

PEMODELAN TABURAN HUJAN  
DI KOTA KINABALU, SABAH

UMMUL KHAIR BINTI SAHARUDDIN

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH  
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM MATEMATIK DENGAN EKONOMI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2006



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

T: PEMODELAN TABURAN HUJAN DI KOTA KINABALU, SABAH

M: MATEMATIK DGN. EKONOMI (SARJANA MUDA SAINS DGN. KEPUJIAN)

NAMA: UMMUL KHAIK BINTI SAHARUDDIN SESI PENGAJIAN: 2006/2007  
(HURUF BESAR)

Izinkan membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

- Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
- Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
- Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
- Sila tandakan (/)

- SULIT (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)
- TERHAD (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)
- TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

  
TANDATANGAN PENULIS)

at Tetap: 15, JLN RAJA  
ANG, 80350 LARKIN,  
JOR BAHRU, JOHOR

b: 1/12/06

  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

PN NORAINI ABDULLAH  
Nama Penyelia

Tarikh: 1/12/06

CATATAN:- \*Potong yang tidak berkenaan.

\*\*Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

dan ringkasan yang

  
AIR SAHARUDDIN

HS2002-3849

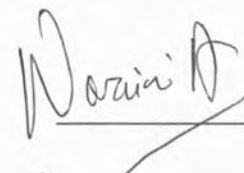


## DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

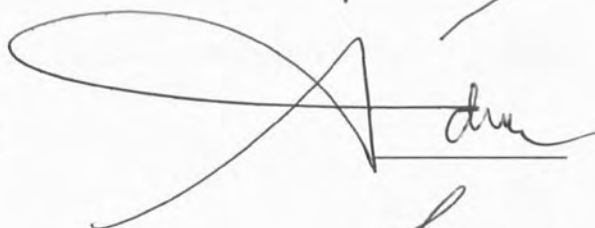
## 1. PENYELIA

(PN NORAINI ABDULLAH)



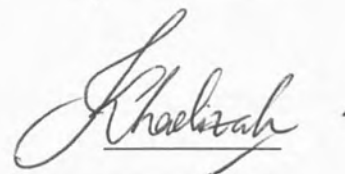
## 2. PEMERIKSA 1

(PROF. DR. ZAINODIN HAJI JUBOK)



## 2. PEMERIKSA 2

(CIK KHADIZAH GHAZALI)



## 3. DEKAN

(SUPT. (K) PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG)



## PENGHARGAAN

Saya mengambil kesempatan ini untuk merakamkan jutaan terima kasih kepada Pn. Noraini Abdullah selaku penyelia yang telah banyak memberi galakan serta tunjuk ajar sepanjang kajian ini.

Saya juga juga ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua ibu-bapa serta ahli keluarga yang telah banyak memberi sokongan moral serta dorongan untuk menjayakan projek ini.

Tidak dilupakan rakan-rakan seperjuangan serta rakan-rakan lain yang sentiasa menyokong dari belakang dan pihak-pihak lain yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung sepanjang proses saya menyiapkan projek ini.

Sekian, terima kasih.

UMMUL KHAIR BINTI SAHARUDDIN

HS2002-3849

20 OKTOBER 2006



## ABSTRAK

Negara kita amnya mengalami iklim khatulistiwa iaitu panas dan lembap sekata sepanjang tahun. Namun kebelakangan ini sistem cuaca mengalami perubahan yang ketara dan sukar dijangka. Taburan hujan yang turun semakin tidak menentu dan tidak mengikut musim-musim tertentu. Kajian ini bertujuan menganalisis dan seterusnya meramal taburan hujan yang turun di sekitar Kota Kinabalu, Sabah. Sebanyak 132 bilangan cerapan sepanjang tempoh 11 tahun dari Tahun 1995 hingga ke Tahun 2005 telah digunakan. Data dianalisis mengikut bulanan dari Januari hingga Disember untuk membuat perbandingan bagaimana bentuk corak taburan hujan sepanjang tempoh yang dikaji. Model Box-Jenkins telah diaplikasikan untuk tujuan peramalan. Tiga langkah penting dalam model Box-Jenkins iaitu mengenal pasti model, menganggar parameter dan pemeriksaan berdiagnostik telah dilakukan. Model yang telah dipilih dan didapati sesuai adalah AR(1). Daripada hasil ramalan dapat disimpulkan ramalan terhadap taburan hujan tidak boleh hanya bergantung kepada data-data tahun sebelumnya tetapi perlu mengambil kira faktor-faktor lain lagi seperti pemanasan global, kelembapan dan arah angin.



