



PERAMALAN DATA SIRI MASA ARAS AIR
SUNGAI DI KAWASAN BERKEPENTINGAN
MALAYSIA MENGGUNAKAN
PENDEKATAN KALUT



ADIB BIN MASHURI

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2020





05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



**PERAMALAN DATA SIRI MASA ARAS AIR SUNGAI DI KAWASAN
BERKEPENTINGAN MALAYSIA MENGGUNAKAN
PENDEKATAN KALUT**

ADIB BIN MASHURI



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

**TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
IJAZAH SARJANA SAINS
(MOD PENYELIDIKAN)**

**FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

2020



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



Sila tanda (✓)

Kertas Projek

Sarjana Penyelidikan

Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus

Doktor Falsafah

/

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH**PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN**

Perakuan ini telah dibuat pada17....(hari bulan).....12..... (bulan) 20..20..

i. Perakuan pelajar :

Saya, Adib Bin Mashuri, M20181000933 dari Fakulti Sains dan Matematik (SILA NYATAKAN NAMA PELAJAR, NO. MATRIK DAN FAKULTI) dengan ini mengaku bahawa disertasi/tesis yang bertajuk Peramalan Data Siri Masa Aras Air Sungai di Kawasan Malaysia Menggunakan Pendekatan Kalut

adalah hasil kerja saya sendiri. Saya tidak memplagiat dan apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dinyatakan dengan sejasanya dan secukupnya

Tandatangan pelajar

ii. Perakuan Penyelia:

Saya, Dr. Nur Hamiza Bt Adenan (NAMA PENYELIA) dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk Peramalan Data Siri Masa Aras Air Sungai di Kawasan Malaysia Menggunakan Pendekatan Kalut

(TAJUK) dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian/sepenuhnya syarat untuk memperoleh Ijazah Sarjana Sains (SILA NYATAKAN NAMA IJAZAH).

17/12/2020

Tarikh

Dr. NUR HAMIZA ADENAN
Penyarah Kanan
Tandatangan Penyelia
Fakulti Sains Dan Matematik
Universiti Pendidikan Sultan Idris





**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: Peramalan Data Siri Masa Aras Air Sungai di Kawasan
Malaysia Menggunakan Pendekatan Kalut

No. Matrik /Matric's No.: M20181000933

Saya / I : Adib Bin Mashuri

(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (Kedoktoran/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI.
The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan dan penyelidikan.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of reference and research.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. Sila tandakan (☒) bagi pilihan kategori di bawah / Please tick (☒) for category below:-

☐

SULIT/CONFIDENTIAL

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / Contains confidential information under the Official Secret Act 1972

☒

TERHAD/RESTRICTED

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan ini dijalankan. / Contains restricted information as specified by the organization where research was done.

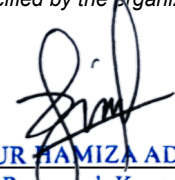
☐

TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS



(Tandatangan Pelajar/ Signature)

Tarikh: 17/12/2020


Dr. NUR HAMIZA ADENAN
Pensyarah Kanan
Istaitan Matematik
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)
Fakulti Sains Dan Matematik
Universiti Pendidikan Sultan Idris

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.

Notes: If the thesis is **CONFIDENTIAL** or **RESTRICTED**, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin memanjatkan kesyukuran kepada Allah atas nikmat kesihatan, kematangan fikiran dan kekuatan fizikal, akhirnya saya dapat menyempurnakan tesis ini dengan jayanya.

Melalui ruangan ini, saya ingin menzahirkan rasa terima kasih kepada arwah ayah saya Mashuri Bin Kosni serta ibu saya Nor Sobah Binti Hj Siren kerana telah banyak berkorban segalanya untuk saya memperoleh kehidupan dan pendidikan yang sempurna. Adik beradik saya yang merupakan tulang belakang saya iaitu Asila, Ainaa, Arwah Anas, Azim, Amalia, Aidid, Amirah dan Adriana, terima kasih kerana sentiasa ada bersama. Kepada keluarga angkat saya yang berada di Bumi Muallim tercinta, Samsani Shahboddin dan anak-anaknya Adam dan Muklis, terima kasih kerana menjadi peneman setia serta penghibur sepanjang berada di sana. Tanpa mereka semua, tidak mampu untuk saya capai setinggi ini. Terima kasih semua!

Kepada penyelia yang disayangi Dr. Nur Hamiza Binti Adenan, saya ingin merakamkan jutaan penghargaan dan terima kasih kerana telah banyak berkorban dari segi masa, tenaga dan wang ringgit. Beliau juga telah banyak memberikan sokongan, dorongan, bantuan dan bimbingan kepada saya untuk menyempurnakan tesis ini dengan jayanya. Saya sedar tanpa semua itu saya tidak mampu menyediakan tesis kajian ini dengan baik dan sempurna. Terima kasih Dr!

Setinggi-tinggi terima kasih juga kepada pihak Universiti Pendidikan Sultan Idris, Fakulti Sains dan Matematik serta Jabatan Matematik kerana memberikan kemudahan untuk saya memperoleh pendidikan yang lengkap dan sempurna sepanjang pengajian saya. Ucapan terima kasih ini juga dirakamkan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia (FRGS/1/2018/STG06/UPSI/02/3) kerana menaja pengajian saya. Tak lupa juga kepada Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS) dalam menyalurkan maklumat dan data untuk kajian yang saya jalankan ini.





ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti kehadiran telatah kalut dan meramal data siri masa aras air sungai di kawasan yang berkepentingan di Malaysia dengan menggunakan pendekatan kalut. Kajian ini merangkumi tiga objektif utama iaitu mengenal pasti kehadiran telatah kalut pada aras air sungai, meramal aras air sungai menggunakan pendekatan kalut dan menambahbaik kaedah peramalan purata setempat (kpps) untuk peramalan aras air sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia. Kawasan berkepentingan di Malaysia diperincikan kepada dua kawasan iaitu kawasan tadahan sungai yang berbeza ketinggian tanah dan kawasan dataran banjir. Tiga batang sungai telah dipilih untuk memenuhi objektif kajian iaitu kawasan tadahan sungai yang berbeza ketinggian tanah adalah di Sungai Pahang yang melibatkan kawasan tanah rendah (skala masa jam) dan tanah tinggi (skala masa harian). Manakala kawasan dataran banjir adalah di Sungai Kelantan (skala masa jam) dan Sungai Dungun (skala masa jam). Dapatan kajian bagi objektif pertama membuktikan telatah kalut hadir terhadap data siri masa aras air sungai yang dikaji menggunakan kaedah Cao menunjukkan sekurang-kurangnya satu nilai $E2(d) \neq 1$ manakala kaedah plot ruang fasa pula menunjukkan wujud rantau penarik pada ruang fasa. Hasil dapatan objektif kedua menunjukkan data siri masa aras sungai memberikan peramalan yang sangat cemerlang (pekali korelasi, $CC > 0.99$) menggunakan kombinasi kaedah kpps dan d – songsang berbanding kaedah lain dalam kajian ini. Kaedah penambahbaikan kpps dapat memberikan peramalan yang lebih baik berbanding kaedah kpps kerana kaedah penambahbaikan kpps dapat memberikan nilai pekali korelasi yang lebih tinggi. Kesimpulannya, pendekatan kalut berjaya meramal siri masa aras air sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia. Implikasi kajian ini dapat menyumbangkan maklumat aras sungai kepada pihak yang berkenaan bagi pengurusan sumber air dan pengawalan banjir.





PREDICTION OF WATER LEVEL TIME SERIES DATA IN MALAYSIA'S IMPORTANT SITES USING CHAOS APPROACH

ABSTRACT

This research conducted to identify chaotic existence and predict water level time series data at the important sites in Malaysia using chaos approach. This research is comprised of three objectives which were to identify the chaotic existence in water level, to predict water level using chaos approach and to improve of local average approximation method (kpps) method for water level prediction in Malaysia's important sites. The important sites in Malaysia are specified into two which are river basin at different areas of elevation and floodplain area. Three rivers have been chosen to fulfil the research objectives where river basin at different areas of elevation involves Sungai Pahang at lowland (hourly time scale) and highland (daily time scale). Meanwhile, in floodplain areas are at Sungai Kelantan (hourly time scale) and Sungai Dungun (hourly time scale). The first objective's result proved that chaotic behaviour exists in water level time series data using Cao method where gave at least one value of $E2(d) \neq 1$ while using phase space plot shows an attracted region exists through phase space plot. Second objective's result shows the river water level time series can be predicted excellently (correlation coefficient, $CC > 0.99$) by combination method of kpps and d – inverse compared to other methods. The improvement method of kpps gives accurate prediction compared to kpps method because this method gave highest correlation coefficient value in prediction. In conclusion, chaos approach has successfully predicted water level time series data at the important sites in Malaysia. The implication of this research would contribute in water level information to the relevant authorities in water resource management and flood control.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI SINGKATAN	xxii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Pernyataan Masalah	1
1.3	Objektif	6
1.4	Persoalan Kajian	6
1.5	Signifikan Kajian	7
1.6	Batasan Kajian	8
1.7	Definisi Operasi	9
1.7.1	Peramalan	9
1.7.2	Data Siri Masa	10
1.7.3	Kawasan Berkepentingan	10
1.7.1	Pendekatan Kalut	11

1.8	Sumbangan Kajian	11
1.8.1	Sumbangan Kajian kepada Matematik dan Pendekatan kalut	11
1.8.2	Sumbangan Kajian kepada Hidrologi	12
1.8.3	Sumbangan Kajian kepada negara Malaysia	12

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	13
2.2	Telatah Kalut Siri Masa	13
2.3	Sorotan Kajian Berkenaan Mengenal pasti dan Meramal Data Siri Masa Menggunakan Pendekatan Kalut	17
2.3.1	Prestasi Peramalan Data Siri Masa	18
2.3.2	Mengenal pasti dan Meramal Data Siri Masa Bertelatah Kalut di Malaysia	19
2.3.3	Mengenal pasti dan Meramal Data Siri Masa Bertelatah Kalut di Luar Negara	20
2.4	Aplikasi Pendekatan Kalut Terhadap Data Siri Masa Hidrologi	22
2.4.1	Skala Masa	23
2.4.2	Kaedah mengenal pasti kehadiran telatah kalut	25
2.4.3	Kaedah Peramalan	28
2.5	Kesimpulan	30

BAB 3 PENDEKATAN KALUT

3.1	Pengenalan	32
3.2	Pendekatan Kalut	32
3.2.1	Pembinaan semula ruang fasa	33
3.2.2	Penentuan parameter masa tunda, τ	35

3.2.3	Penentuan parameter dimensi pembenaman, d	37
3.2.4	Mengenal pasti kehadiran telatah kalut	39
3.2.5	Proses Peramalan	48
3.3	Model Kaedah Penambahbaikan kpps	56
3.3.1	Kaedah penambahbaikan pembinaan ruang fasa	58
3.4	Prestasi Peramalan	61
3.5	Aplikasi Terhadap Penambahbaikan Peramalan Menggunakan Data Sintetik	61
3.5.1	Pemetaan Logistik	62
3.5.2	Model penambahbaikan kpps terhadap pemetaan logistik	64

