landaan kemarau meningkat di sebahagian stesen tetapi tempoh dan jumlah defisit semakin mengecil. Ini disebabkan oleh kehadiran bandar dan kawasan penempatan yang menyumbangkan efluen telah dapat menyeimbangkan aliran dasar semasa musim kering. Tambahan pula liputan kemarau bertahap parah adalah rendah. Walau bagaimanapun, kewujudan kemarau ekstrem yang ditunjukkan pada

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



tahun 2002 di stesen Dengkil perlu dijadikan perhatian bahawa walaupun Malaysia kaya dengan sumber air. Lantaran itu faktor persekitaran yang mudah-terancam merupakan perkara yang perlu diurus dengan sebaik mungkin bagi mengelakkan landaan kemarau kategori parah bertambah kerap daripada sedia ada.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

# BAB 8

# RUMUSAN DAN CADANGAN KAJIAN AKAN DATANG

## 9.1 Pendahuluan

Kemarau merupakan fenomena ekstrem dalam kitaran hidrologi kesan daripada penyusutan jumlah hujan yang diterima dan diparahkan lagi oleh persekitaran yang mudahterancam. Bencana ini merupakan fenomena yang berlaku semasa aliran rendah. Sebab itu, ada sarjana mengutarakan aliran rendah dalam tempoh masa tertentu boleh diisytiharkan sebagai kemarau. Fenomena aliran rendah kebiasaannya berlaku pada musim kering. Perubahan iklim yang telah melanda dunia hari ini, telah menyebabkan rejim aliran rendah ini telah berkembang dan bertukar menjadi bencana kemarau seperti digambarkan melalui tulisan-tulisan beberapa sarjana yang telah dibincangkan sebelum ini. Perubahan dalam kekerapan dan keparahan kemarau bukan sahaja akibat perubahan iklim (terutamanya hujan dan suhu) tetapi juga turut dipengaruhi oleh gangguan dalam kawasan tadahan seperti pengekstrakan air bawah tanah, pengairan dan pembandaran.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Perkembangan landaan bencana kemarau diunjurkan semakin meningkat dan impaknya semakin membesar di kawasan-kawasan mudah-terancam. Impaknya bukan sahaja terhadap kekurangan air tetapi mendatangkan impak yang negatif terhadap ekologi, ekonomi, pertanian, sosial dan politik. Ini menyebabkan fenomena ekstrem ini antara yang paling memudaratkan dan menjejaskan ramai orang berbanding bencana yang lain. Impak kemarau yang secara umumnya bergantung kepada tahap keparahan kejadian kemarau hidrologi. Tahap keparahan ini dapat digambarkan melalui tempoh lama kemarau itu melanda dan jumlah defisit air akibat landaan tersebut. Oleh itu pendekatan indeks dan paras ambang telah dibangunkan untuk menilai keparahan kemarau. Pembangunan petunjuk-petunjuk ini adalah penting agar tahap keparahan kemarau dapat di kuantifikasi dengan tepat dan dapat difahami oleh masyarakat awam. Dengan adanya petunjuk-petunjuk ini, perancangan untuk meramal dan mengurus kemarau dapat dilakukan agar impak-impak yang terkait dengan masyarakat awam dapat diminimumkan.

## 9.2 Rumusan kajian

Kajian pola kemarau yang telah dilakukan di lembangan Sungai Langat ini merupakan satu kajian yang penting. Ini kerana, lembangan Sungai Langat merupakan ruang penting tumpuan pembangunan sehinggakan ada dikalangan sarjana menggelarkannya sebagai Wilayah Lembah Kelang II. Ini kerana fungsi lembah Kelang telah merebak ke lembah Langat dengan hadirnya institusi UKM dan pusat pentadbiran Putrajaya. Tumpuan pembangunan ini sudah pasti telah menimbulkan kebimbangan terhadap kerosakan persekitaran semula jadi yang mampu merencatkan perjalanan dan kemakmuran kitaran hidrologi. Daripada kajian yang telah dilakukan terdapat beberapa rumusan yang dapat dinyatakan. Antaranya:-

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



- Ciri-ciri luahan aliran rendah yang digambarkan melalui parameter $Q_{mean}$ boleh dilihat berpandukan 2 aspek iaitu tempoh dan jumlah luahan. Apa yang dapat disimpulkan ialah tempoh luahan aliran rendahnya sangat panjang di mana purata liputannya 65% daripada keseluruhan tempoh cerapan. Namun walaupun tempahnya panjang jumlah luahan aliran rendahnya masih di bawah paras 50%. Ini menunjukkan bahawa jumlah air yang mengalir di lembangan Sungai Langat masih tinggi terutamanya semasa musim basah semasa Monsun Timur Laut. Kehadiran musim kering telah memberi kesan terhadap tempoh dan jumlah luahan $Q_{mean}$. Lebih 70% tempoh musim kering luahan di bawah paras $Q_{mean}$ dan jumlah luahannya adalah tinggi iaitu melebihi 54%. Bilangan tahun yang mengalami luahan kurang daripada paras normal sekitar 40 – 55%. Lembangan bertumbuhan seperti digambarkan oleh stesen Lui dan Rinching menunjukkan peratusan yang rendah berbanding lembangan yang terbangun menunjukkan peratusan melebihi 50%.

- Ciri-ciri luahan kemarau yang digambarkan melalui parameter $Q_{70}$ menunjukkan hampir separuh daripada tempoh $Q_{mean}$ adalah tempoh $Q_{70}$ iaitu sekitar 47% di mana jumlah ini menyumbangkan 51% kepada keseluruhan jumlah luahan $Q_{mean}$. Tidak semua luahan $Q_{70}$ dikategorikan sebagai kemarau. Tempoh $Q_{70}$ yang dikategorikan kemarau hanyalah sekitar 42%. Walaupun menggunakan paras yang sama dalam menentukan kemarau, tetapi lebih 50% tempoh luahan $Q_{70}$ tidak memenuhi tempoh minimum untuk membolehkan ia dikategorikan sebagai peristiwa kemarau.

- Pendekatan defisit amat sesuai digunakan bagai menjelaskan kemarau terutamanya menggunakan teknik paras ambang. Ini kerana ia mampu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



menjelaskan banyak sifat-sifat kemarau seperti bilangan kejadian, tempoh dan jumlah defisit. Keupayaan ini disebabkan kemampuannya untuk mengenal pasti bermula kemarau hinggalah ia berakhir. Berbeza dengan pendekatan aliran rendah yang hanya mampu menjelaskan permulaan dan magnitud kemarau. Proses sepanjang kemarau tidak dapat dijelaskan.

- Tempoh asas minimum bagi menentukan sesuatu peristiwa kemarau tidak haruslah statik. Ia perlu dinilai berdasarkan situasi semasa dan ruang. Ini kerana terdapat definisi kemarau yang menyatakan bahawa kemarau telah berlaku apabila ia telah mengganggu keperluan normal pengguna. Oleh itu keperluan air normal oleh masyarakat bandar dan desa adalah berbeza. Oleh itu kajian ini telah menilai semula tempoh yang telah diterima pakai oleh kerajaan Malaysia iaitu 3 bulan @ 90 hari. Berdasarkan analisis terhadap catuan air di Selangor pada awal 2014, penggunaan normal yang digambarkan oleh loji rawatan air telah terganggu kurang daripada tempoh 90 hari tersebut terutamanya di kawasan yang tinggi permintaan air. Oleh itu tempoh 45 hari telah digunakan berdasarkan tahap kemampuan bertahan loji rawatan air untuk bekalkan air secara mapan sejak bermulanya ketiadaan hujan.

- Walaupun Malaysia kaya dengan curahan hujan iaitu sekitar purata sebanyak 2940 mm setahun (970.96 BMP) namun pengaruhi iklim global dan persekitaran mudah-terancam di lembangan Sungai Langat menyebabkan kemarau telah melanda seawal 1970 (dalam kajian lain seawal 1950an). Kemarau tahap lemah seperti digambarkan oleh persentil $Q_{70}$ dan $Q_{80}$ dilihat kerap melanda. Liputan landaan mencakupi 66% daripada keseluruhan tahun kajian dengan kadar ulangan setiap 1.5 tahun sekali. Namun jika dilihat kemarau

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



bertahap parah iaitu $Q_{90}$, cakupan landaanya sekitar 29% daripada keseluruhan dengan ulangan sebanyak 3 tahun sekali. Bagi $Q_{95}$, cakupan landaan sekitar 8% dengan ulangan 12 tahun sekali. Ini menunjukkan bahawa dalam konteks kawasan khatulistiwa yang kaya dengan curahan hujan, persentil $Q_{90}$ dan $Q_{95}$ adalah sesuai digunakan bagi kajian-kajian kemarau. Dana berdasarkan kajian di stesen Dengkil, persentil ini hanya menyumbangkan sekitar 7% daripada kejadian kemarau di Langat.

- Tempoh kemarau dan jumlah defisit kemarau mempunyai pertalian yang rapat seperti ditunjukkan oleh nilai korelasi Pearson. Bagi stesen yang terletak di kawasan bertumbuhan dan pengaruh empangan, 90% daripada jumlah defisit disebabkan oleh tempoh kemarau. Ini bermaksud semakin panjang tempoh kemarau semakin tinggi jumlah defisit yang dialami seperti di tunjukkan oleh stesen Lui dan Rincing. Berbeza dengan lembangan yang rencam seperti lembangan Langat di stesen kajang. Hanya 67% jumlah defisit disebabkan oleh tempoh. 37% lagi disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti faktor guna tanah bandar dan sumbangan efluen bandar dan perumahan.

- Trend kehadiran kemarau dilihat ada kaitan dengan faktor hujan. Kawasan berhutan seperti Lui menunjukkan trend menyusut manakala di kawasan guna tanah rencam menunjukkan trend meningkat. Namun hujan bukannya satu-satunya faktor yang mengawal kemarau. Terdapat beberapa faktor lain yang mencorakkan sifat-sifat kemarau. Penyusutan hujan hanya menyebabkan peningkatan kejadian kemarau seperti digambarkan oleh kejadian kemarau di kawasan Dengkil. Namun kehadiran kawasan perbandaran, perindustrian serta perumahan yang menyumbang efluen ke dalam sungai Langat menyebabkan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



jumlah defisit dan tempoh kemarau menunjukkan trend yang menurun. Ini bermaksud walaupun berlaku peningkatan kemarau, namun dari segi tempoh dan jumlah defisit semakin mengecil.

## 9.3 Implikasi kajian

Dalam konteks kawasan terbangun seperti bandar, keperluan mapan air manusia perlu diambil kira selaras dengan objektif pembangunan sumber air mapan dan pengurusan sumber air bersepadu. Terdapat pepatah mengatakan manusia boleh hidup seminggu tanpa makanan tetapi tidak tanpa air. Oleh itu tempoh 90 hari/3 bulan yang digunakan oleh kerajaan Malaysia merupakan tempoh yang tidak sesuai digunakan untuk menentukan sesuatu kemarau kerana berdasarkan kepada tragedi awal 2014 . Oleh itu penilaian perlu dilakukan agar pengisytiharan berkaitan landaan kemarau di Malaysia dapat mewakili keadaan sebenar. Dalam konteks kawasan bandar parameter gangguan keperluan normal perlu diambil kira. Dan tempoh asas perlu berbeza antara kawasan bandar dan luar badar. Tempoh 45 hari yang digunakan ini merupakan dimensi baru yang boleh digunakan dalam mengisytiharkan kemarau. Justeru itu adalah perlu dalam konteks kawasan permintaan tinggi, tempoh ini diguna pakai bagi menggantikan tempoh 90 hari bagi menjamin kelestarian pengguna. Penerimaan definisi tempoh 45 hari ini bakal memberi gambaran baru kepada semua pengusaha-pengusaha bekalan air terawat untuk membuat pelan kontingensi sekiranya kemarau berlaku.

Di samping itu, kajian ini juga memberi ruang baru dalam konteks Malaysia agar penggunaan kaedah PA diperluaskan dalam menganalisis keparahan kemarau. Ini kerana kaedah PMT dan indeks yang di gunakan kini tidak banyak memberikan maklumat berkaitan kejadian kemarau. Pendekatan PA dilihat mampu menjelaskan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



sifat-sifat kemarau dari sudut bilangan dan kekerapan kemarau (TK), ulangan kejadian (UPK), jumlah defisit (DK) dan tempoh sesuatu kemarau (TT). Dengan mengetahui sifat-sifat ini, nilai-nilai ekstrem kemarau seperti maksimum kejadian, jumlah defisit kumulatif dan jumlah defisit maksimum serta tempoh kumulatif dan tempoh maksimum kemarau dapat diterangkan. Penggunaan persentil yang sesuai dalam konteks Malaysia iaitu Q90 dan 95 kerana berdasarkan analisis yang dilakukan, ia lebih menggambarkan keadaan landaan kemarau di kawasan yang kaya hujan.

Dengan mengetahui sifat-sifat kemarau dan nilai-nilai ekstrem ini, sekurang-kurangnya ia akan menimbulkan kesedaran bahawa Malaysia yang merupakan negara mewah air dengan curahan hujan purata sebanyak 2940 mm setahun mampu menyumbang sebanyak 970.96 bilion meter padu (Baba, 2012), tidak terlepas daripada berhadapan dengan fenomena ini. Ini dibuktikan dengan kejadian beberapa PK yang direkodkan di Langat. Sekurang-kurangnya dengan maklumat ini penggunaan air sebanyak 225 lps oleh rakyat Selangor dapat dikurangkan secara berperingkat mengikut Piawai Antarabangsa yang disyorkan oleh Bangsa-bangsa Bersatu iaitu 200 lps (Chan, 2004) ataupun lebih baik ke paras 160 lps. Latihan-latihan pengurangan penggunaan ini perlu bagi menghadapi fenomena kemarau di masa akan datang. Keberjayaan ini bergantung pada komitmen pihak berwajib seperti yang telah dilakukan di Singapura di mana penggunaan per kapita sehari dapat dikurangkan daripada 170 lps pada tahun 1997 kepada 162 lps pada tahun 2004 (Mohd Ekhwan, 2008).