## ABSTRACT

### MODELLING OF RAINFALL DISTRIBUTION IN KOTA KINABALU, SABAH

The weather in Malaysia generally is hot and damp throughout the year. However, the weather patterns have changed and becoming hard to predict. The rainfall distribution is no longer consistent to follow any of predictable pattern. The objective of this research is to analyze and to forecast rainfall distribution in Kota Kinabalu, Sabah. A total of 132 observations over a period of 11 years from 1995 to 2005 are taken. The monthly rainfall from January to December are compared to see the patterns and variations. The model used for forecasting is the Box-Jenkins Model. There are three important steps which are model identification, parameter estimation and diagnostic checking. The suitable model chosen for this research is  $ARI(1)$ . From the results, we can conclude that to do a rainfall distribution forecasting, we need to consider several other factors such as global warming, relative humidity and global wind directions. We cannot only depend on the previous years data to forecast. It is suggested that further research is done to get a more appropriate and reliable forecasting model.



## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 PENGENALAN KEPADA METEOROLOGI	1
1.2 DEFINISI PERAMALAN CUACA	2
1.3 KEPENTINGAN CUACA	3
1.3.1 Aktiviti Pertanian	3
1.3.2 Industri pesisir Pantai	3
1.3.3 Pengurusan Sungai	4
1.4 PERUBAHAN HUJAN BERMUSIM DI SABAH	5
1.5 SKOP KAJIAN	5
1.6 OBJEKTIF KAJIAN	6
<b>BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	
2.1 PERUBAHAN SISTEM CUACA GLOBAL	7
2.2 PERKEMBANGAN SAINTIFIK DALAM BIDANG PERAMALAN CUACA	8
2.3 KAEDAH-KAEDAH PERAMALAN	11
2.2.2 Kaedah Analog	11
2.2.3 Kaedah Klimatologi	11
2.2.5 Peramalan Cuaca Berangka	12



2.4	KAJIAN-KAJIAN LEPAS	12
	2.3.1 Kebolehubahan Taburan Hujan Di Australia	13
	2.3.2 Kejadian Hujan Melampau Di United Kingdom	13

### **BAB 3 METODOLOGI**

3.1	PENGENALAN	15
3.2	PENGUMPULAN DATA	15
3.3	ANALISIS SIRI MASA	16
	3.3.1 Variasi Haluan	16
	3.3.2 Variasi Turun Naik Berkitar	17
	3.3.3 Variasi Bermusim	17
	3.3.4 Variasi Tak Sekata	18
3.4	KAEDAH PERAMALAN	18
3.5	TATACARA MODEL BOX-JENKINS	19
	3.5.1 Mengenal Pasti Model	20
	3.5.2 Penganggaran Parameter	22
	3.5.3 Pemeriksaan Berdiagnostik	23
3.6	PENGUKURAN RALAT PERAMALAN	23
3.7	PERISIAN KOMPUTER	24

### **BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA**

4.1	PENGENALAN	25
4.2	ANALISIS DATA	27
	4.2.1 Penentuan Pola Taburan Hujan	27
	4.2.2 Perbandingan Pola Bulanan	28
4.3	MODEL BOX-JENKINS	34
	4.3.1 Mengenal Pasti Model	34
	4.3.2 Penganggaran Parameter	35
	4.3.3 Pemeriksaan Berdiagnostik	36
4.4	PERAMALAN	37





**BAB 5 PERBINCANGAN**

5.1	PENGENALAN	42
5.2	PERBINCANGAN ANALISIS DATA	42
5.3	PERBINCANGAN MODEL BOX-JENKINS	45
5.4	PERBINCANGAN PERAMALAN	47
5.5	MASALAH-MASALAH KAJIAN	50

**BAB 6 KESIMPULAN**

6.1	ULASAN	52
6.2	KESIMPULAN	52
6.3	CADANGAN	54

<b>RUJUKAN</b>	<b>55</b>
----------------	-----------

<b>LAMPIRAN</b>	<b>58</b>
-----------------	-----------



## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat	
2.1	Contoh Kejadian Taburan Hujan Yang Melampau	14
4.1	Jumlah Hujan Di Sekitar Kota Kinabalu, Sabah Dari Tahun 1995-2005	25
4.2	Ringkasan analisis data taburan hujan mengikut bulan	33
4.3	Ringkasan Output Minitab	35
4.4	Peramalan bagi tahun 2006	38
4.5	Perbandingan di antara nilai sebenar dengan nilai ramalan bagi Tahun 2006 dari bulan Januari hingga Julai	39
5.1	Ringkasan analisis data taburan hujan mengikut bulan	43
5.2	Ringkasan Output Minitab	46
5.3	Perbandingan di antara nilai sebenar dengan nilai ramalan bagi Tahun 2006 dari bulan Januari hingga Julai	47