BAB 4 DATA SIRI MASA DAN KAWASAN KAJIAN

4.1	Pengenalan	67
4.2	Pemilihan Kawasan	68
4.2.1	Sungai yang berbeza Ketinggian Tanah	71
4.2.2	Sungai Dataran Banjir	78
4.3	Kesimpulan	85

BAB 5 TELATAH KALUT DATA SIRI MASA ARAS AIR SUNGAI

5.1	Pengenalan	86
5.2	Kawasan yang Berbeza Ketinggian Tanah di Sungai Pahang: Sungai di Kawasan Tanah Tinggi	89
5.2.1	Kaedah purata maklumat bersama (PMB)	90
5.2.2	Kaedah Cao	90
5.2.3	Kaedah Plot Ruang Fasa	94
5.3	Kawasan yang Berbeza Ketinggian Tanah di Sungai Pahang: Sungai di Kawasan Tanah Rendah	96

5.3.1	Kaedah purata maklumat bersama (PMB)	97
5.3.2	Kaedah Cao	99
5.3.3	Kaedah Plot Ruang Fasa	104
5.4	Kawasan di Dataran Banjir: Sungai Kelantan	106
5.4.1	Kaedah purata maklumat bersama (PMB)	107
5.4.2	Kaedah Cao	108
5.4.3	Kaedah Plot Ruang Fasa	113
5.5	Kawasan di Dataran Banjir: Sungai Dungun	114
5.5.1	Kaedah purata maklumat bersama (PMB)	116
5.5.2	Kaedah Cao	117
5.5.3	Kaedah Plot Ruang Fasa	121
5.3	Kesimpulan	123

BAB 6 PERAMALAN DAN PENAMBAHBAIKAN PERAMALAN

6.1	Pengenalan	128
6.2	Kawasan yang Berbeza Ketinggian Tanah di Sungai Pahang: Sungai Pahang di Kawasan Tanah Tinggi	129
6.2.1	Stesen SPT01	130
6.2.2	Stesen SPT02	133
6.3	Kawasan yang Berbeza Ketinggian Tanah di Sungai Pahang: Sungai Pahang di Kawasan Tanah Rendah	136
6.3.1	Stesen SPR01	137
6.3.2	Stesen SPR02	140
6.3.3	Stesen SPR03	143
6.4	Sungai di Dataran Banjir: Sungai Kelantan	146

6.4.1	Stesen SKT01	147
6.4.2	Stesen SKT02	150
6.4.3	Stesen SKT03	153
6.5	Sungai di Dataran Banjir: Sungai Dungun	156
6.5.1	Stesen SD01	157
6.5.2	Stesen SD02	160
6.5.3	Stesen SD03	163
6.6	Kesimpulan Peramalan Telatah Kalut	166
6.7	Kaedah penambahbaikan kpps	172

BAB 7 KESIMPULAN DAN CADANGAN KAJIAN LANJUTAN

7.1	Pengenalan	177
7.2	Dapatan-Dapatan Penting Keseluruhan Kajian	177
7.3.	Cadangan-Cadangan Kajian Lanjutan	181
7.3.1	Pengesanan Kehadiran Telatah Kalut	181
7.3.2	Kaedah Peramalan	181
7.3.3	Kepelbagaian Data dan Lokasi Kajian	182

RUJUKAN	183
----------------	------------

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
1.1	Senarai kajian aras air di luar negara	5
2.1	Antara kaedah dalam mengenal pasti telatah kalut terhadap data siri masa	16
2.2	Antara keadah dalam peramalan setempat terhadap data siri masa	17
2.3	Tafsiran bagi nilai mutlak pekali korelasi (Schober et al., 2018)	18
2.4	Pendekatan kalut terhadap data siri masa di Malaysia	19
2.5	Pendekatan kalut terhadap data siri masa di luar negara	21
2.6	Pemilihan skala masa bagi data siri masa yang berbeza	24
2.7	Senarai kaedah dalam mengenal pasti telatah kalut terhadap data siri masa	26
2.8	Kaedah peramalan terhadap data siri masa hidrologi	29
3.1	Aras air Sungai Dungun	43
3.2	Kaedah kuasa dua terkecil untuk mencari parameter <i>A</i> dan <i>B</i>	50
3.3	Hasil perbandingan antara data cerapan dan data ramalan menggunakan kaedah kpps	51
3.4	Hasil perbandingan antara data cerapan dan data ramalan menggunakan kaedah kpps	55
4.1	Kepentingan Tanah Tinggi Dan Tanah Rendah Sekitar Sungai Pahang	72
4.2	Lembangan Sungai Pahang (Ghani Et Al., 2012; Jabatan Perangkaan Malaysia, 2018)	74
4.3	Ciri-Ciri Geografi Lembangan Sungai Pahang (Khairul et al., 2015)	75
4.4	Lembangan Sungai Dungun Dan Ciri Geografinya (Arbain, 2014)	79



4.5	Catatan aras air sewaktu banjir pada tahun 1967, 2004 dan 2014 (Ibrahim, 2016)	84
5.1	Stesen yang dipilih di Sungai Kawasan Tanah Tinggi di Sungai Pahang	89
5.2	Kaedah d – songsang bagi siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan kaedah kpls dan kpps di mana nilai $\tau = 1$	94
5.3	Stesen yang dipilih di sungai kawasan tanah rendah di Sungai Pahang	96
5.4	Kaedah d – songsang bagi siri masa aras air sungai di setesen a) SPR01 , b) SPR02 dan b) SPR03 dengan menggunakan kaedah kpls dan kpps di mana nilai $\tau = 1$	103
5.5	Stesen yang dipilih di sungai kawasan dataran banjir di Sungai Kelantan	106
5.6	Kaedah d – songsang bagi siri masa aras air sungai di setesen a) SKT01 , b) SKT02 dan b) SKT03 dengan menggunakan kaedah kpls dan kpps di mana nilai $\tau = 1$	112
5.7	Stesen yang dipilih di sungai kawasan tanah tinggi di Sungai Pahang	115
5.8	Kaedah d – songsang bagi siri masa aras air sungai di stesen a) SD01 , b) SD02 dan b) SD03 dengan menggunakan kaedah kpls dan kpps di mana nilai $\tau = 1$	120
5.9	Keputusan Keseluruhan Nilai Parameter Dan Kehadiran Telatah Kalut Data Siri Masa Yang Dikaji	126
6.1	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SPT01 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	133
6.2	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SPT02 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	136
6.3	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SPR01 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	139
6.4	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SPR02 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	143

