

PERAMALAN SIRI MASA OZON MENGIKUT MONSUN DI KAWASAN
PENDIDIKAN TINGGI MALAYSIA MELALUI PENDEKATAN KALUT

WAN NUR AFATEEN BINTI WAN MOHD ZA`IM

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

FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2018



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk meramal siri masa ozon mengikut monsun di kawasan pendidikan tinggi Malaysia melalui pendekatan kalut. Terdapat tiga objektif utama kajian iaitu mengesan kehadiran dinamik kalut dalam siri masa ozon, meramal siri masa ozon menggunakan pendekatan kalut dan membina kaedah baharu iaitu kaedah k – songsang bagi mencari bilangan jiran terdekat k . Bagi mengesan kehadiran dinamik kalut, kaedah Cao, kaedah m – songsang dan plot ruang fasa adalah digunakan. Bagi meramal siri masa ozon melalui pendekatan kalut, terdapat dua langkah yang terlibat iaitu pembinaan semula ruang fasa dan proses peramalan. Untuk pembinaan semula ruang fasa, tiga parameter diperlukan iaitu masa tunda τ , matra pembenaman m dan bilangan jiran terdekat k . Parameter τ ditentukan melalui kaedah purata maklumat bersama, penetapan $\tau=1$ dan kaedah τ – songsang. Parameter m pula dikira melalui kaedah Cao dan kaedah m – songsang. Kajian ini memperkenalkan kaedah baharu iaitu kaedah k – songsang. Pendekatan kalut diaplikasikan ke atas siri masa ozon di tiga kawasan pendidikan tinggi Malaysia iaitu UPSI Tanjung Malim, UiTM Shah Alam dan USM Gelugor. Bagi setiap kawasan, siri masa dibahagikan mengikut monsun iaitu monsun Timur Laut dan monsun Barat Daya. Melalui kaedah Cao, kaedah m – songsang dan plot ruang fasa, keputusan menunjukkan kehadiran dinamik kalut dalam siri masa ozon di ketiga-tiga kawasan dan kedua-dua monsun. Keputusan peramalan pula menunjukkan nilai pekali korelasi bagi kesemua model peramalan adalah menghampiri satu. Ini menunjukkan bahawa peramalan siri masa ozon melalui pendekatan kalut adalah cemerlang. Melalui kaedah k – songsang, nilai k optimum yang dicadangkan untuk kajian pada masa hadapan adalah antara 10 dan 100. Kesimpulannya, pendekatan kalut telah berjaya meramal siri masa ozon. Implikasinya, pendekatan kalut boleh diperluaskan bagi meramal siri masa pencemar udara yang lain seperti jerebu dan karbon monoksida. Diharapkan kajian ini dapat membantu pihak-pihak berkepentingan seperti Jabatan Alam Sekitar Malaysia, Jabatan Meteorologi Malaysia serta Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia dalam menguruskan pencemar ozon dengan lebih efektif.





FORECASTING SEASONAL OZONE TIME SERIES IN MALAYSIAN HIGHER EDUCATION AREAS THROUGH CHAOTIC APPROACH

ABSTRACT

This study aims to forecast the seasonal ozone time series in Malaysian higher education areas through chaotic approach. There are three main objectives of the study which are to detect the presence of a chaotic dynamics in the ozone series, forecast the ozone series through chaotic approach and develop a new method namely k -inverse method to find the number of nearest neighbor k . For detecting the presence of chaotic dynamics, Cao method, m -inverse and phase space plot were used. In order to forecast the ozone series through chaotic approach, there are two steps involved, namely reconstruction of phase space and forecasting processes. For the reconstruction of phase space, three parameters are required, which are delay time τ , embedding dimension m and number of nearest neighbor k . Parameter τ is determined through the average mutual information method, setting of $\tau=1$ and τ -inverse method. Parameter m is calculated by Cao method and m -inverse method. This study introduces a new method of k -inverse. In this study, chaotic approach was applied on ozone series in three Malaysian higher education areas namely UPSI Tanjung Malim, UiTM Shah Alam and USM Gelugor. For each area, the time series were divided by monsoon namely Northeast and Southwest monsoon. Through Cao method, m -inverse and phase space plot, the results show the presence of chaotic dynamics in the ozone series at all three areas and both monsoons. The forecasting results show that the correlation coefficient values for all forecasting models are approaching one. These suggest that forecasting of ozone series through chaotic approach is excellent. Through k -inverse method, the proposed optimum k value for future research is between 10 and 100. In conclusion, the chaotic approach has been successful in forecasting the ozone series. In implication, chaotic approach can be extended to forecast other series of air pollutants such as haze and carbon monoxide. It is hoped that this study will help stakeholders such as Department of Environment Malaysia, Malaysian Meteorological Department and Ministry of Higher Education Malaysia in managing ozone pollutants more effectively.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xx
SENARAI SINGKATAN	xxviii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Kajian	1
1.3	Pernyataan Masalah	4
1.4	Persoalan Kajian	6
1.5	Objektif Kajian	7
1.6	Signifikan Kajian	7
1.7	Batasan Kajian	8
1.8	Sumbangan Kajian	11
1.8.1	Sumbangan Kajian kepada Pendekatan Kalut	11
1.8.2	Sumbangan Kajian kepada Pemodelan Siri Masa Ozon	12