Guna tanah perbandaran merupakan aspek yang perlu diurus. Ini kerana kawasan bandar yang diliputi oleh kawasan yang tidak mesra susupan menyebabkan paras air bawah tanah tidak mampu membekalkan aliran ke dalam alur sungai. Oleh

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



itu kawasan-kawasan rekreasi berhutan perlu dijaga di samping mengekalkan kawasan hutan di lembangan Semenyih dan Hulu Langat. Kemampanan bekalan air semasa musim kering di kawasan bandar banyak disumbangkan oleh efluen daripada kawasan perumahan dan bandar. Oleh itu kualiti efluen ini perlu dipantau sebelum dilepaskan ke dalam sungai kerana kualiti yang renda bakal memburukkan kualiti luahan sungai yang tidak mampu melarutkan bahan cemar secara semula jadi semasa musim aliran rendah.

## 9.4 Cadangan kajian akan datang

Kemarau bukan sahaja bertindak sebagai bahaya semula jadi tetapi ia merupakan fenomena yang mampu mendatangkan bencana yang mengundang banyak masalah terutamanya di kawasan yang mudah-terancam seperti kawasan bandar. Perkembangan landaan bencana kemarau diunjurkan semakin meningkat dan impaknya semakin membesar di kawasan-kawasan mudahterancam. Impaknya bukan sahaja terhadap kekurangan air tetapi mendatangkan impak yang negatif terhadap ekologi, ekonomi, pertanian, sosial dan politik. Oleh itu antara yang genting dalam kajian kemarau ialah menentukan definisi kemarau kerana setiap masa dan ruang, definisi boleh berubah. Penggunaan definisi tunggal untuk semua keadaan menyebabkan kita gagal untuk mengurus dan meramal kejadian kemarau terutamanya impak yang dihasilkan. Oleh itu dalam konteks Malaysia definisi kemarau perlu dipelbagaikan mengikut tahap mudah-terancam berkaitan permintaan air sesuatu kawasan. Penggunaan definisi yang tepat mengikut tahapan keparahan menyebabkan usaha, mengkuantifikasi kemarau akan dapat dilakukan dengan baik. Oleh itu perlu ada kajian berkaitan tempoh asas aktiviti manusia boleh bertahan tanpa air. Mungkin kriteria yang boleh digunakan adalah kepadatan penduduk, kadar permintaan air dan kemampuan loji rawatan untuk membekal air.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Selain itu selari dengan cadangan Van Loon (2015) agar sudah sampai masanya agar kajian kemarau perlu dilihat dari perspektif sosio hidrologi seperti diutarakan oleh Sivapalan, Savenije & Bloschl (2012). Ini kerana faktor-faktor antropogenik turut memberi kesan secara langsung mahupun tidak langsung kepada kejadian kemarau. Ini kerana dalam konteks kitaran hidrologi, manusia bukan lagi sebagai elemen luar dalam enjin raksasa ini. Manusia dan aktivitinya sudah menjadi sebahagian daripada rantai-rantai dalam kitaran hidrologi. Oleh itu manusia perlu dilihat sebagai sebahagian penyebab langsung kepada kejadian kemarau hidrologi berdasarkan jumlah penggunaannya yang mengancam penyusutan jumlah luahan air. Penggunaan air oleh manusia bagi tujuan pengairan, industri dan domestik merupakan antara sektor penting yang menjadi penyebab kejadian kemarau. Wada et al. (2013) menyatakan penggunaan air yang tinggi ini merupakan faktor penyebab utama yang mempengaruhi intensiti dan kekerapan kemarau di masa akan datang.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Selain itu juga kajian-kajian kemarau perlu diintegrasikan dan diperkasakan dengan badan-badan yang mengurus air seperti MET Malaysia, JPS dan Jabatan Bekalan Air serta lain-lain badan. Dengan wujudnya kerjasama ini, usaha-usaha saintifik dapat dilakukan agar pemindahan dan perkongsian maklumat dapat disebar luaskan hingga ke peringkat sekolah dan masyarakat. Pembangunan-pembangunan indeks kemarau yang lebih baik untuk mengkuantifikasi kemarau dapat dihasilkan dengan adanya perkongsian kemahiran di kalangan tenaga pakar yang ada dalam pelbagai jabatan yang ada. Kegagalan kita untuk meramal dan mengkuantifikasi kemarau bermakna kita gagal untuk mengurus air terutamanya semasa kemarau. Dengan adanya kerjasama ini kerugian-kerugian yang dialami seperti oleh industri di Labuan pada 2010 (Hamirdin, 2012) dan penanaman padi di Kuala Muda, Kedah antara

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



tahun 1977 – 1992 (Ahmad Zubir, Chamhuri, Rospidah & Basri, 2012) dan Ampang Tinggi, Negeri Sembilan pada Februari 2014 (Sinar Harian; 27 Februari 2014) tidak berulang.

Dalam konteks Malaysia, kemarau sosio ekonomi masih belum diterokai secara serius. Di mana kajian ini cuba melihat kesan kemarau terhadap sosial dan ekonomi masyarakat. Perkara ini penting kerana subjek pengurusan air adalah memastikan pihak-pihak berkepentingan senantiasa mendapat bekalan air. Dengan ada kajian ini, impak kepada manusia dapat diramal dan diurus sekiranya kemarau datang melanda.

## 9.5 Kesimpulan

Sungai merupakan nadi kehidupan Malaysia. Kebergantungan Malaysia kepada sungai dapat dilihat melalui sektor pengairan untuk pengairan, sumber air bersih untuk domestik dan industri, agen penjana tenaga hidro, laluan penghubung penting terutama di Sabah dan Serawak selain sebagai sumber rekreasi dan protein. Kebergantungan ini akan terencat dengan kehadiran fenomena kemarau. Oleh itu kajian kemarau hidrologi amat penting bagi mendapatkan maklumat berkaitan keupayaan sungai untuk melaksanakan perkhidmatannya. Kemarau hidrologi terhasil adalah kesan daripada penyusutan hujan dan sejatan tinggi. Penyusutan ini diparahkan lagi oleh ketidakmampuan sistem-sistem fizikal lembangan untuk menyimpan curahan hujan sebelum dialirkan ke dalam alur sungai. Ini kerana simpanan bumi menjadi faktor penting yang mempengaruhi tahap keparahan sesuatu kejadian kemarau hidrologi.

Lembah Langat telah mengalami kemarau berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Kejadian kemarau dilihat semakin meningkat terutama di kawasan guna

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



tanah rencam berdasarkan analisis trend Mann-Kendall yang telah dilakukan. Perkembangan pembangunan yang bermula selepas pelancaran DEB dan dipesatkan lagi dengan kewujudan Bandar Baru Bangi dan UKM selepas tahun 1990 telah menyebabkan lembangan Sungai Langat menjadi tumpuan perbandaran terutama di sekitar Kajang dan Putrajaya. Perkembangan ini dijangka meningkatkan kehadiran kemarau berdasarkan petunjuk trend yang dipaparkan oleh stesen Dengkil dan Kajang. Walaupun kawasan ini telah mengalami kemarau parah pada tahun 1998 disebabkan oleh kehadiran El Nino yang luar biasa namun kemunculan semula pada tahun 2002 menjadi petunjuk penting terhadap landaan akan datang. Ini kerana El Nino pada tahun 2002 adalah bertahap lemah dan ia mampu menyebabkan kemarau yang parah. Landaan ini adalah disebabkan oleh pengaruh guna tanah bandar di kawasan tersebut yang merencatkan sistem hidrologi lembangan Sungai Langat.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Apa yang dirisaukan ialah kesan saling bergantung antara penyusutan dan kemampuan bekalan air untuk kegunaan berfaedah. Penyusutan aliran air ini akan mendatangkan kesan kepada kerosakan kualiti air. Ini kerana pada musim panas penggunaan air adalah tinggi dan pelepasan efluen juga adalah tinggi. Ini menyebabkan kualiti air sungai akan terkesan kerana keupayaan untuk mencairkan bahan cemar yang masuk ke dalam sungai semasa aliran rendah juga telah berkurangan. Ini sudah pasti akan mendatangkan kesan paras kualiti air yang sesuai untuk kegunaan air mentah di LRA. Akhirnya LRA terpaksa menghentikan proses rawatan air dan ia memberi kesan kepada jutaan pengguna di lembangan Sungai Langat.

Oleh itu kajian-kajian kemarau perlu diperluaskan bukan setakat kajian kemarau hidrologi tetapi juga perlu kajian terhadap impak kemarau hidrologi yang dikelompokkan sebagai kemarau sosio-ekonomi. Dengan memahami impaknya, para

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



pengurus dan perancang guna tanah akan dapat gambaran jelas berkaitan status kemarau kesan daripada perubahan guna tanah yang dilakukan oleh mereka. Pengurusan lembangan sungai bersepadu (IRMB) yang telah diterima pakai dalam Rancangan Malaysia Ke-9 perlu di perkasa kan bagi memastikan agar tahap keparahan kemarau hidrologi akan berkurangan dan impaknya dapat diminimumkan sekiranya ia datang melanda.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



**RUJUKAN**

Al-Quran : Al-A'Raaf : 130

Abdul Khalid, I. (2013). Belanjawan 2014 Selangor Darul Ehsan. Dimuaturun daripada http://multimedia.selangor.gov.my/download.php?FilePoolID=41

Abdul Samad, H. (2010). Urbanisasi di Malaysia: Mengaitkan Kepelbagaian Proses ke Bentuk Perbandaran. *Malaysian Journal of Environmental Management*, *11*(2), 21–31.

Abdul Samad, H., Shaharudin, I., Ahmad Fariz, M., & Abdul Hadi, H. S. (2006). *Perubahan Persekitaran dan Kemudahterancaman Lembangan Langat.* Penerbit UKM.

Ahmad Fariz, M., & Chamhuri, S. (2001). Industrial development and environmental degradation: Case study of Langat Basin, Malaysia. Dalam *9th International Conference of Greening if Industry Network*, Bangkok, Thailand. 21 – 25 January

Ahmad Husaini Sulaiman. (2012, September). Water Resources Agenda in Malaysia. Dibentangkan pada *Malaysia Water Resources Management Forum 2012*. Putrajaya. 26 November. Dimuaturun daripada http://www.mywp.org.my/wp-content/uploads/2012/12/materials/folder2/Keynote%20paper%202-%20Water%20Resources%20agenda%20In%20Malaysia.pdf

Ahmad Jamalluddin Shaaban & Low Koon Sing (2002, October). The 1998 Drought In The Kuala Lumpur-Bangi-Kajang Conurbation: Characterisation And Impacts. Paper presented at *the International Conference on Urban Hydrology*, Kuala Lumpur.

Ahmad Jamalluddin Shaaban & Low Koon Sing (2001, September). Characterisation And Assessment of the 1998 Drought Affecting The Kelantan River Basin Using The Herbst Method And The Standardised Precipitation Index (SPI) . Kertas Kerja dibentangkan di the *National Conference on Hydraulics, Hydrology and Sustainable Water Resources Management: Advances in Research and Management*, 24-26 Sept 2001, Kuala Lumpur.

Ahmad Jamalluddin Shaaban. (2013, October). Impact of Climate Change on Malaysia. Kertas Kerja dibentangkan di the *Sustainability and environmental management conference & exhibition 2013*. Sime Darby Convention Centre, Kuala Lumpur. 22nd & 23rd October.

Ahmad Jamaluddin Shaaban, & Low Koon Sing (2003, April). *Dr*oughts In Malaysia : A Look At Its Characteristics , Impacts , Related Policies And Management Strategies. Kertas Kerja dibentangkan di the *Water and Drainage 2003 Conference*. Kuala Lumpur.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Ahmad Zubir Ibrahim, Chamhuri Siwar, Rospidah Ghazali & Basri Abd Talib. (2012, Jun). Perubahan Iklim dan Intervensi Kerajaan: Impak ke Atas Pengeluaran Padi di Kawasan Muda, Kedah. Dibentang dalam *Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia ke VII (PERKEM VII), Transformasi Ekonomi Dan Sosial Ke Arah Negara Maju*. Ipoh, Perak, 4 – 6 Jun 2012. Dimuaturun daripada http://www.ukm.my/fep/perkem/pdf/perkemVII/PKEM2012_1E3.pdf

Allaby, M. (2003). *Droughts*. New York: Facts On File, Incorporated.

Amini, A., Ali, T. M., Ghazali, A. H., & Huat, B. K. (2009). Adjustment of peak streamflows of a tropical river for urbanization. *American Journal of Environmental Sciences*, *5*(3), 285.

Arnell, N. (2002). *Hydrology and Global Environmental Change*. Singapore : Prentice Hall.

Awass, A. (2009). *Hydrological drought analysis-occurrence, severity, risks: the case of Wabi Shebele River Basin, Ethiopia*. (Unpublished doctoral dissertation) Universit¨ at Siegen. Dimuaturun daripada http://dokumentix.ub.uni-siegen.de/opus/volltexte/2009/378/

Baba Hasan. (2012). Program Wadi Ilmu : Dasar Sumber Air Negara (DSAN). Dimuat turun daripada http://www.nre.gov.my/Malay/PusatInformasi/KampusNREWadiIlmu/DASAR%20SUMBER%20AIR%20NEGARA.pdf

Bahramand, A. (2014). Hydrological drought analysis using SDI index in Halilrud basin of Iran. *International Journal of Environmental Resources Research*,*1*(3), 279-288.

Barua, S. (2010). *Drought assessment and forecasting using a nonlinear aggregated drought index*. (Unpublished PhD Dissertation) Victoria University, Australia.

Ben-zvi, A. (1987). Indices of hydrological drought in Israel. *Journal of Hydrology*, *92*, 179–191/?

Beran, M., & Rodier, J. A. (1985). *Hydrological Aspects Of Drought*. Paris: UNESCO-WMO. Dimuaturun daripada http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_039_E_1985.pdf

Birkel, C. (2005). *Temporal and Spatial Variability of Drought Indices in Costa Rica*. (Unpublished Master's thesi), Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Germany. Dimuaturun daripada http://www.hydrology.uni-freiburg.de/abschluss/Birkel_C_2005_DA.pdf

Biro Meteorologi Australia. (2006). *Living with Drought*. Dimuaturun daripada http://www.bom.gov.au/climate/drought/livedrought.html

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Blumcnstock, G., Jr. (1942). Drought in the US analyzed by means of the theory of probability, U.S.D.A. *Tech. Bull. 819*, GPO, Washington, DC.

Bonacci, O. (1993). Hydrological identification of drought. *Hydrological Processes*, *7*, 249–262.

Bordi, I., & Sutera, A. (2007). Drought Monitoring and Forecasting at Large Scale. Dlm. G. Rossi, T. Vega, & B. Bonaccorso (Eds.), *Methods and Tools for Drought Analysis and Management* (hlm. 3–27). Netherlands: Springer.