6.5	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SPR03 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	146
6.6	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SKT01 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	150
6.7	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SKT02 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	153
6.8	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SKT03 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	156
6.9	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SD01 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	160
6.10	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SD02 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	163
6.11	Nilai pekali korelasi CC yang diperolehi di stesen SD03 dengan menggunakan kaedah peramalan dan parameter d yang berbeza	166
6.12	Keputusan keseluruhan pekali korelasi CC bagi Peramalan menggunakan kpls dan kpps dengan perbezaan parameter	169
6.13	Pemilihan nilai masa pembenaman d menggunakan kaedah Cao di SD01 dengan penetapan $\tau = 1$	171
6.14	Nilai korelasi CC peramalan menggunakan kaedah penambahbaikan kaedah penambahbaikan kpps	172
6.15	Pemilihan nilai masa pembenaman d menggunakan kaedah Cao di SPR02 dengan penetapan $\tau = 1$	174
6.16	Nilai korelasi CC peramalan menggunakan penambahbaikan kpps di SPR02	175



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1. Perbandingan di antara data cerapan dan data ramalan bagi data aliran sungai di Sungai Muda (Adenan, 2015)	16
3.1 Data siri masa mengikut jam aras air Sungai Dungun di stesen Jambatan Jerangau	35
3.2. Pemilihan nilai τ bagi data siri masa harian aras air Sungai Dungun di Stesen Jambatan Jerangau	37
3.3 $[E1(d)]$ melawan d dan $[E2(d)]$ melawan d bagi data siri masa mengikut jam aras air Sungai Dungun menggunakan kaedah Cao di stesen Jambatan Jerangau	41
3.4 Plot ruang fasa bagi data siri masa aras air harian Sungai Dungun di stesen Jambatan Jerangau	42
3.5 Hasil peramalan menggunakan kaedah kpls pada data siri masa aras air Sungai Dungun	52
3.6 Hasil peramalan menggunakan kaedah kpps pada data siri masa aras air Sungai Dungun	55
3.7 Carta alir perbandingan peramalan menggunakan a) kaedah kpps dan b) kaedah penambahbaikan kpps	58
3.8 Carta alir proses peramalan menggunakan kaedah penambahbaikan kpps	60
3.9 Kesan perubahan nilai μ terhadap persamaan logistik	62
3.10 Perbandingan dua sistem yang mempunyai syarat awal yang hampir sama untuk persamaan logistik	63
3.11 Gambar rajah serakan untuk data ramalan melawan data cerapan bagi data sintetik untuk persamaan logistik daripada model logistik	65
3.12 Perbandingan di antara data sebenar dan data ramalan bagi data sintetik untuk persamaan logistik daripada model logistik pada 366 jam terakhir	65



3.13	Perbandingan di antara data sebenar dan data ramalan bagi data sintetik untuk persamaan logistik daripada model logistik pada jam 50 ke jam 70	66
4.1	Kawasan mudah banjir di Malaysia	70
4.2	Lembangan Sungai Pahang (Ghani et al., 2016)	73
4.3	Data aras air sungai mengikut jam di Sungai Jelai (sungai di kawasan tanah rendah Sungai Pahang) di Jeram Bungor	77
4.4	Data aras air sungai mengikut jam di Sungai Pahang (sungai di kawasan tanah tinggi Sungai Pahang) di stesen Temerloh	77
4.5	Lembangan Sungai Dungun (Suratman, 2013)	80
4.6	Data aras air sungai mengikut jam di stesen Jambatan Jeragau, Sungai Dungun	80
4.7	Peta kawasan kawasan di lembangan sungai Dungun (Sumber : Google Maps)	81
4.8	Data aras air sungai mengikut jam di stesen Jambatan Guillimard, Sungai Kelantan	82
4.9	Lembangan Sungai Kelantan (Hussain et al., 2011)	83
5.1.	Data siri masa harian aras air sungai di stesen a) SPT01 dan b) SPT02	89
5.2	Keputusan nilai τ_{pmb} bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01 dan b) SPT02	90
5.3	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	91
5.4.	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	92
5.5.	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	92
5.6.	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	93
5.7.	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	95

5.8.	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SPT01 dan b) SPT02 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	95
5.9.	Data siri masa mengikut jam aras air sungai di stesen a) SPR01, b) SPR02 dan c) SPR03 di kawasan tanah rendah Sungai Pahang	97
5.10.	Keputusan τ_{pmb} bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPR01, b) SPR02 dan c) SPR03 di kawasan tanah rendah Sungai Pahang	98
5.11	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01, b) SPR02 dan c) SPR03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	100
5.12	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPT01, b) SPR02 dan c) SPR03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	101
5.13	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPR01 , b) SPR02 dan b) SPR03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	101
5.14	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SPR01 , b) SPR02 dan b) SPR03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	102
5.15	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPR01, b)SPR02 dan b) SPR03 menggunakan nilai τ_{pmb}	104
5.16	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SPR01, b)SPR02 dan b) SPR03 menggunakan nilai $\tau = 1$	105
5.17	Data siri masa mengikut jam aras air sungai di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan c) SKT03 di Sungai Kelantan	107
5.18	Keputusan τ_{pmb} bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan c) SKT03 di Sungai Kelantan	108
5.19	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air Sungai Kelantan di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan c) SKT03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	109

