



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

PEMBINAAN MODEL PERAMALAN SIRI MASA SUHU DI MALAYSIA MELALUI PENDEKATAN KALUT

MUNIRAH BINTI BAHARI



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2021



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

**PEMBINAAN MODEL PERAMALAN SIRI MASA SUHU DI MALAYSIA
MELALUI PENDEKATAN KALUT**

MUNIRAH BINTI BAHARI

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

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

2021



Sila tanda (✓)

Kertas Projek

Sarjana Penyelidikan

Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus

Doktor Falsafah

✓

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada⁰³.....(hari bulan).....⁰⁵..... (bulan) 20²¹.....

i. Perakuan pelajar :

Saya, Munirah Binti Bahari, M20162002196, Fakulti Sains dan Matematik (SILA NYATAKAN NAMA PELAJAR, NO. MATRIK DAN FAKULTI) dengan ini mengaku bahawa disertasi/tesis yang bertajuk

Pembinaan Model Peramalan Siri Masa Suhu di Malaysia Melalui 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 sejelasnya dan secukupnya

Tandatangan pelajar

ii. Perakuan Penyelia:

Saya, Dr. Nor Zila Binti Abd Hamid (NAMA PENYELIA) dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk

Pembinaan Model Peramalan Siri Masa Suhu di Malaysia Melalui 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 (Matematik Gunaan) (SILA NYATAKAN NAMA IJAZAH).

03-05-2021

Tarikh

Tandatangan Penyelia



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

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

Tajuk / Title: Pembinaan Model Peramalan Siri Masa Suhu di Malaysia Melalui
Pendekatan Kalut

No. Matrik / *Matric's No.*: M20162002196

Saya / I : Munirah Binti Bahari

(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)

(Tandatangan Penyelia / Signature of Supervisor)
& (Nama & Cap Rasmi / Name & Official Stamp)
DR. NOR ZILKHA HAMID
Senior Lecturer
Department of Social Sciences
Faculty of Social Sciences
Universiti Pendidikan Sultan Idris
35900 Tanjung Malim Perak

Tarikh: 03-05-2021

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 ke hadrat Ilahi di atas rahmat dan limpah kurnia yang telah memberikan kesihatan yang baik, kekuatan fizikal dan kematangan fikiran agar saya dapat menyiapkan tesis ini dengan jayanya.

Melalui ruangan ini, saya ingin menzahirkan rasa terima kasih kepada bonda dan ayahanda iaitu Puan Siti Zubaidah Mohd Yusof dan Encik Bahari Ahmad kerana telah banyak berkorban segalanya untuk saya memperoleh kehidupan dan pendidikan yang sempurna. Kepada suami tercinta Arif Imran Nordin dan anak-anak yang dikasihi Arisya maisarah dan Athiya Madihah yang merupakan tulang belakang saya, terima kasih kerana sentiasa ada bersama. Tanpa mereka semua, tidak mampu untuk saya capai setinggi ini. Terima kasih semua!

Saya turut ingin merakamkan penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada satu-satunya penyelia saya Dr. Nor Zila Abd Hamid yang sanggup mengorbankan masa dan tenaga untuk membimbing saya sehingga saya berjaya melaksanakan dan menyiapkan kajian ini dengan jayanya. Terima kasih Dr!

Saya juga merakamkan setinggi-tinggi terima kasih kepada pihak Universiti Pendidikan Sultan Idris serta Fakulti Sains dan Matematik kerana memberi peluang dan kemudahan sepanjang saya menjalankan penyelidikan ini. Ucapan terima kasih ini juga dirakamkan kepada Jabatan Alam Sekitar Malaysia kerana memberikan data siri masa yang saya perlukan.



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan membina model peramalan siri masa suhu di Malaysia yang diceraip mengikut jam di Pulau Pinang, Johor, Melaka, Pahang, Perak dan Selangor menggunakan pendekatan kalut. Secara spesifik, objektif utama kajian adalah untuk mengesan kehadiran dinamik kalut, meramal siri masa suhu dan mengenal pasti pengaruh bilangan data terhadap prestasi peramalan. Kaedah Cao dan plot ruang fasa digunakan dalam mengesan kehadiran dinamik kalut. Dua langkah terlibat dalam meramal suhu iaitu pembinaan semula ruang fasa dan proses peramalan. Sebelum melakukan peramalan, dua parameter perlu ditentukan iaitu masa tunda, τ dan matra pembenaman, m . Parameter τ ditentukan melalui kaedah purata maklumat bersama dan penetapan $\tau = 1$. Parameter m dikira berdasarkan nilai $E1(m)$ daripada kaedah Cao. Tiga kaedah digunakan untuk pembinaan model peramalan iaitu kaedah penghampiran purata setempat, kaedah penghampiran linear setempat dan kaedah penambahbaikan penghampiran linear setempat. Bilangan data siri masa divariasikan untuk mengenal pasti pengaruh bilangan data terhadap prestasi peramalan. Melalui kaedah Cao dan plot ruang fasa, keputusan menunjukkan kehadiran dinamik kalut dalam siri masa yang dikaji. Keputusan peramalan adalah cemerlang dengan nilai pekali kolerasi (pk) menghampiri satu dan peramalan melalui model kalut adalah lebih baik berbanding model tradisional regresi linear. Seterusnya, bilangan data tidak mempengaruhi nilai pk peramalan. Secara kesimpulan, pendekatan kalut dapat diaplikasikan ke atas siri masa suhu di Malaysia. Implikasinya, adalah diharapkan kajian ini dapat membantu Jabatan Meteorologi Malaysia dan Jabatan Alam Sekitar dalam pengurusan peramalan perubahan suhu yang lebih baik di Malaysia.