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Struktur vertikal atmosfera	2
1.2 Peta Sabah yang dibahagikan kepada lima bahagian pentadbiran	6
3.1 Komponen siri masa jenis haluan	16
3.2 Komponen siri masa jenis berkitar	17
3.3 Komponen siri masa jenis bermusim	18
3.4 Komponen siri masa jenis tak sekata	18
4.1 Plot taburan hujan yang turun melawan masa dari tahun 1995 hingga tahun 2005	28
4.2 Tren taburan hujan bagi bulan Januari	28
4.3 Tren taburan hujan bagi bulan Februari	28
4.4 Tren taburan hujan bagi bulan Mac	29
4.5 Tren taburan hujan bagi bulan April	29
4.6 Tren taburan hujan bagi bulan Mei	29
4.7 Tren taburan hujan bagi bulan Jun	29
4.8 Tren taburan hujan bagi bulan Julai	30
4.9 Tren taburan hujan bagi bulan Ogos	30
4.10 Tren taburan hujan bagi bulan September	30
4.11 Tren taburan hujan bagi bulan Oktober	30
4.12 Tren taburan hujan bagi bulan November	31
4.13 Tren taburan hujan bagi bulan Disember	31
4.14 Fungsi autokorelasi bagi data taburan hujan	34
4.14 Fungsi autikorelasi separa bagi data taburan hujan	34
4.15 Graf perbandingan di antara nilai sebenar dengan nilai ramalan Bagi tahun 2006 dari bulan Januari hingga Julai	39
5.1 Graf perbandingan di antara nilai sebenar dengan nilai ramalan Bagi tahun 2006 dari bulan Januari hingga Julai	47



## SENARAI SIMBOL

$H_0$	Hipotesis nol
$H_1$	Hipotesis Alternatid
<i>ARIMA</i>	<i>Autoregressive Moving Average</i>
$\Phi_1$	Parameter bagi model AR(1)
$\theta_1$	Parameter bagi model MA(1)
$e_t$	ralat ramalan pada masa t
$Y_t$	nilai sebenar pada masa t
$\hat{Y}_t$	nilai ramalan pada masa t

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 PENGENALAN KEPADA METEOROLOGI

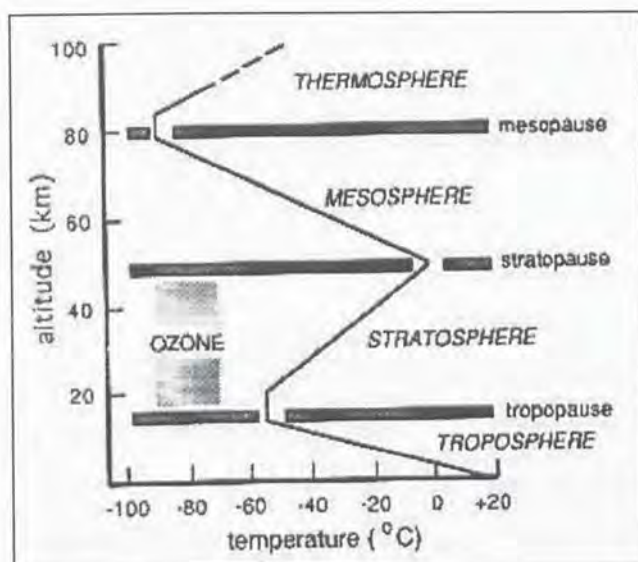
Meteorologi merupakan satu kaedah saintifik untuk mengkaji atmosfera bumi. Ianya merangkumi ramalan cuaca, hawa, kitaran hidrologi dan pemendakan. Atmosfera merupakan campuran gas yang menyelembungi bumi di bawah tarikan graviti. Lapisan terbawah atmosfera adalah troposfera iaitu lapisan di mana kita hidup dan berlaku sebahagian besar perubahan cuaca. Segala yang ada di bumi juga bergantung kepada tekanan atmosfera.

Atmosfera bumi merangkumi campuran gas utama nitrogen dan oksigen. Campuran kedua-dua gas ini merangkumi lebih kurang 99 peratus daripada jumlah keseluruhan gas. Bagaimanapun terdapat juga gas-gas lain yang penting daripada sudut meteorologi seperti wap air, karbon dioksida, dan gas metana. Atmosfera juga mengandungi bahan pencemar buatan manusia seperti gas karbon monoksida (Lawes,1993). Rajah 1.1 menunjukkan struktur vertikal atmosfera yang terdiri daripada empat lapisan utama iaitu termosfera, mesosfera, stratosfera dan troposfera.