5.20	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air Sungai Kelantan di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan c) SKT03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	109
5.21	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air Sungai Kelantan di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan b) SKT03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	111
5.22	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air Sungai Kelantan di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan b) SKT03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	111
5.23	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air Sungai Kelantan di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan b) SKT03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	113
5.24	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai Kelantan di stesen a) SKT01, b) SKT02 dan b) SKT03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	114
5.25	Data siri masa mengikut jam aras air sungai di stesen a) SD01, b) SD02 dan c) SD03 di kawasan tanah rendah Sungai Dungun	115
5.26	Keputusan τ_{pmb} bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SD01, b) SD02 dan c) SD03 di Sungai Dungun	116
5.27	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SPT01, b) SPR02 dan c) SPR03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	117
5.28	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SPT01, b) SPR02 dan c) SPR03 dengan menggunakan nilai τ_{pmb}	118
5.29	Keputusan $E1(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SD01, b) SD02 dan b) SD03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	119
5.30	Keputusan $E2(d)$ bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SD01, b) SD02 dan b) SD03 dengan menggunakan nilai $\tau = 1$	120
5.31	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai di stesen a) SD01, b)SD02 dan b) SD03 menggunakan nilai τ_{pmb}	122

5.32	Keputusan kaedah plot ruang fasa bagi data siri masa aras air sungai di setesen a) SD01, b)SD02 dan b) SD03 menggunakan nilai $\tau = 1$	123
6.1	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter $\tau = 1$ dengan a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPT01	131
6.2	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter $\tau = 1$ dengan a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPT01	132
6.3	<i>Rajah 6.3.</i> Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter $\tau = 1$ dengan a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPT02	134
6.4	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPT02	135
6.5	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPR01	138
6.6	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPR01	139
6.7	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPR02	141
6.8	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPR02	142
6.9	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SPR03	144
6.10	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) $d_{cao} = 4$ dan b) $d - \text{songsang}$ di stesen SPR03	145
6.11	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau = 1, d_{cao}$) dan b) ($\tau = 1, d - \text{songsang}$) di stesen SKT01	148



6.12	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SKT01	149
6.13	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SKT02	151
6.14	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SKT02	152
6.15	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SKT03	154
6.16	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SKT03	155
6.17	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SD01	158
6.18	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SD01	159
6.19	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SD02	161
6.20	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SD02	162
6.21	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpls melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SD03	164
6.22	Keputusan peramalan menggunakan kaedah kpps melibatkan kombinasi parameter a) ($\tau=1, d_{cao}$) dan b) ($\tau=1, d - \text{songsang}$) di stesen SD03	165
6.23	Keputusan peramalan bagi data siri masa aras air di SD01 menggunakan kpps	172





6.24	Keputusan peramalan bagi data siri masa aras air di SD01 dengan menggunakan kaedah penambahbaikan kpps	173
6.25	Keputusan peramalan bagi data siri masa aras air di SPR02 menggunakan kpps	175
6.26	Keputusan peramalan bagi data siri masa aras air di SD01 dengan menggunakan kaedah penambahbaikan kpps	175





SENARAI SINGKATAN

τ	Masa tunda
τ_{pmb}	τ dari kaedah pmb
k	bilangan jiran terdekat
d	dimensi pembenaman
$d - \text{songsang}$	nilai d dari kaedah songsang
d_{cao}	nilai d dari kaedah Cao
$E1(d)$	parameter kaedah Cao
$E2(d)$	parameter kaedah Cao
m	meter (ukuran aras air sungai)
JPS	Jabatan Pengairan dan Saliran
kpls	Kaedah Penghampiran Linear Setempat
kpps	Kaedah Penghampiran Purata Setempat
kpks	Kaedah Penghampiran Kuadratik Setempat
CC	pekali korelasi
Penambahbaikan kpps	Penambahbaikan kaedah penghampiran purata Setempat





BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan



Bab ini menerangkan berkenaan pernyataan masalah serta objektif kajian yang dijalankan. Dalam bab ini juga turut dibincangkan tentang signifikan kajian, batasan kajian, sumbangan kajian dan persoalan kajian.

1.2 Pernyataan Masalah

Secara geografi, Malaysia merupakan antara negara yang terletak luar daripada lingkaran api pasifik dan bebas daripada kesan kemusnahan teruk akibat fenomena bencana alam seperti gunung berapi, gempa bumi dan ribut taufan (Akhir et al., 2017). Sungguhpun begitu, merujuk kepada Jabatan Meteorologi Malaysia (2017), bencana banjir berlaku hampir setiap tahun akibat hujan lebat yang turun antara bulan November hingga Mac. Banjir juga berlaku kerana kegagalan sistem pengairan dan saluran seperti





sungai di kawasan tersebut untuk menampung lebih air (Soeharn et al., 2019). Soeharn et al. (2019) turut menyatakan banjir sering dikaitkan dengan bahagian hulu atau kawasan yang berhampiran dengan sungai. Peramalan data siri masa aras air sungai bukan saja dapat memberikan maklumat awal terhadap bencana banjir malah dapat membantu dalam pengurusan sumber air yang lebih optimum (Adenan & Noorani, 2015). Oleh itu, analisis dan kajian terhadap sungai-sungai yang berada di Malaysia perlu dijalankan bagi membantu pihak bertanggungjawab dalam pengurusan sumber air dan pengawalan banjir. Maka, kajian ini telah memperincikan kepada dua kawasan yang berkepentingan di Malaysia iaitu (i) kawasan tadahan sungai yang berbeza ketinggian tanah; dan (ii) kawasan dataran banjir.