1.8.3	Sumbangan Kajian kepada Negara	12
1.9	Kerangka Tesis	13
1.10	Rumusan	14
 BAB 2 KAJIAN KEPUSTAKAAN		
2.1	Pengenalan	15
2.2	Kajian ke atas Pendekatan Kalut	16
2.3	Kajian ke atas Siri Masa Ozon	17
2.4	Aplikasi Pendekatan Kalut ke atas Siri Masa Ozon	18
2.4.1	Pengesanan Kehadiran Dinamik Kalut Siri Masa Ozon	18
2.4.2	Pembinaan Model Peramalan Siri Masa Ozon	20
2.4.2.1	Model Peramalan Sedia Ada	20
2.4.2.2	Model Peramalan Berasaskan Pendekatan Kalut	21
2.5	Rumusan	22
 BAB 3 PENDEKATAN KALUT		
3.1	Pengenalan	24
3.2	Pendekatan Kalut	24
3.2.1	Pembinaan Semula Ruang Fasa	25
3.2.1.1	Penentuan Parameter τ	27
3.2.1.2	Penentuan Parameter m	32
3.2.1.3	Mengesan Kehadiran Dinamik Kalut	35
3.3	Pembinaan Model Peramalan	38
3.3.1	Asas Peramalan	38
3.3.2	Model Berasaskan Pendekatan Kalut	39



3.3.3	Proses Peramalan Berasaskan Pendekatan Kalut	42
3.3.3.1	Kaedah Penghampiran Purata Setempat (kpps)	43
3.3.3.2	Kaedah Penghampiran Linear Setempat (kpls)	44
3.3.3.3	Kaedah Penghampiran Kuadratik Setempat (kpk)	47
3.3.3.4	Kaedah Penambahbaikan Penghampiran Linear Setempat (kppls)	47
3.3.4	Kaedah k -songsang	48
3.4	Kehadiran NaN	49
3.5	Model Tradisional Regresi Linear	50
3.6	Petunjuk Prestasi	52
3.7	Perisian Komputer	54
3.8	Jadual Kerja	54
3.9	Rumusan	55
BAB 4	KAJIAN RINTIS PEMODELAN KALUT TERHADAP PEMETAAN LOGISTIK	
4.1	Pengenalan	57
4.2	Pemetaan Logistik	58
4.3	Parameter Ruang Fasa	61
4.3.1	Kaedah Purata Maklumat Bersama	61
4.3.2	Kaedah Cao	63
4.3.3	Kaedah m -songsang	64
4.3.4	Kaedah τ -songsang	65
4.4	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut Dan Model Peramalan Pemetaan Logistik	66



4.4.1	Mengesan Kehadiran Dinamik Kalut Pemetaan Logistik	67
4.4.1.1	Kaedah Cao	67
4.4.1.2	Kaedah m -songsang	67
4.4.1.3	Plot Ruang Fasa	67
4.4.1.4	Keputusan Penuh Analisa Dinamik Kalut	71
4.4.2	Model-Model Peramalan Pemetaan Logistik	72
4.5	Kesimpulan	74