Bradford, R. B. (2000). Drought events in Europe. Dlm. J. V Vogt & F. Somma (Eds.), *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Netherlands: Springer-Science+Business Media

Brutsaert,W. (2005). *Hydrology: An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.

Byun, H. R., & Wilhite, D. A. (1999). Objective quantification of drought severity and duration. *Journal of Climate*, *12*, 2747–2756.

Byzedi, M., & Saghafian, B. (2009). Regional Analysis of Streamflow Drought: A Case Study for Southwestern Iran. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, *57*, 447–451.

Byzedi, M., Siosemardeh, M., Rahimi, A., & Mohammadi, K. (2012). Analysis of hydrological drought on Kurdistan Province. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *6*(7), 255–259.

Chan Ngai Weng. (2008). Iklim dan Cuaca. Pulau Pinang: Penerbit USM

Chan, N. W. (2004). *Management Water Resources in The 21st Century: Involving All Stakeholders Towards Sustainable Water Resources Management in Malaysia.* Bangi: Environmental Management Programme, Centre for Graduates Studies, Universiti Kebangsaan Malaysia.

Chang, T. J., & Stenson, J. R. (1990). Is it realistic to define a 100-year drought for water management? *Water Resources Bulletin*, *26*(5), 823–829.

Changnon, S. A. (1987). *Detecting drought conditions in Illinois* (Vol. 169). Illinois State Water Survey.

Chiew, F. H. S., Piechota, T. C., Dracup, J. A., & McMahon, T. A. (1998). El Nino/Southern Oscillation and Australian rainfall, streamflow and drought: Links and potential for forecasting. *Journal of Hydrology*, *204*, 138–149. doi:10.1016/S0022-1694(97)00121-2

Chua Yan Piaw. (2006). *Kaedah dan statistik penyelidikan : Asas statistik penyelidikan*. Kuala Lumpur : McGraw Hill.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Clausen, B., & C.P. Pearson. (1995). Regional frequency analysis of annual maximum streamflow drought. *JournalofHydrology*, *173*, 111 – 130.

Croitoru, A. & Toma, F. M. (2011). Considerations on streamflow drought in Central Romanian plain. *OALib Journal*, 147–154.

CWC. (2013). *How to correct and complete discharge data*. Dimuaturun daripada http://www.cwc.gov.in/main/HP/download/39Howtocorrectandcompletedischarge data.pdf

Dai, A. (2011). Drought under global warming: a review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *2*(1), 45–65. doi:10.1002/wcc.81

Dai, A. (2012). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*, *3*(1), 52–58. doi:10.1038/nclimate1633

DID. (2010). Water Resources Management and Hydrology Division. Dimuaturun daripada http://h2o.water.gov.my/v2/index.cfm?menu=1&bahasa=1&linkku=fail/history.cfm

DID. (2011). *Review of The National Water Resources Study (2000 - 2050 and Formulation of National Water Resources Study. Final Report. Volume 14 - Selangor, Federal Territory of Kuala Lumpur and Putrajaya.* Kuala Lumpur.

DID. (2013). Pengurusan Sumber Air - Aktiviti, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia. Dimuaturun daripada http://www.water.gov.my/our-services-mainmenu-252/water-resources-management-and-hydrology/activities-mainmenu-194?lang=my

Doll, P., Fiedler, K., & Zhang, J. (2009). Global-scale analysis of river flow alterations due to water withdrawals and reservoirs. *Hydrology and Earth System Sciences*, *13*(12), 2413–2432. doi:10.5194/hess-13-2413-2009

Douglas, I. (1983). *The urban environment.* London: Edward Arnold.

Dracup, J. A., Lee, K. S., & Paulson, E. G. (1980a). On the statistical characteristics of drought events. *Water resources research*, *16*(2), 289-296.

Dracup, J. A., Lee, K. S., & Paulson, E. G. (1980b). On the definition of droughts. *Water Resources Research*. doi:10.1029/WR016i002p00297

EM-DAT. (2014). *The Intenational Disaster Database*. Dimuaturun daripada http://www.emdat.be/

EPU. (2000). *National water resource study (Peninsular Malaysia 2000 – 2050), State report volume 12 Selangor*. Kuala Lumpur.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Fadhilah Yusof, Foo Hui-Mean, Jamaludin Suhaila, Zulkifli Yusop & Kong Ching-Yee (2013). Rainfall characterisation by application of standardised precipitation index (SPI) in Peninsular Malaysia. *Theoretical and applied climatology*, *115*(3-4), 503-516. DOI 10.1007/s00704-013-0918-9

Fadhilah Yusof, Foo Hui–Mean, Shariffah Suhaila & Kong Ching–Yee. (2012). Trend Analysis for Drought Event in Peninsular Malaysia. *Jurnal Teknologi*, *57*(1), 211–218.

Fedorov, A. V., & Philander, S. G. (2000). Is El Niño Changing? *Science*, *288*(5473), 1997–2002. doi:[DOI:10.1126/science.288.5473.1997]

Ferguson, B. K., & Suckling, P. W. (1990). Changing rainfall-runoff relationships in the urbanizing Peachtree Creek. *Water Resour. Bull*. 26: 313-322.

Feyen, L., & Dankers, R. (2009). Impact of global warming on streamflow drought in Europe. *Journal of Geophysical Research*, *114*(D17), D17116. doi:10.1029/2008JD011438

Fleig, A. (2004). Hydrological drought–a comparative study using daily discharge series from around the world. Institut für Hydrologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Freiburg. Dimuaturun daripada http://www.hydrology.uni-freiburg.de/abschluss/Fleig_A_2004_DA.pdf

Fleig, A. K., Tallaksen, L. M., Hisdal, H., & Demuth, S. (2006). A global evaluation of streamflow drought characteristics. *Hydrology and Earth System Sciences*, *10*(4), 535–552.

Fleig, A. K., Tallaksen, L. M., Hisdal, H., & Hannah, D. M. (2011). Regional hydrological drought in north-western Europe: Linking a new Regional Drought Area Index with weather types. *Hydrological Processes*, *25*, 1163–1179. doi:10.1002/hyp.7644

Fleig, A. K., Tallaksen, L. M., Hisdal, H., Stahl, K., & Hannah, D. M. (2010). Inter-comparison of weather and circulation type classifications for hydrological drought development. *Physics and Chemistry of the Earth*, *35*, 507–515. doi:10.1016/j.pce.2009.11.005

Forzieri, G., Feyen, L., Rojas, R., Flörke, M., Wimmer, F., & Bianchi, A. (2014). Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, *18*, 85–108. doi:10.5194/hess-18-85-2014

Garen, D. C., & Ph, D. (2011, September). The Surface Water Supply Index: Formulation and Issues Snow Survey and Water Supply Forecasting Program. Paper presented at *World Meteorological Organization workshop on hydrological drought indices Geneva*, Switzerland. Dimuaturun daripada http://www.wamis.org/agm/meetings/hdi11/S3-Garen.pdf

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Ginevan, M. E., & Splitstone, D. E. (2004). *Statistical tools for environmental quality measurement*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

Global Water Partnership. 2000. *Integrated Water Resources Management Policy. TAC Background Paper #4*. Stockholm. Dimuaturun daripada http://www.gwp.org/Global/GWP-CACENA_Files/en/pdf/tec04.pdf

Griffiths, G. A. (1990). Rainfall deficits: Distribution of monthly runs. *Journal of Hydrology*, *115*, 219–229.

Grub, H., & Robson, A. (2000). Exploratory / Visual Analysis. In Z. W. Kundzewicz & A. Robson (Eds.), *Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data* (hlm. 17 –41). Geneva: World Climate Program - Water, WMO/UNESCO, WCDMP-45, WMO/TD 1013. Dimuaturun daripada http://water.usgs.gov/osw/wcp-water/detecting-trend.pdf

Gustard, A., Bullock, A., & Dixon, J. M. (1992). *Low flow estimation in the United Kingdom*. Institute of Hydrology. Dimuaturun daripada http://nora.nerc.ac.uk/6050/1/IH_108.pdf

Hafizan, J. (2009). *Water quality data analysis and modelling of the Langat River basin*. (Unpublished doctoral thesis). University of Malaya.

Hafizan, J., Sharifuddin, M. Z., Ahmad Zaharin, A., Mohd Kamil, Y., Mohd Armi, A. S., & Mazlin, M. (2010). Hydrological Trend Analysis Due to Land Use Changes at Langat River Basin. *Environment Asia*, *3*, 20–31.

Hai, H. Y., Othman, J., & Sharifah Mastura, S. A. (2011). Analysis of hydrological processes of Langat River sub basins at Lui and Dengkil. *International Journal of the Physical Sciences*, *6*(32), 7390–7409. doi:10.5897/IJPS11.1036

Hall, M. J. (1984). *Urban Hydrology*. New York: Elsevier Applied Science Publishers. Dimuaturun daripada http://www.amazon.com/Urban-Hydrology-M-J-Hall/dp/0853342687%3FSubscriptionId%3D179EQG3F3QRNWT8WS602%26tag%3DTrove08-20%26linkCode%3Dxm2%26camp%3D2025%26creative%3D165953%26creativeASIN%3D0853342687

Hamirdin Ithnin, Mujirah, M., & Nordin, Sakke. (2013). An analysis on the controversy regarding water supply in the State Of Selangor, Malaysia. Dlm. *Prosiding Persidangan Geografi & Alam Sekitar ke 4*. Tanjong Malim: Penerbit UPSI.

Hamirdin Ithnin. (2008). *Scarcity in Abundance : The Water Resources Challanges in Malaysia*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.

Hamirdin Ithnin. (2012). *Whither our water? Concern on Malaysia's water resources*. Tanjong Malim: Penerbit UPSI.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Harr, R.D., Levno, A., & Mersereau, R. (1982). Streamflow changes after logging 130-Year-old douglas fir in two small watersheds. *Water Resour. Res*. 18 (3), 637–644.

Hasan, M. M., Begum, M., Al Mamun, A., & Khan, Z. H. (2014) Selection of extreme drought event for Langat Basin and its consequence on salinity intrusion through Langat River System. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* (IOSR-JMCE), Volume 11, Issue 3 Ver. VII (May- Jun. 2014). Hlm. 62-69

Heim Jr, R. R. (2002). A review of twentieth-century drought indices used in the United States.*Bulletin of the American Meteorological Society*,*83*(8), 1149-1165.

Hicks, B.J., Beschta, R.L., & Harr, R.D., (1991). Long-term changes in streamflow following logging in western Oregon and associated fisheries implication. *Water Resour. B*ull. 27 (2), 217–226.

Hisdal, H., & Tallaksen, L. M. (2000). Activities "Initial time series analyses" and "Regional drought characteristics." Dlm. Hisdal, H. & L. M. Tallaksen (Eds.), *Drought Event Definition - Technical Report No. 6 Drought* (Technical., hlm. 22–24). Oslo, Norway: Department of Geophysics, University of Oslo.

Hisdal, H., & Tallaksen, L. M. (2000a). Introduction. Dlm. Hisdal, H. & Tallaksen, L. M. (Eds.), *Drought Event Definition - Technical Report No. 6* (hlm. 1–2). Oslo, Norway: Department of Geophysics, University of Oslo.

Hisdal, H., & Tallaksen, L. M. (2000b). Classification. Dlm. H. Hisdal & Tallaksen, L. M. (Eds.), *Drought Event Definition - Technical Report No . 6* (Technical., hlm. 7–9). Oslo, Norway: Department of Geophysics, University of Oslo.

Hisdal, H., & Tallaksen, L. M. (2003). Estimation of regional meteorological and hydrological drought characteristics: A case study for Denmark. *Journal of Hydrology*, *281*, 230–247. doi:10.1016/S0022-1694(03)00233-6

Hisdal, H., Stahl, K., Tallaksen, L. M., & Demuth, S. (2001). Have streamflow droughts in Europe become more severe or frequent? *International Journal of Climatology*, *21*, 317–333. doi:10.1002/joc.619

Hisdal, H., Tallaksen, L. M, Clausen, B., Peters, E., &. Gustard, A., (2004). Hydrological Drought Characteristics. Dlm. Tallaksen, L. M. & Van Lanen, H. A. J. (Eds.), *Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* (hlm. 139–198). Amsterdam: Elsevier Science Limited.

Hisdal, H., Tallaksen, L. M., Stahl, K., Zaidman, M., S, D., & Gustard, A. (2000). Hydrological drought – Streamflow. Dlm. H. Hisdal & L. M. Tallaksen (Eds.), *Drought Event Definition - Technical Report No. 6 Drought* (hlm. 8 – 15). Oslo, Norway: Department of Geophysics, University of Oslo.

Hudson, H. E., & Hazen, R. (1964). Droughts and low streamflow. Dlm. Chow, V. T. (Ed.), *Handbook of Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Huschke, R. E., (1970*). Glossary of Meteorology* . American Meteorological Society Press, Boston. 638 pp.

IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Dlm. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, H. L. Miller (Eds.), *Summary For Policymakers. Contribution Of Working Group I To The Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change* (hlm. 1–18). Cambridge: Cambridge University Press.

Jakeman, A. J., & Hornberger, G. M. (1993). How Much Complexity Is Warrented In A Rainfall-Runoff Model? *Water Resources Research*, *29*(8), 2637–2649.

Jakubowski, W., & Radczuk, L. (2003). Estimation of Hydrological Drought Charcteristics: NIZOWKA 2003 Software Manual. Wrocław: Mathematic Division, Agricultural University. Dimuaturun daripada http://www.geo.uio.no/edc/content/software.htm

Jamalia, J. (2004). *Krisis air di lembah kelang 1998: satu analisis kritikal*. (Tesis Sarjana tidak diterbitkan) Universiti Malaya.

Jamaluddin, M. J. (2000). Considering Social and Economic Aspects in Integrated River Basin Management. Dibentang dlm. *National Conference on Sustainable River Basin Management in Malaysia*. Kuala Lumpur.

Jamaluddin, M. J. (2004). Kemerosotan kualiti alam sekitar dan kesejahteraan masyarakat Malaysia di abad ke 21. Dlm. Jamaluddin M.J. et al (Ed). 2004. *Alam Sekitar dan Kesejahteraan Masyarakat Malaysia*. Bangi: Pusat Pengurusan Persekitaran, Pusat Pengajian Siswazah, UKM. Hlm.10-28

Jamaluddin, M. J., Mohd Ekhwan, T., Noorazuan, M. H., & Kadaruddin, A. (2003). The domestic urban water consumption and integrated water resources management of Langat River Basin, Selangor. Dlm. Noorazuan M. H. & Ruslan R. (Eds.), *Urban ecosystem studies in Malaysia: A study of change*. Parkland, Florida: Universal Press.