DEVELOPMENT OF MALAYSIAN TEMPERATURE TIME SERIES PREDICTION MODEL THROUGH CHAOTIC APPROACH

ABSTRACT

This study aims to develop prediction model of Malaysian hourly temperature time series in Penang, Johor, Malacca, Pahang, Perak and Selangor using chaotic approach. Specifically, the main research objectives are to detect the presence of chaotic dynamics, predict the temperature time series and identify the influence of the number of data towards prediction performance. Cao method and phase space plot are used to detect the presence of chaotic dynamics. Two steps involved in predicting temperature namely phase space reconstruction and prediction process. Before prediction, two parameters need to be determined namely delay time, τ and embedding dimension, m . The τ parameter is determined through average mutual information method and setting of $\tau = 1$. The m parameter is calculated based on $E1(m)$ value from Cao method. Three methods are used for the development of prediction model namely local mean approximation method, local linear approximation method and improved local linear approximation method. The numbers of time series data are varied to identify the influence of the number of data towards prediction performance. Through the Cao method and phase space plot, results show that the chaotic dynamics presence in the observed time series. Prediction results are excellent with correlation coefficient (cc) values near to one and prediction through chaotic model is better than the traditional model of linear regression. Next, the number of data is not influencing the value of prediction's cc . In conclusion, the chaotic approach can be applied to Malaysian temperature time series. In implication, it is hoped that this research can help Malaysian Meteorological Department and Department of Environment in managing a better prediction of temperature changes in Malaysia.

KANDUNGAN

MUKA SURAT

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xvii
SENARAI RAJAH	xxii
SENARAI SINGKATAN	xxx

BAB 1	PENDAHULUAN	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Kajian	1
1.3	Penyataan Masalah	3
1.4	Objektif Kajian	5
1.5	Persoalan Kajian	6
1.6	Signifikan Kajian	6
1.7	Batasan Kajian	7
1.8	Kerangka Tesis	9
1.9	Rumusan	10

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	11
2.2	Aplikasi Pendekatan Kalut	11
2.3	Kepentingan Pemodelan Siri Masa Suhu	13
2.4	Pemodelan Melalui Pendekatan Kalut Ke Atas Siri Masa Suhu	16
2.4.1	Pengesanan Kehadiran Dinamik Kalut	16
2.4.2	Pembinaan Model Peramalan Siri Masa Suhu	18
2.5	Pengaruh Bilangan Data Terhadap Prestasi Peramalan Siri Masa Suhu	20
2.6	Rumusan	21

BAB 3 KAEDAH KAJIAN

3.1	Pengenalan	22
3.2	Data Siri Masa Suhu	22
3.2.1	Isu Bilangan Data Siri Masa	31
3.2.2	Isu Data Siri Masa Lenyap	32
3.3	Pendekatan Kalut	33
3.3.1	Pembinaan Semula Ruang fasa	34
3.3.1.1	Penentuan Parameter τ	36
3.3.1.2	Penentuan Parameter m	38
3.3.1.3	Mengenal Pasti Kehadiran Dinamik Kalut	39
3.4	Pembinaan Model Peramalan	41
3.4.1	Asas Peramalan	41
3.4.2	Model Berasaskan Pendekatan Kalut	41

3.4.3	Proses Peramalan Berasaskan Pendekatan Kalut	45
3.4.3.1	Kaedah Penghampiran Purata Setempat	45
3.4.3.2	Kaedah Penghampiran Linear Setempat	47
3.4.3.3	Kaedah Penambahbaikan Penghampiran Linear Setempat	49
3.5	Kehadiran NaN	51
3.6	Pengaruh Bilangan Data Terhadap Prestasi Peramalan Siri Masa Suhu	52
3.7	Model Tradisional Regresi Linear	53
3.8	Petunjuk Prestasi	54
3.9	Perisian Komputer	56
3.10	Rumusan	57

BAB 4 DAPATAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Pengenalan	58
4.2	Pemodelan Kalut Siri Masa Suhu di Pulau Pinang	59
4.2.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Suhu di Pulau Pinang	59
4.2.1.1	Kaedah purata maklumat bersama (pmb)	59
4.2.1.2	Kaedah Cao	62
4.2.1.3	Gabungan parameter ruang fasa Pulau Pinang	62
4.2.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Suhu di Pulau Pinang	62
4.2.2.1	Kaedah Cao	62
4.2.2.2	Plot ruang fasa	64