BAB 5 DATA SIRI MASA

5.1	Pengenalan	74
5.2	Kawasan-Kawasan Kajian	76
5.2.1	Geografi Koordinat	76
5.2.2	Geografi Manusia	78
5.2.3	Geografi Fizikal	79
5.3	Status Pencemar Udara	81
5.4	Data Siri Masa Ozon	84
5.4.1	Isu Bilangan Data	89
5.4.2	Isu Data Lenyap	89
5.5	Analisa variasi Siri Masa Ozon	90
5.5.1	Variasi Harian Siri Masa Ozon	91
5.5.2	Variasi Mengikut Monsun Siri Masa Ozon	94
5.5.3	Sumber-Sumber Pencemar Ozon	96
5.6	Rumusan	97



**BAB 6 PEMODELAN KALUT SIRI MASA OZON**

6.1	Pengenalan	98
6.2	Pemodelan Kalut Siri Masa Ozon di UPSI	99
6.2.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Ozon di UPSI	99
6.2.1.1	Kaedah Purata Maklumat Bersama	99
6.2.1.2	Kaedah Cao	100
6.2.1.3	Kaedah m -songsang	102
6.2.1.4	Kaedah τ -songsang	104
6.2.1.5	Gabungan Parameter Ruang Fasa di UPSI	107
6.2.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Ozon di UPSI	109
6.2.2.1	Kaedah Cao	109
6.2.2.2	Kaedah m -songsang	110
6.2.2.3	Plot Ruang Fasa	110
6.2.2.4	Cadangan Model Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UPSI	113
6.2.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Ozon di UPSI	114
6.2.3.1	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UPSI Ketika Monsun Timur Laut 2007	115
6.2.3.2	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UPSI Ketika Monsun Barat Daya 2007	125
6.2.3.3	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UPSI Ketika Monsun Timur Laut 2014	136
6.2.3.4	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UPSI Ketika Monsun Barat Daya 2014	147
6.3	Pemodelan Kalut Siri Masa Ozon di UiTM	157



6.3.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Ozon di UiTM	157
6.3.1.1	Kaedah Purata Maklumat Bersama	157
6.3.1.2	Kaedah Cao	158
6.3.1.3	Kaedah m -songsang	160
6.3.1.4	Kaedah τ -songsang	162
6.3.1.5	Gabungan Parameter Ruang Fasa di UiTM	164
6.3.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Ozon di UiTM	162
6.3.2.1	Kaedah Cao	162
6.3.2.2	Kaedah m -songsang	163
6.3.2.3	Plot Ruang Fasa	164
6.3.2.4	Cadangan Model Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UiTM	170
6.3.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Ozon di UiTM	171
6.3.3.1	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UiTM Ketika Monsun Timur Laut 2007	171
6.3.3.2	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UiTM Ketika Monsun Barat Daya 2007	180
6.3.3.3	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UiTM Ketika Monsun Timur Laut 2014	190
6.3.3.4	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di UiTM Ketika Monsun Barat Daya 2014	195
6.4	Pemodelan Kalut Siri Masa Ozon di USM	205
6.4.1	Parameter Ruang Fasa bagi Siri Masa Ozon di USM	205
6.4.1.1	Kaedah Purata Maklumat Bersama	205
6.4.1.2	Kaedah Cao	206



6.4.1.3	Kaedah m -songsang	207
6.4.1.4	Kaedah τ -songsang	210
6.4.1.5	Gabungan Parameter Ruang Fasa di USM	212
6.4.2	Analisa Kehadiran Dinamik Kalut bagi Siri Masa Ozon di USM	214
6.4.2.1	Kaedah Cao	214
6.4.2.2	Kaedah m -songsang	215
6.4.2.3	Plot Ruang Fasa	215
6.4.2.4	Cadangan Model Peramalan bagi Siri Masa Ozon di USM	217
6.4.3	Model Peramalan Pendekatan Kalut bagi Siri Masa Ozon di USM	219
6.4.3.1	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di USM Ketika Monsun Timur Laut 2007	219
6.4.3.2	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di USM Ketika Monsun Barat Daya 2007	228
6.4.3.3	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di USM Ketika Monsun Timur Laut 2014	237
6.4.3.4	Keputusan Peramalan bagi Siri Masa Ozon di USM Ketika Monsun Barat Daya 2014	246
6.5	Kaedah k -songsang	252
6.6	Perbandingan Model Peramalan Pendekatan Kalut Siri Masa Ozon dengan Model Tradisional	257
6.7	Rumusan	262