Jamaludin Suhaila & Abdul Aziz Jemain. (2007). Fitting Daily Rainfall Amount in Malaysia Using the Normal Transform Distribution. *Journal of Applied Sciences*, *7*(14), 1880 – 1886.

JICA. (2000). *The Study on Sustainable Groundwater Resources and Environmental Management for the Langat Basin in Malaysia*. Kuala Lumpur.

JPBD Selangor (2003). *Laporan Pemeriksaan Rancangan Struktur Negeri Selangor (2003 = 2020)*. Jabatan Perancangan Bandar & Desa, Selangor

Juneng, L., Tangang, F. T., & Reason, C. J. C. (2007). Numerical case study of an extreme rainfall event during 9 – 11 December 2004 over the east coast of Peninsular Malaysia, *98*, 81–98. doi:10.1007/s00703-006-0236-1

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Karl, T. R. (1986). The sensitivity of the Palmer drought severity index and Palmer's Z-index to their calibration coefficients including potential evapotranspiration. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25(1), 77-86.

Karl, T.R. & Knight, R.W. (1985), Atlas of Monthly Palmer Hydrological Drought Indices (1931-1983) for the Contiguous United States, *Historical Climatology Series 3-7*, National Climatic Data Center, Asheville, NC.

Kasparek, L., & Novicky, O. (2002). Hydrological drought studies in the wide context of climate variability. *International Association of Hydrological.* (274), 85–91. Dimuaturun daripada http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=9NxqSD-V-acC&oi=fnd&pg=PA85&dq=Hydrological+drought+studies+in+the+wide+context+of+climate+variability&ots=v39CrRH7_U&sig=Ag6jn5b9_lMc8ghnrNf8j6-oRVc

Katiman, R. (2006). Perkembangan Wilayah Metropolitan Lembah Klang-Langat, Malaysia. *Jurnal E-Bangi*, *1*(1), 1–27. Dimuaturun daripada http://eprints.ukm.my/19/1/Katiman-edited.pdf

Kavvas, M. L., Chen, Z. Q., & Ohara, N. (2006). *Study of the impact of climate change on the hydrologic regime and water resources of Peninsular Malaysia.* Final Report. California. Dimuaturun daripada http://www.nahrim.gov.my/download/pksa/RegHCM_PM_Report_9_21_06_Ev1.pdf

Kaznowska, E. W. A. (2011). Analysis of low flow characteristics and drought frequency in agricultural catchments. In L. Ø. & L. H. K. Banasik (Ed.), *Prediction and Reduction of Diffuse Pollution, Solid Emission and Extreme Flows from Rural Areas – case study of small agricultural catchment* (hlm. 27–46). Warszawa: Wydawnictwo SGGW.

Kaznowska, E. W. A., & Banasik, K. (2011). Stream flow droughts and probability of their occurrence in a small agricultural catchment. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Land Reclamation*, *43*(43), 57–69.

Kendall, M. G. & Stuart, A. (1968) *The advanced theory of statistics. Design and analysis and time series, Vol. 2* (2nd Edition.). London : Charles Griffin and Co. Ltd.

Keyantash, J. A., & Dracup, J. A. (2004). An aggregate drought index: Assessing drought severity based on fluctuations in the hydrologic cycle and surface water storage. *Water Resources Research*, *40*. doi:10.1029/2003WR002610

Lake, P. S. (2011). *Drought and Aquatic Ecosystems: Effects and Responses*. West Sussex: Wiley-Blackwell.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Lee, M. S. (2001). *Application of satellite remote sensing and geographic information system for ecosystem evaluation of Fraser's Hill, Pahang: a case study.* (Tesis Sarjana Tidak diterbitkan) Universiti Kebangsaan Malaysia.

Linsley, R. K., Jr., M. A. Kohler, & J. C. H. Paulhus. (1975). *Hydrologyfor Engineers*, 2nd Ed., Mcgraw-Hill, New York.

Lopez-Moreno, J. I., Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., García-Ruiz, J. M., Portela, M. M., & Almeida, A. B. (2009). Dam effects on droughts magnitude and duration in a transboundary basin: The Lower River Tagus, Spain and Portugal. *Water Resources Research*, *45*(2), n/a–n/a. doi:10.1029/2008WR007198

Lorenzo-Lacruz, J., Moran-Tejeda, E., Vicente-Serrano, S. M., & Lopez-Moreno, J. I. (2013). Streamflow droughts in the Iberian Peninsula between 1945 and 2005 : spatial and temporal patterns. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, *17*, 119–134. doi:10.5194/hess-17-119-2013

Lorenzo-Lacruz, J., Vicente-Serrano, S. M., López-Moreno, J. I., Beguería, S., García-Ruiz, J. M., & Cuadrat, J. M. (2010). The impact of droughts and water management on various hydrological systems in the headwaters of the Tagus River (central Spain). *Journal of Hydrology*, *386*(1-4), 13–26. doi:10.1016/j.jhydrol.2010.01.001

Loukas, A., & Vasiliades, L. (2004). Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in Thessaly region, Greece. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *4*, 719–731.

LUAS (2016). Water Intake Station. Dimuaturun daripada http://luas.gov.my/?option=com_content&view=article&id=693%3Astesen-stesen-di-selangor&catid=86%3Apelan&Itemid=105&lang=en&jtouchTemplateSelector=rt_solarsentinel_j15&jtpl=rt_solarsentinel_j15&fontstyle=f-smaller

LUAS. (2012). Water Resource Abstraction. Dimuaturun daripada http://www.luas.gov.my/index.php?option=com_content&view=article&id=109&Itemid=130&lang=en

Madsen, H., & Rosbjerg, D. A. N. (1995). On the modelling of extreme droughts. In *Modelling and Management of Sustainable Basin-scale Water Resource Symposium* (hlm. 377–434). Wallingford Oxfordshire: IAHS Press.

Maneo Lain, M. (2008). *Drought and climate change impacts on water resources : management alternatives*. Ph.D. Dissertation : Universidad Politécnica de Madrid.

Manley, R. E., & Askew, A. J. (1993). Operational hydrology problems in the humid tropics. Hydrology and water management in the humid tropics. Dlm. M. Bonell, M. M. Hufschmidt, & J. S. Gladwell (Eds.), *UNESCO, International Hydrology Series* (hlm. 34–44). Cambridge: Cambridge University Press.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Mawdsley, J., Petts, G. E., & Walker, S. (1994).*Assessment of drought severity*. Institute of Hydrology.

Mckee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Dlm. *Eighth Conference on Applied Climatology* (hlm. 17–22). Anaheim. Dimuaturun daripada http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/pdf/paper_spi.pdf

Mcmahon, T. A., & Finlayson, B. L. (2003). Droughts and anti-droughts: the low flow hydrology of Australian rivers. *Freshwater Biology*, *48*, 1147–1160.

Media Selangorku. (2013). MB : Selangor Diyakini Terus Jadi Penyumbang Utama KDNK. Dimuaturun daripada http://www.selangorku.com/?p=30880

Melesse, A. M., Abtew, W., Setegn, S. G., & Dessalegne, T. (2011). Hydrological Variability and Climate of the Upper Blue Nile River Basin. Dlm. *Nile River Basin* (hlm. 3-37). Springer Netherlands.

Mendeley (2015). *The best free way to manage your research*. Dimuaturun daripada https://www.mendeley.com/features/

METMalaysia (2014). El Nino/ La Nina. Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi (MOSTI) http://www.met.gov.my/index.php?option=com_content&task=view&id=73&Itemid=160&limit=1&limitstart=1

METMalaysia. (2000). Annual Meteorological Bulletin. Kuala Lumpur: Ministry of Science, Technology and the Environment, Malaysia.

METMalaysia. (2013a). Iklim Malaysia. Dimuaturun daripada http://www.met.gov.my/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=1089

MetMalaysia. (2013b). El Nina/ La Nino. Dimuaturun daripada http://www.met.gov.my/index.php?option=com_content&task=view&id=73&Itemid=160&limit=1&limitstart=0

Meyles, E., Williams, A., Ternan, L., & Dowd, J. (2003). Runoff generation in relation to soil moisture patterns in a small Dartmoor catchment, Southwest England. *Hydrological Processes*, *17*(2), 251–264. doi:10.1002/hyp.1122

Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*. doi:10.1016/j.jhydrol.2010.07.012

MKN. (2011). Peraturan Tetap Operasi Pengendalian Bencana Kemarau. Putrajaya: Jabatan Perdana Menteri. Dimuaturun daripada http://spdiis.ism.gov.my/docs/shared/Recycle Bin/PTO Kemarau 11_20_2013 10:27:37.pdf

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Mohamad Suhaily Yusry Che Ngah. (2007). *Impact of land use change on water yields and water quality in Peninsular Malaysia*. (Unpublished doctoral dissertation). Loughborough University.

Mohd Ekhwan Toriman. 2008. Pengurusan Sumber Air Mapan di Pulau Pangkor. Akademika. Vol 73, No 1. 71 – 92

Mohd Ekhwan, T., & Haryati, C. L. (2007). Ciri hidrologi dan hakisan tebing sungai di sungai lendu, alor gajah melaka. *Jurnal E-Bangi*, *2*(2), 1–19.

Mohd Ekhwan, T., Zulkifli, Y., Mazlin, M., & Hafizan, J. (2006). Application GIS for detecting changes of Sungai Langat channel. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, *18*(1), 59–70.

Mondal, A., Kundu, S., & Mukhopadhyay, A. (2012). Rainfall Trend Analysis By Mann-Kendall Test : A Case Study Of North-Eastern Part Of Cuttack District , Orissa. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, *2*(1), 70–78.

More, R. J. (1979). The Basin Hydrological Cycle. In R. J. Chorley (Ed.), *Introduction to Physical Hydrology* (hlm. 27–36). London: Methuen & Co.

Mu, X. M., Zhang, X. Q., Gao, P., & Wang, F. (2010). Theory Of Double Mass Curves And Its Applications In Hydrology And Meteorology. *Journal China Hydrology*, *30*(4), 47–51.

Muhammad Al-Muzammil, C. A. (2003). *Pengukuran Kadar Luah Sungai Menggunakan Meter Arus Dan Pelampung*. Bahagian Hidrologi dan Sumber Air, Jabatan Pengairan dan Saliran, Malaysia. Dimuaturun daripada http://h2o.water.gov.my/v2/fail/psl.pdf

Mwale, F. D., Adeloye, A. J., & Rustum, R. (2012). Infilling of missing rainfall and streamflow data: a self organizing map approach. In *BHS Eleventh National Symposium, Hydrology For A Changing World*. Dimuaturun daripada http://79.170.44.105/test-hydrology.org.uk/assets/Documents/Mwale_39.pdf

MWP. (2001). Malaysia's Water Vision: The Way Forward - The Malaysian Water Partnership. Dimuaturun daripada http://www.fao.org/docrep/004/AB776E/ab776e02.htm

Nagarajan, R. (2010). *Drought assessment*. *Drought Assessment*. doi:10.1007/978-90-481-2500-5

Nalbantis, I. (2008). Evaluation of a hydrological drought index. *European Water*, 67–77. Dimuaturun daripada http://www.ewra.net/ew/pdf/EW_2008_23-24_06.pdf

Nalbantis, I., & Tsakiris, G. (2009). Assessment of hydrological drought revisited. *Water Resources Management*, *23*, 881–897. doi:10.1007/s11269-008-9305-1

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Nasir, N. (2012). *Impak Pembangunan Guna Tanah Terhadap Zon Pinggir Pantai Di Negeri Perak*. (Tesis PhD tidak diterbitkan) Universiti Kebangsaan Malaysia Bangi.

Nguyen, T. D. (2006). *Coping with drought in the central highlands – Vietnam*. Unpublised PhD Dissertation : Technical University of Denmark.

Noorazuan, Md Hashim (2010). Analisis Trend Pemanasan Global Dan Kesannya Terhadap Aspek Dayahuni Bandar Di Malaysia. *GEOGRAFIA*, *2*(2), 72–88.

Nordin Sakke, Hamirdin Ithnin, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah & Mohammad Tahir Mapa . (2013, November). Fenomena Kemarau Dan Pengaruhnya Ke Atas Kelestarian Bekalan Air Di Selangor. Dibentang dalam *Persidangan Transformasi Sosial Kebangsaan 2013*. UMS Sabah, 27 - 28 November

Nordin, S., & Mustapa, A. T. (2009). *Penginputan Data Geografi & Analisis Asas GIS*. Kota Kinabalu: Program Geografi.

NRE. (2012). *Dasar sumber air negara*. Dimuaturun daripada http://info.water.gov.my/attachments/article/685/BukuDSANCetakanke2%28Final%29.pdf

Onoz, B., & Bayazit, M. (2012). Block bootstrap for Mann–Kendall trend test of serially dependent data. *Hydrological Processes*, *26*(23), 3552-3560.

Othman, J. (2008). *Kajian kesan perubahan guna tanah terhadap sumber air lembangan Sungai Langat melalui integrasi data penderiaan jauh satelit dan GIS serta permodelan hidrologi.* (Tesis PhD tidak diterbitkan) Universiti Kebangsaan Malaysia.

Palmer, W. C. (1965). *Meteorological drought* (Vol. 30). Washington, DC, USA: US Department of Commerce, Weather Bureau.

Perangkaan Malaysia. (2011a). *Taburan penduduk mengikut kawasan pihak berkuasa tempatan dan mukim 2010*. Putrajaya.

Perangkaan Malaysia. (2011b). *Malaysia : Ciri-ciri asas penduduk mengikut daerah pentadbiran*. Putrajaya.

Perangkaan Malaysia. (2013). Laporan taburan penduduk dan ciri-ciri asas demografi 2010. Dimuaturun daripada http://www.statistics.gov.my/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1215:population-distribution-and-basic-demographic-characteristic-report-population-and-housing-census-malaysia-2010-updated-2972011&catid=130:population-distribution-and-basic-demographic&Itemid=&lang=bm

Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2009). *Coping with Water Scarcity*. Springer. 382 hlm.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Peters, E. (2003). *Propagation of drought through groundwater systems - Illustrated in the Pang (UK) and Upper-Guadiana (ES) catchments*. (Unpublished Ph.D. Dissertation) Wageningen University, The Netherlands.