4.2.2.3	Model peramalan bagi siri masa suhu di Pulau Pinang	65
4.2.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Suhu di Pulau Pinang	66
4.2.3.1	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pulau Pinang pada bulan Januari hingga Jun 2014	67
4.2.3.2	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pulau Pinang pada bulan Julai hingga Disember 2014	71
4.2.3.3	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pulau Pinang pada bulan Januari hingga Jun 2015	75
4.2.3.4	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pulau Pinang pada bulan Julai hingga Disember 2015	79
4.3	Pemodelan Kalut Siri Masa Suhu di Johor	83
4.3.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Suhu di Johor	83
4.3.1.1	Kaedah purata maklumat bersama (pmb)	83
4.3.1.2	Kaedah Cao	84
4.3.1.3	Gabungan parameter ruang fasa Johor	86
4.3.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Suhu di Johor	87
4.3.2.1	Kaedah Cao	87
4.3.2.2	Plot ruang fasa	88

4.3.2.3 Model peramalan bagi siri masa suhu di Johor	89
4.3.3 Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Suhu di Johor	90
4.3.3.1 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Johor pada bulan Januari hingga Jun 2014	90
4.3.3.2 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Johor pada bulan Julai hingga Disember 2014	95
4.3.3.3 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Johor pada bulan Januari hingga Jun 2015	99
4.3.3.4 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Johor pada bulan Julai hingga Disember 2015	103
4.4 Pemodelan Kalut Siri Masa Suhu di Melaka	107
4.4.1 Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Suhu di Melaka	107
4.4.1.1 Kaedah purata maklumat bersama (pmb)	107
4.4.1.2 Kaedah Cao	108
4.4.1.3 Gabungan parameter ruang fasa Melaka	110
4.4.2 Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Suhu di Melaka	110
4.4.2.1 Kaedah Cao	110
4.4.2.2 Plot ruang fasa	111
4.4.2.3 Model peramalan bagi siri masa suhu di Melaka	113

4.4.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Suhu di Melaka	113
4.4.3.1	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Melaka pada bulan Januari hingga Jun 2014	114
4.4.3.2	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Melaka pada bulan Julai hingga Disember 2014	118
4.4.3.3	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Melaka pada bulan Januari hingga Jun 2015	122
4.4.3.4	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Melaka pada bulan Julai hingga Disember 2015	126
4.5	Pemodelan Kalut Siri Masa Suhu di Pahang	130
4.5.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Suhu di Pahang	130
4.5.1.1	Kaedah purata maklumat bersama (pmb)	130
4.5.1.2	Kaedah Cao	131
4.5.1.3	Gabungan parameter ruang fasa Pahang	132
4.5.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Suhu di Pahang	133
4.5.2.1	Kaedah Cao	133
4.5.2.2	Plot ruang fasa	134
4.5.2.3	Model peramalan bagi siri masa suhu di Pahang	136

4.5.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Suhu di Pahang	136
4.5.3.1	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pahang pada bulan Januari hingga Jun 2014	137
4.5.3.2	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pahang pada bulan Julai hingga Disember 2014	141
4.5.3.3	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pahang pada bulan Januari hingga Jun 2015	145
4.5.3.4	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Pahang pada bulan Julai hingga Disember 2015	149
4.6	Pemodelan Kalut Siri Masa Suhu di Perak	153
4.6.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Suhu di Perak	153
4.6.1.1	Kaedah purata maklumat bersama (pmb)	153
4.6.1.2	Kaedah Cao	154
4.6.1.3	Gabungan parameter ruang fasa Perak	155
4.6.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Suhu di Perak	156
4.6.2.1	Kaedah Cao	156
4.6.2.2	Plot ruang fasa	157
4.6.2.3	Model peramalan bagi siri masa suhu di Perak	159

4.6.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Suhu di Perak	159
4.6.3.1	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Perak pada bulan Januari hingga Jun 2014	159
4.6.3.2	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Perak pada bulan Januari hingga Jun 2015	164
4.6.3.3	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu di Perak pada bulan Julai hingga Disember 2015	168
4.7	Pemodelan Kalut Siri Masa Suhu di Selangor	172
4.7.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Suhu di Selangor	172
4.7.1.1	Kaedah purata maklumat bersama (pmb)	172
4.7.1.2	Kaedah Cao	173
4.7.1.3	Gabungan parameter ruang fasa Selangor	175
4.7.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Suhu di Selangor	175
4.7.2.1	Kaedah Cao	175
4.7.2.2	Plot ruang fasa	176
4.7.2.3	Model peramalan bagi siri masa suhu di Selangor	178
4.7.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Suhu di Selangor	178
4.7.3.1	Keputusan peramalan bagi siri masa suhu	179

di Selangor pada bulan Januari hingga
Jun 2014

4.7.3.2 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu 183

di Selangor pada bulan Julai hingga
Disember 2014

4.7.3.3 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu 187

di Selangor pada bulan Januari hingga
Jun 2015

4.7.3.4 Keputusan peramalan bagi siri masa suhu 191

di Selangor pada bulan Julai hingga
Disember 2015

4.8 Keputusan Prestasi Peramalan Menggunakan Variasi 195
Data Siri Masa Latihan

4.9 Perbandingan Model Peramalan Kalut Siri Masa Suhu 199
Siri Masa Suhu dengan Model Tradisional

4.10 Rumusan 207

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN LANJUTAN

5.1 Pengenalan 208

5.2 Jawapan kepada Persoalan - Persoalan Kajian 208

5.3 Sumbangan Kajian 212

5.3.1 Sumbangan Kajian kepada Jabatan Meteorologi 212
dan Jabatan Alam Sekitar Malaysia

5.3.2 Sumbangan Kajian kepada Pemodelan Siri 213
Masa Suhu

5.3.3 Sumbangan Kajian kepada Negara Malaysia 213

5.4	Cadangan Kajian Lanjutan	214
5.4.1	Pengesanan Kehadiran Dinamik Kalut	214
5.4.2	Kaedah-Kaedah Bagi Mencari Parameter τ dan m	214
5.4.3	Kepelbagaian Data dan Lokasi Siri Masa	215