BAB 7 KESIMPULAN DAN CADANGAN KAJIAN LANJUTAN

7.1	Pengenalan	263
7.2	Dapatan-Dapatan Penting Keseluruhan Kajian	263





7.3	Cadangan-Cadangan Kajian Lanjutan	267
7.3.1	Pengesanan Kehadiran Dinamik Kalut	267
7.3.2	Kaedah-Kaedah bagi Mencari Parameter τ dan m	267
7.3.3	Kepelbagaian Data dan Lokasi Siri Masa	268

RUJUKAN		269
----------------	--	-----



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1	Jumlah kenderaan berdaftar di Malaysia pada tahun 2015
2.1	Aplikasi-aplikasi terkini pendekatan kalut
2.2	Kajian-kajian terkini variasi siri masa kepakatan ozon di Malaysia
2.3	Aplikasi kaedah Cao, kaedah m -songsang dan plot ruang fasa dalam kajian-kajian lepas
3.1	Contoh keputusan purata maklumat bersama bagi siri masa ozon di UPSI
3.2	Contoh keputusan kaedah τ -songsang siri masa ozon di UPSI
3.3	Contoh keputusan kaedah m -songsang siri masa ozon di UPSI
3.4	Contoh keputusan k -songsang
3.5	Interprestasi nilai pk
3.6	Jadual kerja penyelidikan
4.1	Keputusan nilai T dan $I(T)$ bagi pemetaan logistik
4.2	Keputusan m -songsang bagi pemetaan logistik
4.3	Keputusan τ -songsang bagi pemetaan logistik
4.4	Keputusan analisa kehadiran dinamik kalut bagi pemetaan logistik
4.5	Keputusan model peramalan bagi pemetaan logistik
5.1	Geografi koordinat kawasan kajian
5.2	Status Indek Pencemaran Udara (IPU)
5.3	Status kualiti udara mengikut hari pada tahun 2015

5.4	Jumlah pelepasan bahan pencemar udara pada tahun 2014 (tan metrik)	83
5.5	Jumlah kenderaan bermotor mengikut lokasi kajian pada tahun 2015	83
5.6	Data siri masa ozon yang dicerap	87
5.7	Penerangan statistik siri masa ozon di UPSI	87
5.8	Penerangan statistik siri masa ozon di UiTM	88
5.9	Penerangan statistik siri masa ozon di USM	88
5.10	Garis panduan kualiti udara persekitaran di Malaysia	88
5.11	Bilangan data lenyap pada tahun 2007 dan 2014	90
5.12	Nilai maksimum siri masa ozon mengikut monsun dan kawasan kajian	96
6.1	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2007 di UPSI	103
6.2	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2007 di UPSI	103
6.3	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2014 di UPSI	104
6.4	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2014 di UPSI	104
6.5	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2007 di UPSI	105
6.6	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2007 di UPSI	106
6.7	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2014 di UPSI	106
6.8	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2014 di UPSI	107
6.9	Kombinasi parameter ruang fasa di UPSI	108
6.10	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di UPSI	113

6.11	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UPSI ketika Monsun Timur Laut 2007	124
6.12	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2007 di UPSI	124
6.13	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2007 di UPSI	125
6.14	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UPSI ketika Monsun Barat Daya 2007	125
6.15	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2007 di UPSI	135
6.16	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2007 di UPSI	136
6.17	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UPSI ketika Monsun Timur Laut 2014	145
6.18	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2014 di UPSI	146
6.19	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2014 di UPSI	146
6.20	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UPSI ketika Monsun Barat Daya 2014	155
6.21	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2014 di UPSI	156
6.22	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2014 di UPSI	156
6.23	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2007 di UiTM	160
6.24	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2007 di UiTM	161
6.25	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2014 di UiTM	161
6.26	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2014 di UiTM	162



6.27	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2007 di UiTM	163
6.28	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2007 di UiTM	163
6.29	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2014 di UiTM	164
6.30	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2014 di UiTM	165
6.31	Kombinasi parameter ruang fasa di UiTM	165
6.32	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di UiTM	170
6.33	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UiTM ketika Monsun Timur Laut 2007	178
6.34	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2007 di UiTM	179
6.35	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2007 di UiTM	179
6.36	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UiTM ketika Monsun Barat Daya 2007	188
6.37	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2007 di UiTM	189
6.38	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2007 di UiTM	189
6.39	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UiTM ketika Monsun Timur Laut 2014	193
6.40	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2014 di UiTM	194
6.41	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2014 di UiTM	194
6.42	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di UiTM ketika Monsun Barat Daya 2014	203
6.43	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2014 di UiTM	204