Kedua-dua kawasan diperincikan kerana mempunyai faktor geografi yang berbeza seperti monsun, taburan hujan, keluasan tadahan sungai, tekanan air dan ketinggian tadahan dari paras air laut (Ghosh & Mistri, 2015). Bagi kawasan tadahan sungai yang berbeza ketinggian tanah diperincikan mengikut aras sungai yang terletak di kawasan yang berbeza ketinggian iaitu kawasan tanah tinggi dan kawasan tanah rendah bagi tujuan perbandingan dapatan dapat dijalankan. Hal ini adalah kerana sistem pengaliran sungai di kawasan tanah tinggi akan memberikan tekanan terhadap air sungai yang mengalir ke kawasan tanah rendah dan boleh menyebabkan kemusnahan pada bila-bila masa di kawasan tanah rendah (Marcinkowski et al., 2017; Tare et al., 2017). Perkara ini boleh berlaku kerana aras air di kawasan ini tidak menentu dan sukar diramal (Anika & Kato, 2019). Sesuatu kawasan tadahan akan memberikan perbezaan aras air sungai dan aliran sungai (Chapman, 1992). Maka, kawasan yang mempunyai ketinggian tanah yang berbeza, mempengaruhi aras air sungai sesuatu kawasan. Oleh itu, aras air sungai bagi sungai yang sama iaitu aras sungai yang mengalir daripada



kawasan tadahan tanah tinggi hingga kawasan tanah rendah dikaji bagi menguji keberkesanan pendekatan kalut untuk mengenal pasti dan meramal data siri masa aras air sungai yang berbeza ketinggian tanah.

Perincian yang kedua ialah kawasan dataran banjir. Kawasan dataran banjir adalah kawasan yang terletak dengan lembah sungai dan sering mengalami banjir. Hujan lebat, berterusan, tempoh yang lama, berlaku secara menyeluruh, kekerapan dan jumlah hujan adalah faktor berlakunya banjir di kawasan dataran banjir (Musa & Shafii, 2012). Pomeroy et al. (2016) dan Paimin et al. (2009) menyatakan bahawa bencana banjir berlaku apabila kuantiti air sungai secara relatifnya lebih tinggi daripada keadaan biasa atau normal disebabkan oleh hujan yang menimpa bahagian hulu atau sesebuah kawasan secara berterusan, sehingga tidak mampu ditampung oleh aras air sungai yang sedia ada lalu menyebabkan air melimpah keluar dan membanjiri kawasan sekitarnya.

Dari sudut terminologi teknikal pula, bencana banjir merujuk kepada sumbangan hujan luar biasa yang tidak mampu ditampung oleh sesebuah lembangan sungai dan menyebabkan air melimpah keluar tebing atau dataran banjir (Rahman, 2009). Yatim et al. (2012) dan Ching et al. (2013) menyatakan banjir yang berlaku adalah disebabkan aras air yang agak tinggi, tidak menentu dan melebihi tebing sungai. Maka, aras air sungai di dua batang sungai kawasan dataran banjir telah dipilih bagi mengenal pasti dan meramal data siri masa aras air sungai di kawasan dataran banjir.

Fenomena aras air di perbezaan sungai mengikut ketinggian tanah, kawasan banjir dan kawasan bandar mampu diramal jika manusia memahami fenomena tersebut. Matematik sebagai bahasa sains dilihat mempunyai kebolehan dalam penelitian sesuatu fenomena. Objek yang digunakan untuk meramal sesuatu sistem dikenali sebagai





sistem telatah ataupun sistem dinamik. Sistem telatah merupakan sistem yang melaksanakan perubahan secara konsisten mengikut syaratnya (Ducard, 2017). Sistem telatah merupakan sebuah fenomena yang dapat dikelaskan kepada dua jenis iaitu bertelatah rawak dan berketentuan. Abarbanel (1996) menyatakan bahawa sistem bertelatah kalut berada di antara berketentuan dan rawak. Istilah *Chaos* (kalut) telah digunakan pertama kali oleh Li dan Yorke (1975). Penemuan telatah kalut pada siri masa oleh Lorenz (1963) telah menjadi penemuan penting dalam proses peramalan daripada pemerhatian berkala terhadap sistem yang ingin diuji. Teknologi ini sudah digunakan secara mendalam dalam bidang sains dan kejuruteraan (Zaim, 2018).

Pendekatan kalut merupakan penemuan penting dalam bidang sains (Zaim, 2018). Pendekatan ini telah digunakan oleh pengkaji dalam meramal fenomena di dalam dan luar negara. Namun, pendekatan ini masih kurang diaplikasikan di negara kita. Antara pengkaji yang telah menggunakan pendekatan kalut bagi meramal sesebuah fenomena adalah seperti Hamid dan Noorani (2013) dalam siri masa ozon, Adenan dan Noorani (2015) dalam siri masa aliran sungai, Hamid dan Noorani (2014) dalam siri masa zarah terampai (PM_{10}), Sapini et al. (2017) dalam data siri masa taburan hujan serta Zaim dan Hamid (2017) dalam peramalan siri masa ozon mengikut monsun. Melalui kajian perpustakaan, kajian hidrologi melibatkan data siri masa aras air dengan menggunakan pendekatan kalut banyak dilakukan di luar negara sahaja seperti di Jadual 1.1.