Peters, E., Torfs, P. J. J. F., van Lanen, H. A. J., & Bier, G. (2003). Propagation of drought through groundwater—a new approach using linear reservoir theory. *Hydrological Processes*, *17*, 3023–3040. doi:10.1002/hyp.1274

Pozzi, W., Sheffield, J., Stefanski, R., Cripe, D., Pulwarty, R., Vogt, J. V., & Lawford, R. (2013). Toward global drought early warning capability: expanding international cooperation for the development of a framework for monitoring and forecasting. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *94*(6), 776-785.

Price, K. (2011). Effects of watershed topography, soils, land use, and climate on base flow hydrology in humid regions: A review. *Progress in physical geography*, *35*(4), 465-492.

Prudhomme, C., Giuntoli, I., Robinson, E. L., Clark, D. B., Arnell, N. W., Dankers, R., Wisser, D. (2014). Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(9), 3262–7. doi:10.1073/pnas.1222473110

Pyrce, R. (2004). Hydrological low flow indices and their uses. *Watershed Science Centre, (WSC) Report*, (04). Dimuaturun daripada http://mammoth.trentu.ca/iws/documents/LowFlowOntRpt2004.pdf

Quiring, S., Nielsen-Gammon, J. W., Srinivasan, R., Miller, T., & Narasimhan, B. (2007). Drought monitoring index for Texas. *Final Technical Report submitted by the Texas A&M Research Foundation (RF- 468511) to the Texas Water Development Board*. Dimuaturun daripada http://www.twdb.texas.gov/publications/reports/contracted_reports/doc/2005483028_drought_index.pdf.

Radziejewski, M., Kundzewicz, Z. W., & Graczyk, D. (2002). Detectability of trends in long time series of river flow data – a run- up effect. Dlm. *Proceedings of the 5th International Conference on HydroScience and Engineering, Warsaw, Poland, September 18–21, 2002*. Dimuaturun daripada http://meteo.edu.vn/dhkhtn/stores/files/0907_Tailieu_CuaLo/TLTK/Detectability of trends in long time series of river flow data - a run up effect.pdf

Raziei, T., Bordi, I., Pereira, L. S., & Sutera, A. (2010). Space-time variability of hydrological drought and wetness in Iran using NCEP/NCAR and GPCC datasets. *Hydrology and Earth System Sciences*, *14*, 1919–1930. doi:10.5194/hess-14-1919-2010

Rees, G., Marsh, T. J., Ronald, L., Demuth, S., van Lanen, H. A. J., & Kasparek, L. (2004). Hydrological Data. Dlm. Tallaksen, L. M. & van Lanen, H. A. J. (Eds.),

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



*Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* (hlm. 99 – 138). Amsterdam: Elsevier Science Limited.

Rivera-Ramírez, H. D., Warner, G. S., & Scatena, F. N. (2002). Prediction of Master Recession Curves and Baseflow Recessions in The Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of the American Water Resources Association*, *38*(3), 693–704.

Robinson, C. T., Tockner, K., & Ward, J. V. (2002). The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biol.*, *47*, 661–677.

Rossi, G. (2011). *Drought risk for water supply systems based on low-flow regionalisation*. (Unpublished PhD Dissertation) Institute of Technology, University of Braunschweig. Dimuaturun daripada http://digisrv-2.biblio.etc.tu-bs.de:8081/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00022630/Dissertation.pdf

Salas, J. D., Asce, M., Fu, C., Cancelliere, A., Dustin, D., Bode, D., Vincent, E. (2005). Characterizing the Severity and Risk of Drought in the Poudre River . *Journal of Water Resources Planning and Management*, 131(5). 383 – 393 . DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9496(2005)131:5(383)

Salas, J. D., Delleur, J. W., Yevjevich, V. & Lane, W. L., 1980: Applied modelling of hydrological time series, *Water Resources Publications*. BookCrafters Inc.

Salmah, Z. (2008). Management Instruments for Langat River Basin. Paper presented at the *IWRM-HP Conference 2008 and 2nd Africa Regional Meeting of the National Commitees of UNESCO's IHP*. Cape Town. Dimuaturun daripada http://www.wrc.org.za/Other Documents/Website direct links/113.pdf

Shabbar, A., & Skinner, W. (2004). Summer Drought Patterns in Canada and the Relationship toGlobal Sea Surface Temperatures. *Journal of Climate*,*17*(14), 2866-2880.

Shafer, B.A.; & L.E. Dezman. (1982). Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas. In *Proceedings of the Western Snow Conference*, (hlm. 164–175). Colorado State Univ., Fort Collins, CO

Shaharuddin Ahmad. (2006). *Statistik lanjutan untuk Geografi dan bidang berkaitan*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.

Shaharuddin, I., Abdul Hadi, H. S., & Ahmad Fariz, M. (2004). Analyses of Land Use and Land Cover Changes 1974 – 2001 in The Langat Basin, Malaysia Using Geographical Information System (GIS). Dlm. M. Mazlin, I. Shaharuddin, & A. Sarah (Eds.), *Kesihatan Ekosistem Lembangan Langat. Prosiding Simposium Penyelidikan Ekosistem Lembangan Langat 2003* (hlm. 209–225). Bangi: Lestari.

Sharifuzan, A., Lukman Hakim, M., Muhammad Ali, A. R., & Alias, A. (2002). Application of Geographical Information System (GIS) to Determine the

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Catchment Areas in Selangor D.E. Dlm.: Chan. N.W. (Ed.), *Rivers: Towards Sustainable Development*. Penang: Penerbit USM.

Shaw, E. M., Beven, K. J., Chappell, N. A., & Lamb, R. (2010). *Hydrology in Practice* (4th ed.). Oxon: Spon Press. Dimuaturun daripada http://www.amazon.co.uk/Hydrology-Practice-Fourth-Edition Elizabeth/dp/0415370426

Sheffield, J., & E. F. Wood (2007), Characteristics of global and regional drought, 1950–2000: Analysis of soil moisture data from off-line simulation of the terrestrial hydrologic cycle, *Journal of Geophysical Research*, 112, D17115, doi:10.1029/2006JD008288

Shiau, J. T. (2006). Fitting drought duration and severity with two-dimensional copulas. *Water Resources Management*, *20*(5), 795–815. doi:10.1007/s11269-005-9008-9

Shiau, J., Feng, S., & Nadarajah, S. (2007). Assessment of hydrological droughts for the Yellow River , China , using copulas, *2163* (June), 2157–2163. doi:10.1002/hyp

Shukla, S., & A. W. Wood (2008), Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L02405, doi:10.1029/2007GL032487

Sinar Harian. (2014, 27 Februari). Petani rugi akibat kemarau. Dimuaturun daripada http://www.sinarharian.com.my/petani-rugi-akibat-kemarau-1.255114

Siti Aishah, H., Wan Zawiah, W. Z., Abdul Aziz, J., & Rokiah @ Rozita, A. (2011). Fenomena Kehujanan di Semenanjung Malaysia Berdasarkan Indeks Kerpasan Piawai. *Sains Malaysiana*, *40* (11), 1277–1284.

Sivapalan M, Savenije HHG, Blöschl G. (2012). Socio-hydrology: a new science of people and water. *Hydrol Process*, 26:1270–1276. doi:10.1002/hyp.8426.

Smakhtin, V. U. (2001). Low flow hydrology: a review. *Journal of Hydrology*, *240*, 147–186. doi:10.1016/S0022-1694(00)00340-1

Smakhtin, V., & Toulouse, M. (1998). Relationships between low-flow characteristics of South African streams. *WATER SA-PRETORIA-*, *24*(2), 107–112. Dimuaturun daripada http://www.wrc.org.za/Knowledge Hub Documents/Water SA Journals/Manuscripts/1998/02/WaterSA_1998_02_apr98_p107.pdf

Smedt, F. D., & Batelaan, O. (2003). Investigation of the human impact on regional groundwater systems. *Ecosystems and Sustainable Development, Advances in Ecological Sciences*, *19*, 1145-1153. Dimuaturun daripada http://homepages.vub.ac.be/~batelaan/publications/desmedt_batelaan_ecosud2003.pdf

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Stahl, K. (2001). Hydrological drought-a study across Europe. Dimuaturun daripada http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/2001/202/

Stahl, K., & Hisdal, H. (2004). Hydroclimatology. Dlm. Tallaksen, L. M. & van Lanen, H. A. J. (Eds.), *Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* (hlm. 19 – 51). Amsterdam: Elsevier Science Limited.

Stahl, K., Hisdal, H., Hannaford, J., Tallaksen, L. M., van Lanen, H. a. J., Sauquet, E., & Jódar, J. (2010). Streamflow trends in Europe: evidence from a dataset of near-natural catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, *14*(12), 2367–2382.

Steila, D., (1986). Drought. Dlm. J. E. Oliver, (Ed). *The Encyclopaedia of Climatology*. van Nostrand Reinhold. 386–395

SYABAS (2014, 25 Februari). Pengumuman Pengagihan Air Ber Di Kawasan Hulu Langat, Kuala Langat Dan Sepang Ekoran Penutupan Loji Rawatan Air (LRA) Cheras Batu 11 Dan LRA Bukit Tampoi. *SYABAS*. Dimuaturun daripada http://www.syabas.com.my/press-release/pengumuman-pengagihan-air-ber-di-kawasan-hulu-langat-kuala-langat-dan-sepang-ekoran-penutupan-loji-rawatan-air-lra-cheras-batu-11-dan-lra-bukit-tampoi-

SYABAS. (2012, 22 Jun). Status Terkini Keadaan Bekalan Air Di Negeri Selangor, Kuala Lumpur Dan Putrajaya Berikutan Permintaan Air Melebihi Pengeluaran. Dimuaturun daripada http://www.syabas.com.my/press-release/status-terkini-keadaan-bekalan-air-di-negeri-selangor-kuala-lumpur-dan-putrajaya-berikutan-permintaan-air-melebihi-pengeluaran

SYABAS. (2012, 9 November). Kenyataan Media : Krisis Bekalan Air Telah Bermula di Negeri Selangor, Kuala Lumpur dan Putrajaya. Dimuaturun daripada http://www.syabas.com.my/press-release/krisis-bekalan-air-telah-bermula-di-negeri-selangor-kuala-lumpur-dan-putrajaya

SYABAS. (2013, 3 Oktober). Gangguan Bekalan Air Tidak Ber di beberapa Kawasan di Wilayah Hulu Langat Ekoran daripada Penurunan Paras air di Kolam Terminal Bandar Baru Bangi. Kenyataan Media 3 Oktober 2013. Dimuaturun daripada http://www.syabas.com.my/press-release/gangguan-bekalan-air-tidak-ber-di-beberapa-kawasan-di-wilayah-hulu-langat-ekoran-dari-penurunan-paras-air-di-kolam-terminal-bandar-baru-bangi

Tabari, H., Somee, B. S., & Zadeh, M. R. (2011). Testing for long-term trends in climatic variables in Iran. *Atmospheric Research*, *100*(1), 132-140.

Tallaksen, L. M. (2000). Streamflow drought frequency analysis. In J. V. Vogt & F. Somma (Eds.), *Drought and Drought Mitigation in Europe* (hlm. 103–117). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Tallaksen, L. M., & Hisdal, H. E. G. E. (1997). Regional analysis of extreme streamflow drought duration and deficit volume. *IAHS Publication*,*246*, 141-150.

Tallaksen, L. M., & Van Lanen, H. A. J. (2004). Introduction. Dlm. L. M. Tallaksen & H. A. J. van Lanen (Eds.), *Hydrological Drought : Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* (48th ed., hlm. 3–17). Amsterdam: Elsevier B.V.

Tallaksen, L. M., Hisdal, H., & Van Lanen, H. a. J. (2009). Space–time modelling of catchment scale drought characteristics. *Journal of Hydrology*, *375*(3-4), 363–372. doi:10.1016/j.jhydrol.2009.06.032

Tallaksen, L. M., Madsen, H., & Clausen, B. (2009). On the definition and modelling of streamflow drought duration and deficit volume. *Hydrological Sciences Journal*, *42*(1), 15–33. doi:10.1080/02626669709492003

Tangang, F. T., Juneng, L., & Ahmad, S. (2007). Trend and interannual variability of temperature in Malaysia: 1961-2002. *Theoretical and Applied Climatology*, *89*(3-4), 127–141.

Tangang, F., M. T. Latif, & L. Juneng. (2010). *The roles of climate variability and climate change on smoke haze occurrences in Southeast Asia region*. London: LSE IDEAS. Dimuaturun daripada http://www2.lse.ac.uk/ideas/publications/reports/pdf/sr004/num.pdf.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Tate, E. L., & Gustard, A. (2000). Drought Definition: A Hydrological Perspective. In J. V Vogt & F. Somma (Eds.), *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Springer Science+Business Media Dordrecht.

The Associated Press. (2007). Malaysian Growth of Carbon Emissions Highest in the World, UN Says. Dimuaturun daripada http://www2.irrawaddy.org/article.php?art_id=9454

Tipaporn, H., Kobikiat, P., Yoshihiko, I. & Shinjiro, K. (2012). *Application of a Basin Scale Hydrological Model for Characterizing flow and Drought Trend*. Dimuaturun daripada http://swat.tamu.edu/media/56838/f4-2-homdee.pdf

Tokarczyk, T. (2013). Classification of low flow and hydrological drought for a river basin. *Acta Geophysica*, *61*(2), 404–421. doi:10.2478/s11600-012-0082-0

Tuan Pah Rokiah Syed Hussain (2010). *Gangguan manusia dan pengaruhnya terhadap kejadian banjir di lembangan saliran Kelantan*. (Tesis PhD tidak diterbitkan) : Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.

UPUM. (1999). *Classification of Malaysian Rivers – Volume 7: Langat River*. Kuala Lumpur. Kementerian Sains dan Teknologi

Van Huijgevoort, M. H. J., Hazenberg, P., Van Lanen, H. A. J., & Uijlenhoet, R. (2012). A generic method for hydrological drought identification across different climate

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



regions. *Hydrology and Earth System Sciences*, *16*, 2437–2451. doi:10.5194/hess-16-2437-2012

Van Lanen, H. A. J., Tallaksen, L. M., Kasparek, L., & Querner, E. P. (1997). Hydrological drought analysis in the Hupsel basin using different physically-based models. Dlm. A. Gustard, S. Blazkova, M. Brilly, J. Dixon, H. A. J. Van Lanen, C. Liasat, … E. Servat (Eds.), *FRIEND '97 — Regional Hydrology: Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management* (hlm. 189–196). IAHS Publ. Dimuaturun daripada http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=2735128

Van Lanen, H. A. J., Wanders, N., Tallaksen, L. M., & Van Loon, A. F. (2013). Hydrological drought across the world: impact of climate and physical catchment structure. *Hydrology and Earth System Sciences*,*17*, 1715-1732.