RUJUKAN	216
----------------	-----



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Stesen-stesen cerapan suhu	8
2.1 Aplikasi-aplikasi terkini pendekatan kalut	12
2.2 Peringkat gelombang haba	14
2.3 Aplikasi kaedah Cao dan plot ruang fasa dalam kajian-kajian lepas	17
3.1 Data siri masa suhu yang dicerap	24
3.2 Bilangan data siri masa lenyap pada tahun 2014 dan 2015	33
3.3 Kaedah kuasa dua terkecil untuk mencari parameter A dan B	48
3.4 Proses tambahan bagi kppls	51
3.5 Ukuran prestasi peramalan	56
4.1 Kombinasi parameter ruang fasa di Pulau Pinang	62
4.2 Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di Pulau Pinang	66
4.3 Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2014	70
4.4 Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2014	70
4.5 Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2014	74
4.6 Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2014	74
4.7 Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2015	78
4.8 Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2015	78
4.9 Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2015	82





4.10	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2015	82
4.11	Kombinasi parameter ruang fasa di Johor	86
4.12	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di Johor	90
4.13	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2014	94
4.14	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2014	94
4.15	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2014	98
4.16	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2014	98
4.17	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2015	102
4.18	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2015	102
4.19	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2015	106
4.20	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2015	106
4.21	Kombinasi parameter ruang fasa di Melaka	110
4.22	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di Melaka	113
4.23	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 2014	117
4.24	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 2014	117
4.25	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 2014	121
4.26	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 2014	121
4.27	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 2015	125





4.28	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 2015	125
4.29	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 2015	129
4.30	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 2015	129
4.31	Kombinasi parameter ruang fasa di Pahang	133
4.32	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di Pahang	136
4.33	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2014	140
4.34	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2014	140
4.35	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2014	144
4.36	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2014	144
4.37	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2015	148
4.38	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2015	148
4.39	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2015	152
4.40	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2015	152
4.41	Kombinasi parameter ruang fasa di Perak	156
4.42	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di Perak	159
4.43	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2014	163
4.44	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2014	163
4.45	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2015	167





4.46	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2015	167
4.47	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian kedua 2015	171
4.48	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Perak pada bahagian kedua 2015	171
4.49	Kombinasi parameter ruang fasa di Selangor	175
4.50	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di Selangor	178
4.51	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu Selangor pada bahagian pertama 2014	182
4.52	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Selangor pada bahagian pertama 2014	182
4.53	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu Selangor pada bahagian kedua 2014	186
4.54	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Selangor pada bahagian kedua 2014	186
4.55	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu Selangor pada bahagian pertama 2015	190
4.56	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Selangor pada bahagian pertama 2015	190
4.57	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan suhu Selangor pada bahagian kedua 2015	194
4.58	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan suhu di Selangor pada bahagian kedua 2015	194
4.59	Keputusan pk dengan menggunakan variasi data siri masa latihan pada bahagian pertama 2014	197
4.60	Keputusan pk dengan menggunakan variasi data siri masa latihan pada bahagian kedua 2014	197
4.61	Keputusan pk dengan menggunakan variasi data siri masa latihan pada bahagian pertama 2015	198
4.62	Keputusan pk dengan menggunakan variasi data siri masa latihan pada bahagian kedua 2015	199
4.63	Perbandingan model peramalan siri masa suhu di Pulau Pinang	204



4.64	Perbandingan model peramalan siri masa suhu di Johor	205
4.65	Perbandingan model peramalan siri masa suhu di Melaka	205
4.66	Perbandingan model peramalan siri masa suhu di Pahang	206
4.67	Perbandingan model peramalan siri masa suhu di Perak	206
4.68	Perbandingan model peramalan siri masa suhu di Selangor	207



SENARAI RAJAH

No. Jadual	Muka Surat
1 Peta Malaysia	8
3.1 Siri masa suhu di Pulau Pinang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	25
3.2 Siri masa suhu di Johor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	26
3.3 Siri masa suhu di Melaka (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	26
3.4 Siri masa suhu di Pahang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	28
3.5 Siri masa suhu di Perak (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian pertama 2015 (c) Bahagian kedua 2015	29
3.6 Siri masa suhu di Selangor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	30
3.7 Carta model peramalan kalut	57
4.1 Keputusan pmb bagi siri masa suhu di Pulau Pinang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	60
4.2 Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ di Pulau Pinang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	61
4.3 Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} di Pulau Pinang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	64
4.4 Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$	65
4.5 Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$	65