Jadual 1.1

Senarai kajian aras air di luar negara

Pengkaji	Negara	Aras Air
Khokhlov et al. (2007)	Ukraine	Pantai
Khatibi et al. (2011)	Australia	Pantai
Wang dan Babovic (2014)	Singapura	Pantai
Khatami (2013)	Iran	Tasik
Tongal dan Berndtsson (2014)	Australia	Tasik

Antara kajian di Malaysia yang melibatkan hidrologi dan menggunakan pendekatan kalut adalah kajian oleh Adenan (2015) yang melibatkan data siri masa aliran sungai dan kajian Sapini et al. (2017) yang melibatkan data siri masa taburan hujan. Kajian ini berbeza dengan kajian oleh Adenan (2015) yang melibatkan data siri masa aliran sungai. Aliran sungai merujuk kepada kelajuan air sungai dalam unit m^3s^{-1} (meter kuasa tiga per saat) manakala aras air sungai merupakan ketinggian air sungai dalam unit m (meter). Kajian yang melibatkan aras air sungai dengan menggunakan pendekatan kalut belum pernah dilaksanakan di Malaysia. Mengenal pasti telatah kalut dan peramalan menggunakan pendekatan kalut yang melibatkan data siri masa aras air sungai ini membawa kepada pemodenan sistem peramalan yang membawa kepada pelbagai model peramalan siri masa di dalam dan luar negara. Oleh itu, pengkaji amat tertarik dengan kajian yang telah dilaksanakan oleh kajian sebelum ini dan menjadi pendorong kepada kajian ini untuk menyelidik sejauh mana keberkesanan pendekatan kalut terhadap mengenal pasti kehadiran telatah kalut dan peramalan siri masa aras air sungai di kawasan berkepentingan Malaysia.



Pendekatan kalut berkemampuan menganalisis dan boleh meramal fenomena kompleks dalam jangka pendek (Abarbanel, 1996). Pendekatan ini menjadi penemuan penting bagi meramal sesuatu fenomena. Oleh itu, satu kajian bagi mengenal pasti kehadiran telatah kalut serta meramal data siri masa aras sungai dengan menggunakan pendekatan kalut perlu dilaksanakan bagi membantu pihak bertanggungjawab dalam memberikan amaran awal berkenaan bencana banjir serta mengoptimumkan pengurusan sumber air.

1.3 Objektif

Terdapat tiga objektif kajian iaitu:

- 1.3.1 Mengenal pasti kehadiran telatah kalut pada data siri masa aras air sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia.
- 1.3.2 Meramal data siri masa aras air sungai menggunakan pendekatan kalut di kawasan berkepentingan di Malaysia.
- 1.3.3 Menambahbaik kaedah peramalan purata setempat bagi peramalan data siri masa aras air sungai.

1.4 Persoalan Kajian

Kajian yang melibatkan pendekatan kalut telah lama digunakan di luar negara, namun kajian ini masih baru di Malaysia. Maka beberapa persoalan yang memberikan motivasi terhadap kajian ini adalah:





- 1.4.1 Adakah telatah kalut hadir pada aras air sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia?
- 1.4.2 Adakah pendekatan kalut dapat meramal data siri aras air sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia?
- 1.4.3 Bolehkah penambahbaikan kaedah peramalan purata setempat dapat meramal data siri masa aras sungai dengan lebih cemerlang?

Maka, beberapa persoalan yang disenaraikan ini memberikan hala tuju bagi kajian ini. Oleh itu, fokus utama kajian adalah untuk menentukan kesesuaian aplikasi pendekatan kalut terhadap aras air sungai yang berkepentingan di Malaysia.



1.5 Signifikan Kajian

Signifikan kajian ini adalah pada penggunaan pendekatan kalut untuk mengenal pasti dan meramal data siri masa aras sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia. Terdapat beberapa kawasan berkepentingan digunakan untuk meramal aras air sungai dan secara tidak langsung dapat memberikan maklumat kepada pihak berwajib untuk pengawalan banjir dan pengurusan sumber air. Kawasan berkepentingan perlu diperincikan untuk membantu menyalurkan maklumat aras air sungai kepada pihak bertanggungjawab iaitu (i) aras air di kawasan tadahan sungai yang berbeza ketinggian tanah; dan (ii) aras air sungai di kawasan dataran banjir. Kedua-dua kawasan ini diperincikan mengikut kepentingan dan melihat kepada faktor geografinya.





1.6 Batasan Kajian

Kajian ini tidak melibatkan keseluruhan sungai di Malaysia kerana kajian ini hanya berfokus pada kawasan pantai timur sahaja yang memerlukan kajian yang lebih mendalam terhadap pengurusan sumber air dan banjir. Keperluan mendesak ini diperlukan kerana masalah banjir yang sering berlaku di kawasan yang dikaji (Akhir et al., 2017) dan kawasan ini juga memerlukan pengurusan sumber air yang lebih baik (Razali et al., 2018).

Selain itu, kajian ini dijalankan ke atas siri masa aras air sungai sahaja, tidak ke atas siri masa aliran sungai dan hujan kerana kajian ini telah dijalankan di Malaysia oleh pengkaji lain seperti siri masa aliran sungai oleh Adenan (2015) dan siri masa hujan oleh Sapini et al. (2017). Bacaan aras air sungai dicatatkan oleh tolok aras yang diletakkan di setiap stesen sungai-sungai di Malaysia oleh Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS). Kawasan tumpuan pengkaji telah diperincikan bagi mengenal pasti dan meramal di kawasan berkepentingan di Malaysia. Maka, aras air sungai lebih tertumpu kepada mengenal pasti kehadiran telatah kalut pada data aras air sungai yang telah dikaji. Proses peramalan pula tertumpu kepada peramalan data aras air sungai yang melibatkan data jam dan data harian.