Van Loon, A. F. (2013). *On the propagation of drought. How climate and catchment characteristics influence hydrological drought development and recovery*. (unpublished PhD Dissertation) Wageningen University.

Van Loon, A. F. (2015). Hydrological drought explained. *WIREs Water*. doi: 10.1002/wat2.1085

Van Loon, A. F., & Laaha, G. (2014). Hydrological drought severity explained by climate and catchment characteristics. *Journal of Hydrology*, *526*, 3–14. doi:10.1016/j.jhydrol.2014.10.059

Van Loon, A. F., & Van Lanen, H. A. J. (2012). A process-based typology of hydrological drought. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(7), 1915-1946. doi:10.5194/hess-16-1915-2012

Vicente-Serrano, S. M. (2006). Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula. *Water Resources Management*, 20(1), 37-60. doi:10.1007/s11269-006-2974-8

Vicente-Serrano, S. M., López-Moreno, J. I., Beguería, S., Lorenzo-Lacruz, J., Azorin-Molina, C., & Morán-Tejeda, E. (2012). Accurate Computation of a Streamflow Drought Index. *Journal of Hydrologic Engineering*. 318-332 . doi:10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000433

Vogel, R. M., & Fennessey, N. M. (1994). Flow duration curves. I: New interpretation and confidence intervals. *Journal of Water Resources Planning and Management*, *120*(4), 485–504.

Vogel, R. M., & Stedinger, J. R. (1987). Generalized Storage-Reliability Yield Relationships. *Journal of Hydrology*, *89*, 303–327.

Vorosmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., & Lammers, R. B. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science*, *289*(5477), 284–288. doi: 10. 1126/science.289.5477.284.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Wada, Y., van Beek, L. P. H., & Bierkens, M. F. P. (2012). Nonsustainable groundwater sustaining irrigation: A global assessment. *Water Resources Research*, *48*(November 2011), W00L06. doi:10.1029/2011WR010562

Wada, Y., van Beek, L. P. H., Wanders, N., & Bierkens, M. F. P. (2013). Human water consumption intensifies hydrological drought worldwide. *Environmental Research Letters*, *8*, 034036. doi:10.1088/1748-9326/8/3/034036

Waluyo, H. (2011, September). Hydrological Drought Indices and Monitoring in Indonesia. Paper presented at the *Expert Group meeting on Hydrological drought Indices - 1 - 2 Sept 2011, Geneva Switzerland*. Dimuaturun daripada www.wamis.org/agm/meetings/hdi11/S3-Hatmoko.pdf

Wan Ruslan Ismail. (1994). *Pengantar Hidrologi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.

Wan Zawiah, W. Z., Abdul Aziz, J., & Kamarulzaman, I. (2012). Analysis of drought condition and risk in Peninsular Malaysia using Standardised Precipitation Index. *Theoretical and Applied Climatology*, *111*(3-4), 559–568. doi:10.1007/s00704-012-0682-2

Wan Zawiah, W. Z., Siti Aishah, N., Abdul Aziz, J., & Marina, Z. (2014). A preliminary study on drought events in Peninsular Malaysia. In *AIP Conference Proceedings*; Vol. 1602, (hlm. 1217–1225). doi:10.1063/1.4882639/

Warner, R.F., (1984). Man's impact on Australian drainage systems. *Aust. Geographer* 16, 133–141

Wilhite, D. (2011). Quantification of Agricultural Drought for Effective Drought Mitigation and Preparedness: Key Issues and Challenges. Dlm. M. V. K. Sivakumar, R. P. Motha, D. A. Wilhite, & D. . Wood (Eds.), *Agricultural Drought Indices: Proceedings of an Expert Meeting* (hlm. 13–21). Switzerland: World Meteorological Organization. Dimuaturun daripada http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_agricultural_drought_indices_proceedings_2010.pdf

Wilhite, D. A. (2000). Drought as a natural hazard: Concepts and definitions. Dlm. D. A. Wilhite (Ed.), *Drought: A Global Assessment* (hlm. 3–18). London: Routledge Publishers.

Wilhite, D. A. (2009). Drought Monitoring as a Component of Drought Preparedness Planning. In A. Iglesias, L. Garrote, A. Cancelliere, F. Cubillo, & D. A. Wilhite (Eds.), *Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems* (hlm. 3–19). Netherland: Springer.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Wilhite, D. A., & Buchanan-Smith, M. (2005). Drought as Hazard: Understanding the Natural and Social Context. In D. A. Wilhite (Ed.), *Drought and Water Crisis : Science, Technology, and Management Issues* (hlm. 4–29). Boca Raton: Taylor & Francis.

Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, *10*(3), 111–120. doi:10.1080/02508068508686328

Wilhite, D. A., Hayes, M. J., Knutson, C., & Smith, K. H. (2000). Planning for drought-moving from crisis to risk management. *Journal of the American Water Resources Association*, *36*(4), 697–710.

Wilhite, D. A., Svoboda, M. D., & Hayes, M. J. (2007). Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness. *Water Resources Management*, *21*, 763–774. doi:10.1007/s11269-006-9076-5

WMO. (2008). Manual on Low-flow Estimation and Prediction. *Operational Hydrology Report*, *No, 50*, 136.

Wong, C. L., Venneker, R., Uhlenbrook, S., Jamil, A. B. M., & Zhou, Y. (2009). Variability of rainfall in Peninsular Malaysia. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, *6*(4), 5471–5503. doi:10.1007/s11269-006-9148-6

Wong, G., Van Lanen, H. A. J., & Torfs, P. J. J. F. (2013). Probabilistic analysis of hydrological drought characteristics using meteorological drought. *Hydrological Sciences Journal*, *58*(2), 253-270.

Wu, H., Soh, L. K., Samal, A., & Chen, X. H. (2008). Trend analysis of streamflow drought events in Nebraska. *Water Resources Management*, *22*, 145–164. doi:10.1007/s11269-006-9148-6

Xiong, L., & Guo, S. (2004). Trend test and change-point detection for the annual discharge series of the Yangtze River at the Yichang hydrological station. *Hydrological Sciences Journal*, *49*(1), 99–112. doi:10.1623/hysj.49.1.99.53998

XLSTAT (2014). *XLSTAT learning center.* Dimuaturun daripada http://www.xlstat.com/en/learning-center.html

Yaffee, R. A., & McGee, M. (2000). *An introduction to time series analysis and forecasting: with applications of SAS® and SPSS®*. Academic Press.

Yahiaoui, A., Touaïbia, B., & Bouvier, C. (2009). Frequency analysis of the hydrological drought regime. Case of oued Mina catchment in western of Algeria. *Revue Nature et Technologie*, *1*, 3–15.

Yan, D., Shi, X., Yang, Z., Li, Y., Zhao, K., & Yuan, Y. (2013). Modified palmer drought severity index based on distributed hydrological simulation. *Mathematical Problems in Engineering*, *2013*. doi:10.1155/2013/327374

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Yevjevich, V. (1967) *An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts*. Hydrology Paper no. 23. (hlm. 23). Colorado State University, Fort Collins, CO.

Yevjevich, V. (1983) Methods for determining statistical properties of droughts. Dlm: V. Yevjevich, L. Da Cunha & E. Vlachos (Eds.). *Coping with Droughts* (hlm. 22 - 43) Colorado : Water Resources Publications Fort Collins,.

Yue, S., & Wang, C. (2004). The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect Trend in Serially Correlated Hydrological Series. *Water Resources Management*, *18*(3), 201–218. doi:10.1023/B:WARM.0000043140.61082.60

Zaini, U. (2009). *Minda Lestari: Pembangunan Negara dan Pemuliharaan Alam Sekitar*. Penerbit UTM.

Zamani, R., Tabari, H., & Willems, P. (2015). Extreme streamflow drought in the Karkheh river basin (Iran): probabilistic and regional analyses. *Natural Hazards*, *76*(1), 327-346.

Zargar, A., Sadiq, R., Naser, B., & Khan, F. I. (2011). A review of drought indices. *Environmental Reviews*. doi:10.1139/a11-013.

Zeleňáková, M., Purcz, P., Soľáková, T., & Demeterová, B. (2012). Analysis Of Trends Of Low Flow In River Stations In Eastern Slovakia. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, *LX*(5), 265–274.

Zelenhasic, E., & Salvai, A. (1987). A method of streamflow drought analysis. *Water Resources Research*, *23*(1), 156–168. DOI: 10.1029/WR023i001p00156

Zubaidi Johar. (2010). Climate Change:Potential Impacts On Water Resources And Adaptation Strategies In Malaysia. Dlm. *Climate Change Impacts To The Water Environment And Adaptation Options*. WEPA. Dimuaturun daripada http://www.wepa-db.net/pdf/1003forum/25_cc_malaysia_zubaidijohar.pdf

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 1 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Lembangan Sg. Langat 1965 - 2013

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 23-Jan-70 | 30-Mar-70 | 646.10 | 66 |
| PK2 | 26-Jun-72 | 10-Sep-72 | 27.80 | 76 |
| PK3 | 30-Jun-72 | 21-Oct-72 | 432.51 | 113 |
| PK4 | 3-Jan-73 | 21-Apr-73 | 24.23 | 108 |
| PK5 | 4-Jul-73 | 2-Sep-73 | 8.84 | 60 |
| PK6 | 19-Mar-74 | 3-May-74 | 21.55 | 45 |
| PK7 | 28-May-74 | 12-Jul-74 | 11.21 | 45 |
| PK8 | 22-Jun-75 | 26-Aug-75 | 19.18 | 65 |
| PK9 | 13-Jan-76 | 13-Mar-76 | 12.92 | 60 |
| PK10 | 2-Jan-76 | 16-Apr-76 | 58.96 | 105 |
| PK11 | 16-Jun-76 | 11-Oct-76 | 44.32 | 117 |
| PK12 | 22-Apr-76 | 11-Oct-76 | 133.89 | 172 |
| PK13 | 25-Feb-77 | 8-May-77 | 205.41 | 72 |
| PK14 | 19-Jan-77 | 28-May-77 | 92.62 | 129 |
| PK15 | 23-Jan-77 | 12-Jun-77 | 173.45 | 140 |
| PK16 | 25-Jun-77 | 26-Aug-77 | 43.47 | 62 |
| PK17 | 25-Jun-77 | 28-Sep-77 | 104.90 | 95 |
| PK18 | 6-Dec-77 | 5-Apr-78 | 57.92 | 120 |
| PK19 | 31-May-78 | 23-Jul-78 | 10.53 | 53 |
| PK20 | 4-Aug-78 | 23-Sep-78 | 79.58 | 50 |
| PK21 | 3-Aug-78 | 18-Oct-78 | 36.52 | 76 |
| PK22 | 21-Aug-78 | 18-Oct-78 | 61.76 | 58 |
| PK23 | 23-Jul-78 | 20-Oct-78 | 636.10 | 89 |
| PK24 | 4-Dec-78 | 20-Feb-79 | 34.38 | 78 |
| PK25 | 10-Jan-79 | 21-Mar-79 | 67.11 | 70 |
| PK26 | 29-Sep-79 | 16-Nov-79 | 22.24 | 48 |
| PK27 | 20-Dec-79 | 27-Feb-80 | 137.85 | 69 |
| PK28 | 25-Dec-79 | 28-Feb-80 | 368.52 | 65 |
| PK29 | 16-Dec-79 | 20-Mar-80 | 43.85 | 95 |
| PK30 | 11-Jul-80 | 8-Sep-80 | 21.65 | 59 |
| PK31 | 9-Jul-80 | 22-Sep-80 | 230.18 | 75 |
| PK32 | 10-Mar-81 | 24-Apr-81 | 24.88 | 45 |
| PK33 | 20-Jun-81 | 4-Sep-81 | 60.25 | 76 |
| PK34 | 28-Jun-81 | 5-Sep-81 | 327.28 | 69 |
| PK35 | 18-Dec-81 | 8-Feb-82 | 90.33 | 52 |
| PK36 | 18-Dec-81 | 9-Feb-82 | 81.38 | 53 |
| PK37 | 26-Dec-81 | 11-Feb-82 | 226.61 | 47 |
| PK38 | 9-Jan-82 | 4-Apr-82 | 34.28 | 85 |
| PK39 | 8-Aug-82 | 2-Oct-82 | 41.30 | 55 |
| PK40 | 19-Jan-83 | 21-Mar-83 | 223.10 | 61 |
| PK41 | 21-Jan-83 | 1-May-83 | 107.17 | 100 |
| PK42 | 17-Jan-83 | 11-May-83 | 45.70 | 114 |
| PK43 | 17-Jan-83 | 22-May-83 | 112.59 | 125 |
| PK44 | 18-Jun-85 | 1-Oct-85 | 76.25 | 105 |
| PK45 | 28-Jul-85 | 1-Oct-85 | 455.36 | 65 |
| PK46 | 30-Jun-86 | 15-Sep-86 | 105.23 | 77 |
| PK47 | 3-Aug-86 | 28-Sep-86 | 472.01 | 56 |
| PK48 | 21-Dec-86 | 12-Feb-87 | 13.64 | 53 |
| PK49 | 16-Dec-86 | 14-May-87 | 165.85 | 149 |
| PK50 | 21-May-87 | 5-Aug-87 | 52.43 | 76 |
| PK51 | 10-Jun-87 | 12-Aug-87 | 50.44 | 63 |
| PK52 | 16-Dec-86 | 12-Aug-87 | 1481.49 | 239 |
| PK53 | 31-Dec-88 | 18-Feb-89 | 26.41 | 49 |
| PK54 | 2-Jan-89 | 9-Sep-89 | 115.14 | 250 |
| PK55 | 6-Nov-89 | 3-Jan-90 | 16.39 | 58 |
| PK56 | 20-Jan-90 | 15-Mar-90 | 48.00 | 54 |
| PK57 | 25-May-90 | 21-Sep-90 | 609.84 | 119 |
| PK58 | 6-Aug-90 | 22-Sep-90 | 62.41 | 47 |
| PK59 | 13-Jul-91 | 30-Aug-91 | 218.24 | 48 |
| PK60 | 16-Jun-92 | 9-Aug-92 | 60.23 | 54 |
| PK61 | 13-Jun-92 | 9-Aug-92 | 272.35 | 57 |
| PK62 | 4-Feb-93 | 29-Mar-93 | 47.69 | 53 |
| PK63 | 9-Jan-93 | 11-Apr-93 | 25.21 | 92 |
| PK64 | 13-Jul-93 | 5-Sep-93 | 297.05 | 54 |
| PK65 | 22-Jul-94 | 16-Sep-94 | 417.33 | 56 |
| PK66 | 25-Dec-94 | 17-Feb-95 | 41.23 | 54 |
| PK67 | 20-Jun-95 | 11-Aug-95 | 64.22 | 52 |
| PK68 | 27-Aug-95 | 19-Oct-95 | 381.43 | 53 |
| PK69 | 4-Jan-96 | 29-Mar-96 | 78.47 | 85 |
| PK70 | 8-Jan-96 | 27-Apr-96 | 132.07 | 110 |
| PK71 | 6-May-96 | 3-Sep-96 | 119.18 | 120 |
| PK72 | 18-Apr-97 | 21-Oct-97 | 223.68 | 186 |
| PK73 | 1-Jan-99 | 19-Feb-99 | 160.22 | 49 |
| PK74 | 20-Apr-99 | 5-Jul-99 | 40.06 | 76 |
| PK75 | 7-May-99 | 30-Jul-99 | 55.28 | 84 |
| PK76 | 8-Apr-99 | 26-Sep-99 | 84.13 | 171 |
| PK77 | 2-Feb-01 | 10-Apr-01 | 40.90 | 67 |
| PK78 | 21-Jul-01 | 29-Sep-01 | 34.72 | 70 |
| PK79 | 11-Jul-01 | 30-Sep-01 | 513.68 | 81 |
| PK80 | 9-May-01 | 3-Jan-02 | 148.33 | 239 |
| PK81 | 31-Dec-01 | 27-Mar-02 | 171.65 | 86 |
| PK82 | 21-Dec-01 | 28-Mar-02 | 778.98 | 97 |
| PK83 | 16-May-02 | 24-Aug-02 | 553.94 | 100 |
| PK84 | 23-Jun-02 | 25-Aug-02 | 105.79 | 63 |
| PK85 | 4-Jan-03 | 1-Mar-03 | 24.37 | 56 |
| PK86 | **6-Jan-05** | **25-Feb-05** | **420.79** | 50 |
| PK87 | 26-Dec-04 | 27-Mar-05 | 116.96 | 91 |
| PK88 | 9-Feb-06 | 11-May-06 | 45.21 | 91 |
| PK89 | 30-Jun-06 | 24-Aug-06 | 85.26 | 55 |
| PK90 | 23-May-06 | 14-Oct-06 | 68.00 | 144 |
| PK91 | 20-May-06 | 25-Oct-06 | 246.11 | 158 |
| PK92 | **10-Jun-09** | **9-Sep-09** | **96.76** | 91 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 2 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Lembangan Sg. Langat 1965 - 2013 mengikut TA45