4.6	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 8$	65
4.7	Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$	65
4.8	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	68
4.9	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,4)	69
4.10	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	72
4.11	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,5)	73
4.12	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	76
4.13	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (8,5)	77
4.14	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	80
4.15	Keputusan peramalan suhu di Pulau Pinang pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,5)	81
4.16	Keputusan pmb bagi siri masa suhu di Johor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	84
4.17	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ di Johor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	85
4.18	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} di Johor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c)	86





Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015

- | | | |
|------|--|-----|
| 4.19 | Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$ | 88 |
| 4.20 | Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$ | 88 |
| 4.21 | Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$ | 89 |
| 4.22 | Plot ruang fasa pada bulan bahagian kedua 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$ | 89 |
| 4.23 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5) | 92 |
| 4.24 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,4) | 93 |
| 4.25 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps dan (b) kpls dengan menggunakan parameter (1,5) | 96 |
| 4.26 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,5) | 97 |
| 4.27 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,4) | 100 |
| 4.28 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,4) | 101 |
| 4.29 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5) | 104 |
| 4.30 | Keputusan peramalan suhu di Johor pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,5) | 105 |
| 4.31 | Keputusan pmb bagi siri masa suhu di Melaka (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama | 108 |





2015 (d) Bahagian kedua 2015

- 4.32 Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ di Melaka 109
(a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c)
Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015
- 4.33 Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} di Melaka 109
(a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c)
Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015
- 4.34 Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2014 (a) $\tau = 1$, (b) 112
 $\tau_{pmb} = 7$
- 4.35 Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2014 (a) $\tau = 1$, (b) 112
 $\tau_{pmb} = 6$
- 4.36 Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2015 (a) $\tau = 1$, (b) 112
 $\tau_{pmb} = 7$
- 4.37 Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2015 (a) $\tau = 1$, (b) 112
 $\tau_{pmb} = 6$
- 4.38 Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 115
2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (1,5)
- 4.39 Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 116
2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (7,5)
- 4.40 Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 119
2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (1,5)
- 4.41 Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 120
2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (6,4)
- 4.42 Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian pertama 123
2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (1,5)
- 4.43 Keputusan peramalan suhu di Melaka bahagian pertama 2015 124
melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (7,5)
- 4.44 Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 127
2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan
menggunakan parameter (1,5)



4.45	Keputusan peramalan suhu di Melaka pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,5)	128
4.46	Keputusan pmb bagi siri masa suhu di Pahang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	131
4.47	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ di Pahang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	132
4.48	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} di Pahang (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	132
4.49	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$	135
4.50	Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$	135
4.51	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 9$	135
4.52	Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 8$	135
4.53	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,4)	138
4.54	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,5)	139
4.55	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	142
4.56	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,5)	143
4.57	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,4)	146



4.58	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (9,5)	147
4.59	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	150
4.60	Keputusan peramalan suhu di Pahang pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (8,6)	151
4.61	Keputusan pmb bagi siri masa suhu di Perak (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian pertama 2015 (c) Bahagian kedua 2015	154
4.62	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ di Perak Perak (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian pertama 2015 (c) Bahagian kedua 2015	155
4.63	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} di Perak (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian pertama 2015 (c) Bahagian kedua 2015	155
4.64	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$	158
4.65	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$	158
4.66	Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$	158
4.67	Keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	161
4.68	Keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,5)	162
4.69	Keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	165
4.70	Keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,4)	166



4.71	Keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	169
4.72	Keputusan peramalan suhu di Perak pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,7)	170
4.73	Keputusan pmb bagi siri masa suhu di Selangor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	173
4.74	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ di Selangor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	174
4.75	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} di Selangor (a) Bahagian pertama 2014 (b) Bahagian kedua 2014 (c) Bahagian pertama 2015 (d) Bahagian kedua 2015	174
4.76	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$	177
4.77	Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2014 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 6$	177
4.78	Plot ruang fasa pada bahagian pertama 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 5$	177
4.79	Plot ruang fasa pada bahagian kedua 2015 (a) $\tau = 1$, (b) $\tau_{pmb} = 7$	178
4.80	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	180
4.81	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian pertama 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,5)	181
4.82	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bulan Julai – Disember 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	184
4.83	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian kedua 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (6,5)	185

4.84	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	188
4.85	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian pertama 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (5,5)	189
4.86	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (1,5)	192
4.87	Keputusan peramalan suhu di Selangor pada bahagian kedua 2015 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kppls dengan menggunakan parameter (7,6)	193

SENARAI SINGKATAN

m	Matra Pembenaman
τ	Masa Tunda
$E1(m)$	Parameter Kaedah Cao
$E2(m)$	Parameter Kaedah Cao
pmb	Purata Maklumat Bersama
τ_{pmb}	τ dari kaedah pmb
m_{cao}	m dari kaedah cao
$I(T)$	Parameter Kaedah pmb
pk	Pekali Kolerasi
$rppkd$	Ralat Punca Purata Kuasa Dua
prm	Purata Ralat Mutlak
O_3	Ozon
PM_{10}	Zarah Terampai
k	Bilangan Jiran Terdekat
TSTOOL	<i>Times Series Tool</i> (nama perisian)
kpps	Kaedah Penghampiran Purata Setempat
kpls	Kaedah Penghampiran Linear Setempat
kppls	Kaedah Penambahbaikan Penghampiran Linear Setempat
MetMalaysia	Jabatan Meteorologi Malaysia
JAS	Jabatan Alam Sekitar

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Bab ini membincangkan mengenai latar belakang kajian, pernyataan masalah dan objektif kajian. Dalam bab ini juga turut dibincangkan tentang signifikan kajian, batasan kajian, persoalan kajian, sumbangan kajian dan kerangka tesis yang merupakan ringkasan Bab 1 hingga 5.