6.44	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2014 di UiTM	204
6.45	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2007 di USM	208
6.46	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2007 di USM	208
6.47	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2014 di USM	209
6.48	Keputusan m -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2014 di USM	209
6.49	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2007 di USM	210
6.50	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2007 di USM	211
6.51	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Timur Laut 2014 di USM	211
6.52	Keputusan τ -songsang bagi siri masa ozon pada Monsun Barat Daya 2014 di USM	212
6.53	Kombinasi parameter ruang fasa di USM	213
6.54	Keputusan penuh analisa kehadiran dinamik kalut di USM	218
6.55	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di USM ketika Monsun Timur Laut 2007	226
6.56	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2007 di USM	227
6.57	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2007 di USM	227
6.58	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di USM ketika Monsun Barat Daya 2007	235
6.59	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2007 di USM	236
6.60	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2007 di USM	237



6.61	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di USM ketika Monsun Timur Laut 2014	244
6.62	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2014 di USM	245
6.63	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Timur Laut 2014 di USM	245
6.64	Nilai pk bagi keputusan-keputusan peramalan ozon di USM ketika Monsun Barat Daya 2014	251
6.65	Nilai pk bagi τ yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2014 di USM	251
6.66	Nilai pk bagi m yang berbeza ke atas peramalan siri masa ozon ketika Monsun Barat Daya 2014 di USM	252
6.67	Keputusan k -songsang di UPSI	255
6.68	Keputusan k -songsang di UiTM	255
6.69	Keputusan k -songsang di USM	256
6.70	Keputusan keseluruhan k -songsang	256
6.71	Perbandingan model siri masa ozon di UPSI	260
6.72	Perbandingan model siri masa ozon di UiTM	260
6.73	Perbandingan model siri masa ozon di USM	261





SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1	Contoh keputusan pmb bagi siri masa ozon di UPSI 29
3.2	Contoh keputusan kaedah Cao ke atas siri masa ozon di UPSI 33
3.3	Plot ruang fasa bagi siri masa ozon di UPSI dengan menggunakan nilai $\tau = 10$ 38
3.4	Rumusan pendekatan kalut 56
4.1	Kesan perubahan nilai a terhadap pemetaan logistik 60
4.2	Ilustrasi variasi parameter x_1 pemetaan logistik 60
4.3	Siri masa pemetaan logistik 61
4.4	Keputusan pmb siri masa pemetaan logistik 62
4.5	Keputusan kaedah Cao bagi $\tau = 1$ 63
4.6	Keputusan kaedah Cao bagi $\tau_{pmb} = 8$ 64
4.7	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau = 1$ 68
4.8	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau_{pmb} = 8$ 69
4.9	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau_{songsang} = 2$ 69
4.10	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau = 3$ 69
4.11	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau = 4$ 70
4.12	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau = 5$ 70
4.13	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau = 6$ 70
4.14	Plot ruang fasa bagi pemetaan logistik dengan menggunakan $\tau = 7$ 71
5.1	Peta Malaysia 77





5.2	Siri masa ozon di UPSI ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	86
5.3	Siri masa ozon di UiTM ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	86
5.4	Siri masa ozon di USM ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	87
5.5	Siri masa harian di UPSI (a) 2007 dan (b) 2014	92
5.6	Siri masa harian di UiTM (a) 2007 dan (b) 2014	93
5.7	Siri masa harian di USM (a) 2007 dan (b) 2014	94
6.1	Keputusan pmb bagi siri masa ozon di UPSI ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	100
6.2	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	101
6.3	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	102
6.4	Plot ruang fasa ketika MTL 2007 (a) $\tau_{pmb} = 8$, (b) $\tau = 1$ dan (c) $\tau_{songsang} = 9$	111
6.5	Plot ruang fasa ketika MBD 2007 (a) $\tau_{pmb} = 10$, (b) $\tau = 1$, (c) $\tau_{songsang} = 7$ dan (d) $\tau_{songsang} = 5$	112
6.6	Plot ruang fasa ketika MTL 2014 (a) $\tau_{pmb} = 9$, (b) $\tau = 1$, (c) $\tau_{songsang} = 10$ dan (d) $\tau_{songsang} = 4$	112
6.7	Plot ruang fasa ketika MBD 2014 (a) $\tau_{pmb} = 7$, (b) $\tau = 1$, (c) $\tau_{songsang} = 2$ dan (d) $\tau_{songsang} = 3$	113
6.8	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (8,10)	117
6.9	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,9)	118



6.10	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (8,4)	119
6.11	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,8)	120
6.12	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (9,9)	121
6.13	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (9,8)	122
6.14	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (10,7)	128
6.15	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,9)	129
6.16	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (10,4)	130
6.17	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,10)	131
6.18	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (7,9)	132
6.19	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (5,10)	133
6.20	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (9,9)	139
6.21	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,9)	140

6.22	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (9,6)	141
6.23	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,7)	142
6.24	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (10,9)	143
6.25	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (4,7)	144
6.26	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (7,8)	149
6.27	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,9)	150
6.28	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (7,4)	151
6.29	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,8)	152
6.30	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (2,9)	153
6.31	Keputusan peramalan siri masa ozon di UPSI ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (3,8)	154
6.32	Keputusan pmb bagi siri masa ozon di UiTM ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	158
6.33	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	159
6.34	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	159



- 6.35 Plot ruang fasa ketika MTL 2007 (a) $\tau_{pmb} = 11$, (b) $\tau = 1$ dan (c) $\tau_{songsang} = 5$ 168
- 6.36 Plot ruang fasa ketika MBD 2007 (a) $\tau_{pmb} = 11$, (b) $\tau = 1$ dan (c) $\tau_{songsang} = 2$ 169
- 6.37 Plot ruang fasa ketika MTL 2014 (a) $\tau_{pmb} = 9$ dan (b) $\tau = \tau_{songsang} = 1$ 169
- 6.38 Plot ruang fasa ketika MBD 2014 (a) $\tau_{pmb} = 12$, (b) $\tau = 1$, (c) $\tau_{songsang} = 4$ dan (d) $\tau_{songsang} = 2$ 169
- 6.39 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (11,11) 173
- 6.40 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,10) 174
- 6.41 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kpks dengan menggunakan parameter (1,3) 175
- 6.42 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (11,3) 176
- 6.43 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (5,10) 177
- 6.44 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (11,11) 182
- 6.45 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,12) 183
- 6.46 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls dan (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,6) 184
- 6.47 Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (11,3) 185



6.48	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (2,12)	186
6.49	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (2,6)	187
6.50	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (9,9)	191
6.51	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MTL 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,10)	192
6.52	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (10,12)	197
6.53	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,10)	198
6.54	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,9)	199
6.55	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (10,4)	200
6.56	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (4,10)	201
6.57	Keputusan peramalan siri masa ozon di UiTM ketika MBD 2014 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (2,9)	202
6.58	Keputusan pmb bagi siri masa ozon di USM ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	205
6.59	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan τ_{pmb} ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	206
6.60	Keputusan kaedah Cao dengan menggunakan $\tau = 1$ ketika (a) MTL 2007, (b) MBD 2007, (c) MTL 2014 dan (d) MBD 2014	207



- 6.61 Plot ruang fasa ketika MTL 2007 (a) $\tau_{pmb} = 8$, (b) $\tau = 1$ dan (c) $\tau_{songsang} = 7$ 216
- 6.62 Plot ruang fasa ketika MBD 2007 (a) $\tau_{pmb} = \tau_{songsang} = 7$ dan (b) $\tau = 1$ 216
- 6.63 Plot ruang fasa ketika MTL 2014 (a) $\tau_{pmb} = \tau_{songsang} = 7$, (b) $\tau = 1$, dan (c) $\tau_{songsang} = 5$ 217
- 6.64 Plot ruang fasa ketika MBD 2014 (a) $\tau_{pmb} = 6$ dan (b) $\tau = \tau_{songsang} = 1$ 217
- 6.65 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (8,7) 221
- 6.66 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,8) 222
- 6.67 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,4) 223
- 6.68 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (8,3) 224
- 6.69 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MTL 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (7,4) 225
- 6.70 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (7,8) 230
- 6.71 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,8) 231
- 6.72 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,6) 232
- 6.73 Keputusan peramalan siri masa ozon di USM ketika MBD 2007 melalui model (a) kpps, (b) kpls, (c) kpks dan (d) kppls dengan menggunakan parameter (1,5) 233