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 23-Jan-70 | 30-Mar-70 | 646.10 | 66 |
| PK2 | 26-Jun-72 | 10-Sep-72 | 27.80 | 76 |
| PK3 | 04-Jul-73 | 02-Sep-73 | 8.84 | 60 |
| PK4 | 19-Mar-74 | 03-May-74 | 21.55 | 45 |
| PK5 | 28-May-74 | 12-Jul-74 | 11.21 | 45 |
| PK6 | 22-Jun-75 | 26-Aug-75 | 19.18 | 65 |
| PK7 | 13-Jan-76 | 13-Mar-76 | 12.92 | 60 |
| PK8 | 25-Feb-77 | 08-May-77 | 205.41 | 72 |
| PK9 | 25-Jun-77 | 26-Aug-77 | 43.47 | 62 |
| PK10 | 31-May-78 | 23-Jul-78 | 10.53 | 53 |
| PK11 | 04-Aug-78 | 23-Sep-78 | 79.58 | 50 |
| PK12 | 03-Aug-78 | 18-Oct-78 | 36.52 | 76 |
| PK13 | 21-Aug-78 | 18-Oct-78 | 61.76 | 58 |
| PK14 | 23-Jul-78 | 20-Oct-78 | 636.10 | 89 |
| PK15 | 04-Dec-78 | 20-Feb-79 | 34.38 | 78 |
| PK16 | 10-Jan-79 | 21-Mar-79 | 67.11 | 70 |
| PK17 | 29-Sep-79 | 16-Nov-79 | 22.24 | 48 |
| PK18 | 20-Dec-79 | 27-Feb-80 | 137.85 | 69 |
| PK19 | 25-Dec-79 | 28-Feb-80 | 368.52 | 65 |
| PK20 | 11-Jul-80 | 08-Sep-80 | 21.65 | 59 |
| PK21 | 09-Jul-80 | 22-Sep-80 | 230.18 | 75 |
| PK22 | 10-Mar-81 | 24-Apr-81 | 24.88 | 45 |
| PK23 | 20-Jun-81 | 04-Sep-81 | 60.25 | 76 |
| PK24 | 28-Jun-81 | 05-Sep-81 | 327.28 | 69 |
| PK25 | 18-Dec-81 | 08-Feb-82 | 90.33 | 52 |
| PK26 | 18-Dec-81 | 09-Feb-82 | 81.38 | 53 |
| PK27 | 26-Dec-81 | 11-Feb-82 | 226.61 | 47 |
| PK28 | 09-Jan-82 | 04-Apr-82 | 34.28 | 85 |
| PK29 | 08-Aug-82 | 02-Oct-82 | 41.30 | 55 |
| PK30 | 19-Jan-83 | 21-Mar-83 | 223.10 | 61 |
| PK31 | 28-Jul-85 | 01-Oct-85 | 455.36 | 65 |
| PK32 | 30-Jun-86 | 15-Sep-86 | 105.23 | 77 |
| PK33 | 03-Aug-86 | 28-Sep-86 | 472.01 | 56 |
| PK34 | 21-Dec-86 | 12-Feb-87 | 13.64 | 53 |
| PK35 | 21-May-87 | 05-Aug-87 | 52.43 | 76 |
| PK36 | 10-Jun-87 | 12-Aug-87 | 50.44 | 63 |
| PK37 | 31-Dec-88 | 18-Feb-89 | 26.41 | 49 |
| PK38 | 06-Nov-89 | 03-Jan-90 | 16.39 | 58 |
| PK39 | 20-Jan-90 | 15-Mar-90 | 48.00 | 54 |
| PK40 | 06-Aug-90 | 22-Sep-90 | 62.41 | 47 |
| PK41 | 13-Jul-91 | 30-Aug-91 | 218.24 | 48 |
| PK42 | 16-Jun-92 | 09-Aug-92 | 60.23 | 57 |
| PK43 | 13-Jun-92 | 09-Aug-92 | 272.35 | 54 |
| PK44 | 04-Feb-93 | 29-Mar-93 | 47.69 | 53 |
| PK45 | 13-Jul-93 | 05-Sep-93 | 297.05 | 54 |
| PK46 | 22-Jul-94 | 16-Sep-94 | 417.33 | 56 |
| PK47 | 25-Dec-94 | 17-Feb-95 | 41.23 | 54 |
| PK48 | 20-Jun-95 | 11-Aug-95 | 64.22 | 52 |
| PK49 | 27-Aug-95 | 19-Oct-95 | 381.43 | 53 |
| PK50 | 04-Jan-96 | 29-Mar-96 | 78.47 | 85 |
| PK51 | 01-Jan-99 | 19-Feb-99 | 160.22 | 49 |
| PK52 | 20-Apr-99 | 05-Jul-99 | 40.06 | 76 |
| PK53 | 07-May-99 | 30-Jul-99 | 55.28 | 84 |
| PK54 | 02-Feb-01 | 10-Apr-01 | 40.90 | 67 |
| PK55 | 21-Jul-01 | 29-Sep-01 | 34.72 | 70 |
| PK56 | 11-Jul-01 | 30-Sep-01 | 513.68 | 81 |
| PK57 | 31-Dec-01 | 27-Mar-02 | 171.65 | 86 |
| PK58 | 23-Jun-02 | 25-Aug-02 | 105.79 | 63 |
| PK59 | 04-Jan-03 | 01-Mar-03 | 24.37 | 56 |
| PK60 | 06-Jan-05 | 25-Feb-05 | 420.79 | 50 |
| PK61 | 30-Jun-06 | 24-Aug-06 | 85.26 | 55 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 3 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Lembangan Sg. Langat 1965 - 2013 mengikut TA90

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 30-Jun-72 | 21-Oct-72 | 432.51 | 113 |
| PK2 | 03-Jan-73 | 21-Apr-73 | 24.23 | 108 |
| PK3 | 02-Jan-76 | 16-Apr-76 | 58.96 | 105 |
| PK4 | 16-Jun-76 | 11-Oct-76 | 44.32 | 172 |
| PK5 | 22-Apr-76 | 11-Oct-76 | 133.89 | 117 |
| PK6 | 19-Jan-77 | 28-May-77 | 92.62 | 129 |
| PK7 | 23-Jan-77 | 12-Jun-77 | 173.45 | 140 |
| PK8 | 25-Jun-77 | 28-Sep-77 | 104.90 | 95 |
| PK9 | 06-Dec-77 | 05-Apr-78 | 57.92 | 120 |
| PK10 | 16-Dec-79 | 20-Mar-80 | 43.85 | 95 |
| PK11 | 21-Jan-83 | 01-May-83 | 107.17 | 100 |
| PK12 | 17-Jan-83 | 11-May-83 | 45.70 | 114 |
| PK13 | 17-Jan-83 | 22-May-83 | 112.59 | 125 |
| PK14 | 18-Jun-85 | 01-Oct-85 | 76.25 | 105 |
| PK15 | 16-Dec-86 | 14-May-87 | 165.85 | 149 |
| PK16 | 16-Dec-86 | 12-Aug-87 | 1481.49 | 239 |
| PK17 | 02-Jan-89 | 09-Sep-89 | 115.14 | 250 |

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK18 | 25-May-90 | 21-Sep-90 | 609.84 | 119 |
| PK19 | 09-Jan-93 | 11-Apr-93 | 25.21 | 92 |
| PK20 | 08-Jan-96 | 27-Apr-96 | 132.07 | 110 |
| PK21 | 06-May-96 | 03-Sep-96 | 119.18 | 120 |
| PK22 | 18-Apr-97 | 21-Oct-97 | 223.68 | 186 |
| PK23 | 08-Apr-99 | 26-Sep-99 | 84.13 | 171 |
| PK24 | 09-May-01 | 03-Jan-02 | 148.33 | 239 |
| PK25 | 21-Dec-01 | 28-Mar-02 | 778.98 | 97 |
| PK26 | 16-May-02 | 24-Aug-02 | 553.94 | 100 |
| PK27 | 26-Dec-04 | 27-Mar-05 | 116.96 | 91 |
| PK28 | 09-Feb-06 | 11-May-06 | 45.21 | 91 |
| PK29 | 23-May-06 | 14-Oct-06 | 68.00 | 144 |
| PK30 | 20-May-06 | 25-Oct-06 | 246.11 | 158 |
| PK31 | 10-Jun-09 | 09-Sep-09 | 96.76 | 91 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 4 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Stesen Lui 1965 - 2013

Peristiwa Kemarau Stesen Lui

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 26-Jun-72 | 10-Sep-72 | 27.80 | 76 |
| PK2 | 03-Jan-73 | 21-Apr-73 | 24.23 | 108 |
| PK3 | 04-Jul-73 | 02-Sep-73 | 8.84 | 60 |
| PK4 | 19-Mar-74 | 03-May-74 | 21.55 | 45 |
| PK5 | 28-May-74 | 12-Jul-74 | 11.21 | 45 |
| PK6 | 22-Jun-75 | 26-Aug-75 | 19.18 | 65 |
| PK7 | 02-Jan-76 | 16-Apr-76 | 58.96 | 105 |
| PK8 | 16-Jun-76 | 11-Oct-76 | 44.32 | 117 |
| PK9 | 19-Jan-77 | 28-May-77 | 92.62 | 129 |
| PK10 | 25-Jun-77 | 26-Aug-77 | 43.47 | 62 |
| PK11 | 06-Dec-77 | 05-Apr-78 | 57.92 | 120 |
| PK12 | 31-May-78 | 23-Jul-78 | 10.53 | 53 |
| PK13 | 03-Aug-78 | 18-Oct-78 | 36.52 | 76 |
| PK14 | 04-Dec-78 | 20-Feb-79 | 34.38 | 78 |
| PK15 | 16-Dec-79 | 20-Mar-80 | 43.85 | 95 |
| PK16 | 09-Jan-82 | 04-Apr-82 | 34.28 | 85 |
| PK17 | 17-Jan-83 | 11-May-83 | 45.70 | 114 |
| PK18 | 02-Jan-89 | 09-Sep-89 | 115.14 | 250 |
| PK19 | 06-Nov-89 | 03-Jan-90 | 16.39 | 58 |
| PK20 | 09-Jan-93 | 11-Apr-93 | 25.21 | 92 |
| PK21 | 08-Apr-99 | 26-Sep-99 | 84.13 | 171 |
| PK22 | 02-Feb-01 | 10-Apr-01 | 40.90 | 67 |
| PK23 | 09-May-01 | 03-Jan-02 | 148.33 | 239 |
| PK24 | 04-Jan-03 | 01-Mar-03 | 24.37 | 56 |
| PK25 | 09-Feb-06 | 11-May-06 | 45.21 | 91 |
| PK26 | 23-May-06 | 14-Oct-06 | 68.00 | 144 |