1.2 Latar Belakang Kajian

Manusia perlu memahami sesuatu keadaan jika mahu meramal sesuatu keadaan dan keadaan-keadaan lain di sekelilingnya. Matematik sebagai bahasa sains mampu

memainkan peranan penting dalam penelitian setiap keadaan. Menurut Nooraini (2012), sistem dinamik merupakan sebuah alat matematik yang digunakan untuk memahami sesuatu keadaan. Menurut Velickov (2004), sistem adalah ringkasan tentang set peraturan yang dipatuhi sesebuah keadaan. Dinamik pula merujuk kepada keadaan yang berubah dari semasa ke semasa. Dinamik sesebuah keadaan boleh dikelaskan kepada dua jenis iaitu rawak dan berketentuan. Rawak merupakan dinamik bagi keadaan yang tidak boleh diramal. Manakala berketentuan pula merupakan dinamik bagi keadaan yang dapat dilihat bergerak dari titik awal dan melalui trajektorinya. Maka, keadaan yang berketentuan boleh diramal. Menurut Abarbanel (1996), dinamik kalut adalah berada di antara berketentuan dan rawak. Sesebuah keadaan kelihatan rawak dengan kehadiran dinamik kalut. Namun, keadaan ini mempunyai set peraturan yang membolehkan peramalan dijalankan. Dalam erti kata lain, dinamik kalut adalah kerawakan yang teratur. Data yang berdinamik kalut juga peka terhadap syarat awal. Jika terdapat sedikit perubahan pada syarat awal, ianya akan memberi impak yang besar pada masa hadapan. Maka, hanya peramalan jangka masa pendek dibenarkan bagi pendekatan kalut (Abarbanel, 1996).

Menurut Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia), perubahan suhu yang tidak menentu merupakan antara faktor yang menyumbang kepada pemanasan global. Oleh itu, peramalan suhu diperlukan bagi membantu pihak yang bertanggungjawab agar siap siaga dalam menghadapi perubahan suhu dengan menggunakan pendekatan kalut. Pendekatan kalut mampu menganalisis dan boleh meramal sesuatu keadaan dalam masa jangka pendek. Di Malaysia, pendekatan kalut ini pernah digunakan oleh Ali dan Hamid (2019) ke atas siri masa paras laut dan nilai pekali kolerasi(pk) yang diperoleh adalah 0.8790. Hamid et al., (2017) pula mengaplikasikan pendekatan kalut

ke atas siri masa ozon (O_3) dan memperoleh nilai pk 0.9159. Manakala, Adenan et al., (2017) pula mengaplikasikan pendekatan kalut ke atas siri masa aliran sungai dan memperoleh nilai pk 0.9159. Menurut kajian oleh Schober et al., (2018), nilai pk 0.70 hingga 1.00 menunjukkan kolerasi yang tinggi. Kolerasi yang tinggi menunjukkan peramalan adalah cemerlang. Pendekatan kalut ini telah membawa kejayaan dalam pemodelan pelbagai siri masa dan disebabkan kejayaan itu, aplikasi pendekatan kalut perlu diaplikasi dengan lebih meluas di Malaysia. Namun, pendekatan kalut ini belum pernah diaplikasi ke atas siri masa suhu. Ini merupakan satu motivasi kepada pengkaji untuk mengkaji sejauh mana keberkesanan pendekatan kalut terhadap siri masa suhu.

Pemodelan kalut terdiri daripada dua langkah. Pertama, proses pembinaan semula ruang fasa. Proses ini melibatkan transformasi siri masa yang dicerap dalam bentuk skalar kepada vektor ruang fasa m -matra. Vektor ini akan diuji melalui beberapa kaedah untuk mengesan dinamik kalut hadir dalam siri masa. Langkah kedua adalah peramalan. Tiga kaedah yang akan digunakan iaitu kaedah penghampiran purata setempat (kpps), kaedah penghampiran linear setempat (kpls) dan kaedah penambahbaikan penghampiran linear setempat (kppls) untuk meramal siri masa suhu.

1.3 Penyataan Masalah

Pemanasan global ialah keadaan alam sekitar yang mengalami peningkatan suhu yang tinggi berbanding dengan suhu normal. Keadaan ini berlaku disebabkan oleh aktiviti yang dilakukan oleh manusia sendiri seperti pelepasan asap kenderaan, aktiviti

perindustrian, pembakaran terbuka, penebangan dan penerokaan hutan untuk aktiviti pembangunan dan lain-lain (Ibrahim, Sahlan dan Singh 2016). Disebabkan faktor-faktor ini terjadinya pembebasan gas-gas yang berbahaya secara tidak terkawal dan telah menyebabkan penipisan ozon, jerebu, kesan rumah hijau, pulau haba, hujan asid, kejadian kemarau dan pulau haba. Fenomena ini akan menyebabkan kehidupan harian manusia terjejas dan terbatas kerana perubahan cuaca yang tidak menentu. Maka, pembinaan model peramalan ke atas siri masa suhu adalah amat penting bagi membantu manusia merancang jadual harian mereka.

Perubahan suhu yang terlalu ekstrem juga akan mendatangkan kesan buruk ke atas kesihatan manusia tidak kira umur. Kawasan seperti di Cape Town, Durban dan Johannesburg, Afrika Selatan mencatatkan peratusan kematian setiap tahun meningkat disebabkan perubahan suhu (Wichmann, 2017). Perubahan suhu juga boleh menyebabkan kanak-kanak mudah dijangkiti penyakit paru-paru berair (Zeng et al., 2017). Manakala Chen et al., (2017) telah melaporkan bahawa perubahan suhu yang ekstrem meningkatkan kadar kematian disebabkan pelbagai penyakit pernafasan dan kardiovaskular. Selain itu, menurut kajian Thinh et al., (2017) dan Pau et al., (2013), perubahan suhu telah menjejaskan sektor pertanian dan secara tidak langsung perubahan suhu juga telah mempengaruhi ekonomi negara (Tol, 2018). Oleh itu, peramalan ke atas siri masa suhu ini adalah amat penting bagi membantu pihak yang bertanggungjawab agar siap siaga dalam menghadapi perubahan suhu.

Kajian ini dijalankan bagi menganalisis dan meramal siri masa suhu dengan menggunakan pendekatan kalut. Sepanjang pengetahuan pengkaji, kajian ini merupakan kajian pertama yang membawa pendekatan kalut untuk menganalisis dan

meramal siri masa suhu di Malaysia. Oleh itu, kajian ini sangat penting untuk melihat dan menguji keberkesanan pendekatan kalut terhadap siri masa suhu.

1.4 Objektif Kajian

Terdapat empat objektif kajian iaitu:

- i. Mengesan kehadiran dinamik kalut dalam siri masa suhu di Malaysia.
- ii. Meramal siri masa suhu di Malaysia dengan menggunakan model kalut.
- iii. Mengenal pasti pengaruh bilangan data terhadap prestasi peramalan siri masa suhu.
- iv. Membandingkan prestasi model peramalan kalut siri masa suhu dengan model

Bagi objektif pertama, untuk mengesan kehadiran dinamik kalut dalam siri masa suhu di Malaysia, kaedah Cao dan plot ruang fasa adalah digunakan. Manakala, untuk objektif kedua pula, tiga model peramalan digunakan iaitu kaedah penghampiran purata setempat (kpps), kaedah penghampiran linear setempat (kpls) dan kaedah penambahbaikan penghampiran linear setempat (kppls). Bagi objektif ketiga, ianya dilakukan kerana didapati bahawa untuk model kalut tiada kaedah khas yang boleh digunakan untuk menentukan bilangan data yang cukup. Untuk peramalan model sebelum ini kaedah cuba dan jaya digunakan. Dalam kajian ini, bagi objektif ketiga, bilangan data siri masa latihan divariasikan mengikut peratus. Bagi setiap data tersebut nilai pekali korelasi (pk) dikira. Kemudian, analisis dibuat bagi mengenal pasti pengaruh bilangan data terhadap prestasi peramalan siri masa suhu. Jadi satu

hipotesis telah dibina berdasarkan objektif ini iaitu **“semakin banyak bilangan data semakin tinggi pekali korelasi”**. Bagi objektif keempat pula, model-model peramalan kalut yang terbaik di keenam-enam buah negeri akan dibandingkan dengan model tradisional regresi linear.

1.5 Persoalan Kajian

Terdapat empat persoalan kajian iaitu:

- i. Adakah dinamik kalut hadir dalam siri masa suhu di Malaysia?
- ii. Adakah peramalan siri masa suhu di Malaysia boleh dijalankan dengan menggunakan model kalut?
- iii. Adakah bilangan data mempengaruhi prestasi peramalan siri masa suhu?
- iv. Adakah prestasi model peramalan kalut siri masa suhu lebih bagus berbanding model tradisional regresi linear?

1.6 Signifikan Kajian

Oleh kerana pendekatan kalut telah berjaya dijalankan ke atas pelbagai siri masa seperti siri masa paras laut oleh Ali dan Hamid (2019), siri masa o_3 oleh Hamid et al., (2017) dan siri masa aliran sungai dijalankan oleh Adenan et al., (2017) maka kajian ini adalah signifikan untuk dijalankan menggunakan pendekatan kalut. Kajian ini juga signifikan dijalankan ke atas siri masa suhu kerana perubahan suhu boleh menyumbang kepada pelbagai faktor seperti penyakit berbahaya yang boleh



membawa kepada kematian. Selain itu, pertanian dan ekonomi negara juga turut terjejas akibat daripada perubahan suhu. Maka, analisis dan peramalan ini dapat membantu pihak bertanggungjawab supaya siap siaga dalam menghadapi perubahan suhu.

1.7 Batasan Kajian

Kajian ini berfokus kepada siri masa suhu. Siri masa suhu yang dikaji adalah diperhatikan mengikut jam dan direkod dalam unit °C. Kajian ini bermula pada tahun 2017. Oleh kerana data siri masa yang terkini pada masa permulaan kajian adalah tahun 2015, maka siri masa suhu yang dipilih adalah tahun 2014 dan 2015. Negara Malaysia dibahagikan kepada dua bahagian iaitu bahagian Semenanjung serta bahagian Sabah dan Sarawak. Semenanjung terdiri daripada empat Zon iaitu Zon Utara, Zon Tengah, Zon Selatan dan Zon Timur. Zon Utara terdiri daripada empat negeri iaitu Perlis, Kedah, Pulau Pinang dan Perak. Seterusnya, Zon Selatan terdiri daripada negeri Johor, Melaka dan Negeri Sembilan. Zon Tengah pula terdiri daripada negeri Kuala Lumpur dan Selangor. Manakala, Zon Timur terdiri daripada tiga negeri iaitu Pahang, Kelantan dan Terengganu (rujuk Rajah 1). Dalam kajian ini hanya difokuskan kepada enam negeri sahaja. Ini disebabkan kerana tidak semua data siri masa dari setiap negeri dapat diperolehi daripada Jabatan Alam Sekitar. Namun begitu, negeri yang terlibat mewakili setiap zon di seluruh Malaysia adalah Pulau Pinang dan Perak mewakili Zon Utara. Manakala, Zon Selatan terdiri daripada Johor dan Melaka. Seterusnya, Pahang mewakili Zon Timur dan Zon Tengah terdiri daripada Selangor.



Data-data siri masa suhu yang digunakan adalah dicerap di enam buah stesen seperti dalam Jadual 1.1.



Rajah 1. Peta Malaysia

Jadual 1.1

Stesen-stesen cerapan suhu

Zon	Stesen
Zon utara	- Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang - Tanjung Malim, Perak
Zon selatan	- Sekolah Menengah Agama Bandar Penawar, Kota Tinggi, Johor - Sekolah Menengah Tinggi Melaka, Melaka
Zon timur	Stesen kaji cuaca Batu Embun, Jerantut, Pahang
Zon tengah	Sekolah Kebangsaan Bandar Utama, Petaling Jaya, Selangor

Pemodelan siri masa suhu dalam kajian ini adalah berasaskan pendekatan kalut. Analisis dinamik siri masa dijalankan ke atas siri masa yang diuji. Jika

kehadiran dinamik kalut dapat dikenal pasti dalam siri masa suhu, maka pembinaan model peramalan dapat diteruskan. Dinamik kalut akan disahkan kehadirannya melalui kaedah Cao dan kaedah plot ruang fasa. Manakala, peramalan siri masa melibatkan model kalut yang menggunakan kaedah kpss, kpss dan kaedah penambahbaikan ke atas kpss yang dikenali sebagai kpss.

1.8 Kerangka Tesis

Tesis ini mengandungi lima bab. Bab 1 merupakan gambaran keseluruhan kajian yang bermula dengan pengenalan, latar belakang, pernyataan masalah, objektif kajian, persoalan kajian, signifikan kajian, batasan kajian dan rangka tesis. Bab 2 adalah kajian literatur di mana pembentangan kajian-kajian lepas yang memberikan motivasi mengapa pemodelan kalut ke atas siri masa suhu harus dilaksanakan di Malaysia. Seterusnya, Bab 3 adalah menerangkan konsep pendekatan kalut yang meliputi definisi terma-terma asas yang sering digunakan dalam pendekatan kalut dan penerangan tentang kaedah-kaedah yang digunakan bagi mengesan kehadiran dinamik kalut. Pembinaan model peramalan juga turut dibincangkan dalam bab ini.

Bab 4 merupakan dapatan dan perbincangan mengenai jawapan kepada objektif-objektif kajian. Dalam bab ini, dapatan dimulakan dengan pengiraan parameter ruang fasa τ dan m untuk pembinaan semula ruang fasa bagi mengesan kehadiran dinamik kalut dalam siri masa suhu (**objektif i**). Sekiranya dinamik kalut hadir, maka proses peramalan akan dijalankan (**objektif ii**) melalui tiga model iaitu kpss, kpss dan kpss. Seterusnya, untuk mengenal pasti pengaruh bilangan data

terhadap prestasi peramalan siri masa suhu juga (**objektif iii**) turut dibincangkan di dalam bab ini. Perbandingan juga dibuat untuk melihat prestasi model peramalan kalut siri masa suhu dengan model tradisional regresi linear (**objektif iv**). Akhir sekali, bab 5 adalah bab kesimpulan kajian ini. Sumbangan dan cadangan untuk kajian-kajian lanjutan akan turut dilampirkan dalam bab terakhir.

1.9 Rumusan

Bab ini telah membincangkan tentang latar belakang kajian, pernyataan masalah dan objektif kajian. Bab ini juga turut membincangkan tentang signifikan kajian, batasan kajian, persoalan kajian dan kerangka tesis yang merangkumi Bab 1 hingga Bab 5.