Data-data aras air sungai yang digunakan adalah melibatkan stesen aras air sungai yang terletak di beberapa kawasan berkepentingan di Malaysia. Kawasan berkepentingan yang dicadangkan adalah merujuk kawasan yang memerlukan maklumat aras air sungai bagi pengurusan sumber air dan pengawalan banjir. Semua sungai yang dicadangkan adalah penting bagi proses peramalan untuk pengurusan





sumber air dan pengawalan banjir. Sungai yang dipilih juga adalah bersesuaian dengan kepentingan yang telah diperincikan seperti kawasan berbeza ketinggian tanah iaitu Sungai Pahang (Sungai Jelai dan Sungai Tembeling), kawasan dataran banjir iaitu Sungai Kelantan dan Sungai Dungun. Kawasan tadahan sungai yang berbeza mengikut ketinggian adalah penting untuk dikenal pasti dan diramal bagi dapat menyalurkan maklumat aras sungai bagi tujuan pengurusan sumber air yang optimum serta pengawalan banjir. Sungai-sungai yang dipilih adalah berbeza bagi stesen bacaan aras air sungai kerana faktor perbezaan geografinya. Maka, kawasan aras air sungai ini dipilih dengan merujuk kepada objektif yang telah ditetapkan dan persoalan kajian yang dibincangkan. Keseluruhan data yang terlibat diperoleh daripada JPS.

Matlab R2009b (Matlab, 2009) bersama pakej TSTOOL (Merkwirth et al. 2009)



digunakan untuk membantu dari segi pengiraan untuk mengenal pasti kehadiran telatah kalut dan meramal data siri masa yang terlibat.

1.7 Definisi Operasi

1.7.1 Peramalan

Peramalan merupakan satu proses untuk meramal pada masa akan datang dengan bergantung data pada masa lalu dan masa kini. Kebiasaannya peramalan ini digunakan untuk melihat trend sesuatu isu atau masalah (Hohle & Teigen, 2015). Tetapi, peramalan bagi kajian ini adalah merujuk kepada peramalan satu hari atau jam ke hadapan bagi data siri masa harian dan data siri masa mengikut jam menikut kawasan





yang berkepentingan di Malaysia dan pendekatan peramalan yang dipilih adalah pendekatan kalut.

1.7.2 Data Siri Masa

Menurut Kantz dan Schreiber (2004), data siri masa merupakan satu jujukan secara skala merujuk kepada nilai bagi sesebuah sistem yang bergantung kepada masa. Hal ini membawa kepada sesuatu sistem yang berskala dan teratur mengikut corak dan bentuk sesuatu sistem mengikut siri masa. Di dalam kajian ini, data siri masa adalah merujuk kepada jujukan data yang bergantung kepada masa.



1.7.3 Kawasan Berkepentingan



Menurut Dewan Bahasa dan Pustaka (2005), kawasan adalah tempat yg termasuk dlm sesuatu pemerintahan manakala berkepentingan membawa maksud tempat yang mempunyai kepentingan tersendiri. Dalam kajian ini, kawasan yang berkepentingan ialah kawasan yang memerlukan maklumat aras air sungai bagi pengawalan banjir dan pengurusan sumber air. Kajian ini telah memilih dua kawasan yang berkepentingan tersebut iaitu (i) kawasan tadahan sungai yang berbeza ketinggian tanah dan (ii) kawasan dataran banjir.





1.7.4 Pendekatan Kalut

Pendekatan kalut merupakan kaedah yang telah ditemui oleh Lorenz (1963) yang merupakan salah satu kaedah penting dalam proses peramalan daripada pemerhatian berkala terhadap sistem yang ingin diuji.

1.8 Sumbangan Kajian

1.8.1 Sumbangan Kajian kepada Matematik dan Pendekatan Kalut

Kajian ini adalah kajian baru dijalankan di Malaysia di mana kajian tesis pertama dijalankan oleh Hamid (2015) terhadap data siri masa ozon dan Adenan (2015) terhadap data siri masa aliran sungai. Maka, kajian ini merupakan perkembangan bagi kajian menggunakan pendekatan kalut yang merupakan salah satu kaedah peramalan dalam bidang Matematik. Sumbangan itu merujuk kepada penambahbaikan kaedah peramalan purata setempat hasil peramalan yang lebih jitu dapat dihasilkan.

Kajian ini adalah kajian rintis dalam mengaplikasikan pendekatan kalut ke atas siri masa data aras air sungai di kawasan berkepentingan di Malaysia. Kajian ini mampu memberikan maklumat kepada pihak berkepentingan dalam menyelesaikan atau menambahbaik sistem di kawasan yang diperincikan oleh pengkaji.





1.8.2 Sumbangan Kajian kepada Bidang Hidrologi

Kajian hidrologi di Malaysia menggunakan pendekatan kalut masih baru di Malaysia dan tidak ada lagi kajian yang melibatkan aras air sungai. Maka, kajian ini telah memberikan sumbangan baru terhadap bidang hidrologi.

1.8.3 Sumbangan Kajian kepada Negara Malaysia

Sumbangan kajian kepada Malaysia adalah dapat ditunjukkan di dalam hasil kajian yang dijalankan di kawasan berkepentingan di Malaysia. Sungai Pahang, Sungai Kelantan dan Sungai Dungun merupakan sungai yang dipilih bagi memenuhi kepentingan yang telah ditetapkan oleh pengkaji iaitu :

- i. Mengoptimumkan pengurusan sumber air dan pengawalan bencana banjir.
- ii. Kaedah pendekatan kalut untuk mengenal pasti kehadiran telatah kalut dan peramalan aras air sungai dapat dicadangkan.
- iii. Kajian ini dapat membantu pihak berwajib untuk menguruskan sumber air supaya lebih optimum dan pengawalan banjir dengan menggunakan kaedah yang dicadangkan dalam kajian ini.