Peristiwa Kemarau Stesen Lui - TA45

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 26-Jun-72 | 10-Sep-72 | 27.80 | 76 |
| PK2 | 04-Jul-73 | 02-Sep-73 | 8.84 | 60 |
| PK3 | 19-Mar-74 | 03-May-74 | 21.55 | 45 |
| PK4 | 28-May-74 | 12-Jul-74 | 11.21 | 45 |
| PK5 | 22-Jun-75 | 26-Aug-75 | 19.18 | 65 |
| PK6 | 25-Jun-77 | 26-Aug-77 | 43.47 | 62 |
| PK7 | 31-May-78 | 23-Jul-78 | 10.53 | 53 |
| PK8 | 03-Aug-78 | 18-Oct-78 | 36.52 | 76 |
| PK9 | 04-Dec-78 | 20-Feb-79 | 34.38 | 78 |
| PK10 | 09-Jan-82 | 04-Apr-82 | 34.28 | 85 |
| PK11 | 06-Nov-89 | 03-Jan-90 | 16.39 | 58 |
| PK12 | 02-Feb-01 | 10-Apr-01 | 40.90 | 67 |
| PK13 | 04-Jan-03 | 01-Mar-03 | 24.37 | 56 |

Peristiwa Kemarau Stesen Lui - TA90

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 03-Jan-73 | 21-Apr-73 | 24.23 | 108 |
| PK2 | 02-Jan-76 | 16-Apr-76 | 58.96 | 105 |
| PK3 | 16-Jun-76 | 11-Oct-76 | 44.32 | 117 |
| PK4 | 19-Jan-77 | 28-May-77 | 92.62 | 129 |
| PK5 | 06-Dec-77 | 05-Apr-78 | 57.92 | 120 |
| PK6 | 16-Dec-79 | 20-Mar-80 | 43.85 | 95 |
| PK7 | 17-Jan-83 | 11-May-83 | 45.70 | 114 |
| PK8 | 02-Jan-89 | 09-Sep-89 | 115.14 | 250 |
| PK9 | 09-Jan-93 | 11-Apr-93 | 25.21 | 92 |
| PK10 | 08-Apr-99 | 26-Sep-99 | 84.13 | 171 |
| PK11 | 09-May-01 | 03-Jan-02 | 148.33 | 239 |
| PK12 | 09-Feb-06 | 11-May-06 | 45.21 | 91 |
| PK13 | 23-May-06 | 14-Oct-06 | 68.00 | 144 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 5 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Stesen Rinching 1975 - 2013

Peristiwa Kemarau Stesen Rincing

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 13-Jan-76 | 13-Mar-76 | 12.92 | 60 |
| PK2 | 22-Apr-76 | 11-Oct-76 | 133.89 | 172 |
| PK3 | 23-Jan-77 | 12-Jun-77 | 173.45 | 140 |
| PK4 | 25-Jun-77 | 28-Sep-77 | 104.90 | 95 |
| PK5 | 21-Aug-78 | 18-Oct-78 | 61.76 | 58 |
| PK6 | 10-Jan-79 | 21-Mar-79 | 67.11 | 70 |
| PK7 | 29-Sep-79 | 16-Nov-79 | 22.24 | 48 |
| PK8 | 11-Jul-80 | 08-Sep-80 | 21.65 | 59 |
| PK9 | 10-Mar-81 | 24-Apr-81 | 24.88 | 45 |
| PK10 | 20-Jun-81 | 04-Sep-81 | 60.25 | 76 |
| PK11 | 18-Dec-81 | 09-Feb-82 | 81.38 | 53 |
| PK12 | 08-Aug-82 | 02-Oct-82 | 41.30 | 55 |
| PK13 | 17-Jan-83 | 22-May-83 | 112.59 | 125 |
| PK14 | 18-Jun-85 | 01-Oct-85 | 76.25 | 105 |
| PK15 | 21-Dec-86 | 12-Feb-87 | 13.64 | 53 |
| PK16 | 21-May-87 | 05-Aug-87 | 52.43 | 76 |
| PK17 | 20-Jan-90 | 15-Mar-90 | 48.00 | 54 |
| PK18 | 25-Dec-94 | 17-Feb-95 | 41.23 | 54 |
| PK19 | 20-Jun-95 | 11-Aug-95 | 64.22 | 52 |
| PK20 | 08-Jan-96 | 27-Apr-96 | 132.07 | 110 |
| PK21 | 06-May-96 | 03-Sep-96 | 119.18 | 120 |
| PK22 | 18-Apr-97 | 21-Oct-97 | 223.68 | 186 |
| PK23 | 07-May-99 | 30-Jul-99 | 55.28 | 84 |
| PK24 | 21-Jul-01 | 29-Sep-01 | 34.72 | 70 |
| PK25 | 20-May-06 | 25-Oct-06 | 246.11 | 158 |
| PK26 | 10-Jun-09 | 09-Sep-09 | 96.76 | 91 |

Peristiwa Kemarau Stesen Rinching - TA45

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 13-Jan-76 | 13-Mar-76 | 12.92 | 60 |
| PK2 | 21-Aug-78 | 18-Oct-78 | 61.76 | 58 |
| PK3 | 10-Jan-79 | 21-Mar-79 | 67.11 | 70 |
| PK4 | 29-Sep-79 | 16-Nov-79 | 22.24 | 48 |
| PK5 | 11-Jul-80 | 08-Sep-80 | 21.65 | 59 |
| PK6 | 10-Mar-81 | 24-Apr-81 | 24.88 | 45 |
| PK7 | 20-Jun-81 | 04-Sep-81 | 60.25 | 76 |
| PK8 | 18-Dec-81 | 09-Feb-82 | 81.38 | 53 |
| PK9 | 08-Aug-82 | 02-Oct-82 | 41.30 | 55 |
| PK10 | 21-Dec-86 | 12-Feb-87 | 13.64 | 53 |
| PK11 | 21-May-87 | 05-Aug-87 | 52.43 | 76 |
| PK12 | 20-Jan-90 | 15-Mar-90 | 48.00 | 54 |
| PK13 | 25-Dec-94 | 17-Feb-95 | 41.23 | 54 |
| PK14 | 20-Jun-95 | 11-Aug-95 | 64.22 | 52 |
| PK15 | 07-May-99 | 30-Jul-99 | 55.28 | 84 |
| PK16 | 21-Jul-01 | 29-Sep-01 | 34.72 | 70 |

Peristiwa Kemarau Stesen Rinching - TA90

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 22-Apr-76 | 11-Oct-76 | 133.89 | 172 |
| PK2 | 23-Jan-77 | 12-Jun-77 | 173.45 | 140 |
| PK3 | 25-Jun-77 | 28-Sep-77 | 104.90 | 95 |
| PK4 | 17-Jan-83 | 22-May-83 | 112.59 | 125 |
| PK5 | 18-Jun-85 | 01-Oct-85 | 76.25 | 105 |
| PK6 | 08-Jan-96 | 27-Apr-96 | 132.07 | 110 |
| PK7 | 06-May-96 | 03-Sep-96 | 119.18 | 120 |
| PK8 | 18-Apr-97 | 21-Oct-97 | 223.68 | 186 |
| PK9 | 20-May-06 | 25-Oct-06 | 246.11 | 158 |
| PK10 | 10-Jun-09 | 09-Sep-09 | 96.76 | 91 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 6 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Stesen Kajang 1978 - 2013

Peristiwa Kemarau Stesen Kajang

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 4-Aug-78 | 23-Sep-78 | 79.58 | 50 |
| PK2 | 20-Dec-79 | 27-Feb-80 | 137.85 | 69 |
| PK3 | 18-Dec-81 | 8-Feb-82 | 90.33 | 52 |
| PK4 | 21-Jan-83 | 1-May-83 | 107.17 | 100 |
| PK5 | 30-Jun-86 | 15-Sep-86 | 105.23 | 77 |
| PK6 | 16-Dec-86 | 14-May-87 | 165.85 | 149 |
| PK7 | 10-Jun-87 | 12-Aug-87 | 50.44 | 63 |
| PK8 | 31-Dec-88 | 18-Feb-89 | 26.41 | 49 |
| PK9 | 6-Aug-90 | 22-Sep-90 | 62.41 | 47 |
| PK10 | 16-Jun-92 | 9-Aug-92 | 60.23 | 54 |
| PK11 | 4-Feb-93 | 29-Mar-93 | 47.69 | 53 |
| PK12 | 4-Jan-96 | 29-Mar-96 | 78.47 | 85 |
| PK13 | 20-Apr-99 | 5-Jul-99 | 40.06 | 76 |
| PK14 | 31-Dec-01 | 27-Mar-02 | 171.65 | 86 |
| PK15 | 23-Jun-02 | 25-Aug-02 | 105.79 | 63 |
| PK16 | 26-Dec-04 | 27-Mar-05 | 116.96 | 91 |
| PK17 | 30-Jun-06 | 24-Aug-06 | 85.26 | 55 |

Peristiwa Kemarau Stesen Kajang - TA45

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 4-Aug-78 | 23-Sep-78 | 79.58 | 50 |
| PK2 | 20-Dec-79 | 27-Feb-80 | 137.85 | 69 |
| PK3 | 18-Dec-81 | 8-Feb-82 | 90.33 | 52 |
| PK4 | 30-Jun-86 | 15-Sep-86 | 105.23 | 77 |
| PK5 | 10-Jun-87 | 12-Aug-87 | 50.44 | 63 |
| PK6 | 31-Dec-88 | 18-Feb-89 | 26.41 | 49 |
| PK7 | 6-Aug-90 | 22-Sep-90 | 62.41 | 47 |
| PK8 | 16-Jun-92 | 9-Aug-92 | 60.23 | 54 |
| PK9 | 4-Feb-93 | 29-Mar-93 | 47.69 | 53 |
| PK10 | 4-Jan-96 | 29-Mar-96 | 78.47 | 85 |
| PK11 | 20-Apr-99 | 5-Jul-99 | 40.06 | 76 |
| PK12 | 31-Dec-01 | 27-Mar-02 | 171.65 | 86 |
| PK13 | 23-Jun-02 | 25-Aug-02 | 105.79 | 63 |
| PK14 | 30-Jun-06 | 24-Aug-06 | 85.26 | 55 |

Peristiwa Kemarau Stesen Kajang - TA90

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 21-Jan-83 | 1-May-83 | 107.17 | 100 |
| PK2 | 16-Dec-86 | 14-May-87 | 165.85 | 149 |
| PK3 | 26-Dec-04 | 27-Mar-05 | 116.96 | 91 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran 7 : Keseluruhan Peristiwa Kemarau di Stesen Dengkil 1965 - 2013

Peristiwa Kemarau Stesen Dengkil

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 23-Jan-70 | 30-Mar-70 | 646.10 | 66 |
| PK2 | 30-Jun-72 | 21-Oct-72 | 432.51 | 113 |
| PK3 | 25-Feb-77 | 8-May-77 | 205.41 | 72 |
| PK4 | 23-Jul-78 | 20-Oct-78 | 636.10 | 89 |
| PK5 | 25-Dec-79 | 28-Feb-80 | 368.52 | 65 |
| PK6 | 9-Jul-80 | 22-Sep-80 | 230.18 | 75 |
| PK7 | 28-Jun-81 | 5-Sep-81 | 327.28 | 69 |
| PK8 | 26-Dec-81 | 11-Feb-82 | 226.61 | 47 |
| PK9 | 19-Jan-83 | 21-Mar-83 | 223.10 | 61 |
| PK10 | 28-Jul-85 | 1-Oct-85 | 455.36 | 65 |
| PK11 | 3-Aug-86 | 28-Sep-86 | 472.01 | 56 |
| PK12 | 16-Dec-86 | 12-Aug-87 | 1481.49 | 239 |
| PK13 | 25-May-90 | 21-Sep-90 | 609.84 | 119 |
| PK14 | 13-Jul-91 | 30-Aug-91 | 218.24 | 48 |
| PK15 | 13-Jun-92 | 9-Aug-92 | 272.35 | 57 |
| PK16 | 13-Jul-93 | 5-Sep-93 | 297.05 | 54 |
| PK17 | 22-Jul-94 | 16-Sep-94 | 417.33 | 56 |
| PK18 | 27-Aug-95 | 19-Oct-95 | 381.43 | 53 |
| PK19 | 1-Jan-99 | 19-Feb-99 | 160.22 | 49 |
| PK20 | 11-Jul-01 | 30-Sep-01 | 513.68 | 81 |
| PK21 | 21-Dec-01 | 28-Mar-02 | 778.98 | 97 |
| PK22 | 16-May-02 | 24-Aug-02 | 553.94 | 100 |
| PK23 | 6-Jan-05 | 25-Feb-05 | 420.79 | 50 |

Peristiwa Kemarau Stesen Dengkil - TA45

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 23-Jan-70 | 30-Mar-70 | 646.10 | 66 |
| PK2 | 25-Feb-77 | 8-May-77 | 205.41 | 72 |
| PK3 | 23-Jul-78 | 20-Oct-78 | 636.10 | 89 |
| PK4 | 25-Dec-79 | 28-Feb-80 | 368.52 | 65 |
| PK5 | 9-Jul-80 | 22-Sep-80 | 230.18 | 75 |
| PK6 | 28-Jun-81 | 5-Sep-81 | 327.28 | 69 |
| PK7 | 26-Dec-81 | 11-Feb-82 | 226.61 | 47 |
| PK8 | 19-Jan-83 | 21-Mar-83 | 223.10 | 61 |
| PK9 | 28-Jul-85 | 1-Oct-85 | 455.36 | 65 |
| PK10 | 3-Aug-86 | 28-Sep-86 | 472.01 | 56 |
| PK11 | 13-Jul-91 | 30-Aug-91 | 218.24 | 48 |
| PK12 | 13-Jun-92 | 9-Aug-92 | 272.35 | 57 |
| PK13 | 13-Jul-93 | 5-Sep-93 | 297.05 | 54 |
| PK14 | 22-Jul-94 | 16-Sep-94 | 417.33 | 56 |
| PK15 | 27-Aug-95 | 19-Oct-95 | 381.43 | 53 |
| PK16 | 1-Jan-99 | 19-Feb-99 | 160.22 | 49 |
| PK17 | 11-Jul-01 | 30-Sep-01 | 513.68 | 81 |
| PK18 | 6-Jan-05 | 25-Feb-05 | 420.79 | 50 |

Peristiwa Kemarau Stesen Dengkil - TA90

| PK | Starting | Ending | Defisit | Tempoh |
|---|---|---|---|---|
| PK1 | 30-Jun-72 | 21-Oct-72 | 432.51 | 113 |
| PK2 | 16-Dec-86 | 12-Aug-87 | 1481.49 | 239 |
| PK3 | 25-May-90 | 21-Sep-90 | 609.84 | 119 |
| PK4 | 21-Dec-01 | 28-Mar-02 | 778.98 | 97 |
| PK5 | 16-May-02 | 24-Aug-02 | 553.94 | 100 |

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi