



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



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 τ 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.





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 70th 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 τ 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.





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





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 Tanah	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



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 Rinning	278
5.4.3	Stesen 2917401 Kajang	280
5.4.4	Stesen 2816441 Dengkil	283
5.5	Kesimpulan	286

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



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



**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



**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



**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



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

**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



**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 Q_{mean} dalam tempoh kajian	377
7.2	Pola dan corak luahan Q_{mean} mengikut musim dalam tempoh kajian	378
7.3	Pola dan corak luahan Q_{70} berbanding Q_{mean} 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





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



**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 tanah di lembangan Sg. Langat	95
3.9	Jaringan saliran lembangan Sg. Langat (<i>Upper Basin</i>)	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 $Q_{mean\ b}$ ($m^3 s^{-1}$) 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



**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 $Q_{min\ hd-hw}$ dan $Q_{mean\ hd-hw}$ 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 $Q_{min\ hd-hw}$ dan $Q_{mean\ hd-hw}$ 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 $Q_{min\ hd-hw}$ dan $Q_{mean\ hd-hw}$ 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





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 $Q_{min hd-hw}$ dan $Q_{mean hd-hw}$ 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 (Q_{bt}) 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 (Q_{bt}) 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



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 Rinchng	250
5.36	Taburan jumlah luahan musim basah tahunan dan serakan daripada $Q_{mean\ dt}$ bagi stesen 2918401 Rinchng	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 Rinchng.	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 Rinchng	278



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



**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



**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



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



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
τ	Kendall Tau
CUSUM	<i>cumulative sum</i>
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
<i>ef</i>	Kekerapan Lampauan
EM-DAT	Emergency Events Database
ENSO	El Nino Ayunan Selatan