Salah satu kajian meteorologi yang penting pada masa kini ialah cuaca dan peramalannya. Cuaca memainkan peranan penting dalam kehidupan manusia seharian. Selain daripada menentukan aktiviti seharian manusia dapat berjalan lancar atau



sebaliknya, ia juga dikatakan memberi kesan yang signifikan terhadap kesejahteraan pembangunan manusia. Stesen-stesen kaji cuaca telah dibina bagi mendapatkan maklumat mengenai ramalan cuaca. Sebagai contoh, di Sabah terdapat lima buah stesen kaji cuaca yang ada dan salah satunya terletak di Lapangan Terbang Antarabangsa Kota Kinabalu



**Rajah 1.1** Struktur vertikal atmosfera

## 1.2 DEFINISI PERAMALAN CUACA

Menurut Kirsty Duncan (1991), peramalan cuaca diterangkan sebagai suatu proses yang menentukan sama ada suhu akan bertambah atau berkurang. Walaubagaimanapun pada masa kini perkara yang penting adalah bukan setakat meramal tetapi memastikan ketepatan ramalan tersebut. Oleh sebab itulah sebuah seminar bertajuk “Bagaimanakah Ketepatan Ramalan Cuaca Masa Kini” telah diadakan pada 11 Disember 1996 di Kolej Imperial, London. Sebanyak enam topik pembentangan telah diadakan berdasarkan subjek mengenai ketepatan ramalan cuaca dan verifikasinya.

Terdapat banyak kaedah yang boleh digunakan untuk meramal cuaca. Kaedah yang dipilih akan ditentukan berdasarkan pengalaman dan kebolehan peramal, sebanyak mana maklumat yang akan diperolehi dan sejauh mana ketepatan dan keyakinan yang

terdapat dalam model peramalan tersebut. Menurut Shaw (1983), peraturan peramalan adalah secara empirikal. Tugas pertama peramal adalah menilai bagaimana bentuk sistem cuaca bergerak dan berkembang sepanjang tempoh masa peramalan.

### 1.3 KEPENTINGAN CUACA

Memang tidak dapat dinafikan cuaca membawa banyak kepentingan kepada manusia sama ada dari aspek perindustrian, perusahaan mahupun aktiviti seharian manusia itu sendiri. Tiga kepentingan yang akan dibincangkan di sini adalah dari segi aspek pertanian, aktiviti pesisiran pantai dan pengurusan sungai.

#### 1.3.1 Aktiviti Pertanian

Aktiviti pertanian boleh dikatakan bergantung pada cuaca. Maklumat-maklumat seperti arah angin, taburan hujan dan suhu boleh membantu para petani menguruskan tanaman mereka. Sebagai contoh satu komponen yang penting adalah taburan hujan. Ianya memainkan peranan yang penting dalam merancang kebanyakan operasi pertanian. Menurut *London Farmers Weather Service*, jika taburan hujan diramalkan turun dari 1 hingga 2 mm, petani tidak akan melakukan aktiviti seperti memotong jerami dan menyembur fungisid. Jika taburan hujan yang diramalkan sekitar 4 hingga 8 mm pula, aktiviti pertanian yang perlu dielakkan adalah menyembur bahan kimia, membaja dan menanam benih. Antara faedah yang diperolehi kesan daripada peramalan cuaca terhadap aktiviti pertanian ialah perancangan yang lebih baik, pengurangan kos yang minimum, dan pengurusan kerja yang optimum dan lebih professional untuk menghasilkan produktiviti yang maksimum (Miller, 1990).

#### 1.3.2 Industri pesisir pantai

Kunci utama dalam industri pesisir pantai adalah angin dan ombak. Aktiviti yang dijalankan bergantung kepada cuaca yang bersesuaian dan ini akan berbeza-beza mengikut tempat. Walaubagaimanapun, kebiasaannya rutin ramalan dilaksanakan dua kali sehari. Tempoh ramalan meliputi 3 hari ke hadapan. Cuaca, tahap penglihatan, awan



dan suhu penting bagi operasi yang menggunakan helikopter. Kabus pula penting untuk aktiviti-aktiviti di pantai dan bagi petugas-petugas menjalankan tugas mereka. Industri pesisir pantai juga berkait rapat dengan pelancongan. Ketika musim hujan dan laut sedang bergelora sudah tentu aktiviti di pantai agak merbahaya dan jumlah pelancong bersantai akan berkurangan (Grant,1990).

### 1.3.3 Pengurusan Sungai

Pengurusan sungai yang efektif melibatkan banyak perkara yang melibatkan aliran sungai, taburan hujan, penyejatan dan tahap kedalaman sungai. Jika kita dapat meramal kebarangkalian hujan turun dengan lebat, langkah berjaga-jaga seperti membina benteng boleh diambil terutama di kawasan berdekatan sungai. Ini penting untuk mengelakkan air sungai daripada melimpah dan seterusnya mengakibatkan banjir yang boleh membawa kepada banyak kerosakan dan kemusnahan (Walsh dan Brassington, 1990). Contohnya seperti yang banjir yang berlaku di Shah Alam baru-baru ini di mana hujan lebat yang turun tidak henti-henti sejam jam 4 pagi telah mengakibatkan banjir yang teruk berlaku. Ini bukan sahaja disebabkan oleh hujan tetapi sistem saliran yang kurang baik sehingga mengakibatkan limpahan sungai dan seterusnya banjir berlaku.

## 1.4 PERUBAHAN HUJAN BERMUSIM DI SABAH

Perubahan hujan bermusim di Sabah boleh dibahagikan kepada empat jenis utama:

- (a) Kawasan timur laut Sabah mengalami regim corak hujan satu maksimum dan satu minimum. Kawasan ini mengalami hujan maksimum pada Januari manakala hujan minimum berlaku pada bulan April. Di bawah regim ini, kebanyakan hujan diterima pada bulan-bulan monsun timur laut iaitu Disember hingga Mac.
- (b) Kawasan barat laut pantai Sabah mengalami regim corak hujan dua maksima dan dua minima. Maksimum primer berlaku pada bulan Oktober dan maksimum skunder berlaku pada bulan Jun. Minimum primer berlaku pada bulan Februari





manakala minimum skunder berlaku pada bulan Ogos. Walau pun perbezaan jumlah hujan yang diterima pada dua bulan maksimum adalah kecil, namun perbezaan jumlah hujan yang diterima pada minimum primer adalah jelas lebih rendah berbanding skunder minimum. Di sesetengah tempat, perbezaan mencapai setinggi empat kali ganda.

- (c) Di kawasan tengah Sabah di mana keadaannya berbukit dan terlindung oleh banjaran gunung, hujan yang diterima adalah lebih rendah secara relatif berbanding dengan kawasan-kawasan lain serta taburannya agak sekata. Akan tetapi, dua maksima dan dua minima boleh diperhatikan. Pada amnya, dua minima berlaku pada bulan Februari dan Ogos manakala dua maksima berlaku pada bulan Mei dan Oktober.
- (d) Kawasan Selatan Sabah mengalami taburan hujan sekata. Jumlah hujan tahunan yang diterima boleh diperbandingkan dengan bahagian tengah Sabah. Bulan Februari hingga April adalah tempoh yang agak kering berbanding bulan-bulan lain

## 1.5 SKOP KAJIAN

Kajian yang dijalankan adalah berkaitan dengan taburan hujan di sekitar Kota Kinabalu, Sabah. Kota Kinabalu merupakan ibu negeri Sabah. Lokasi yang dipilih ini adalah strategik kerana Kota Kinabalu merupakan bandar yang sedang membangun dan adalah penting untuk memodelkan dan meramal taburan hujan di kawasan ini untuk tujuan perancangan bagi masa akan datang. Tempoh yang dikaji adalah selama 10 tahun bermula dari 1995 hingga 2005.





**Rajah 1.5** Peta Sabah yang dibahagikan kepada lima bahagian pentadbiran

## 1.5 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini dijalankan adalah untuk:

- i) Membuat perbandingan dan analisa tren taburan hujan setiap bulan dari Januari hingga Disember di sekitar Kota Kinabalu, Sabah..
- ii) Pembentukan model suaian yang dapat meramalkan taburan hujan yang turun.
- iii) Membincangkan kesan-kesan yang mungkin menyebabkan berlakunya perubahan pada cuaca dalam tempoh 10 tahun kebelakangan ini.
- iv) Melakukan peramalan bagi tahun 2006 dan membandingkan data yang sebenar yang telah ada dengan data ramalan untuk menguji ketepatan model.

## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 PERUBAHAN SISTEM CUACA GLOBAL

Cuaca merupakan topik yang universal dan seringkali hangat diperkatakan. Dalam kebanyakan kes, isu yang sering diberi perhatian ialah kesan aktiviti manusia ke atas perubahan sistem cuaca. William Kellogg (1961) sejak dari penghujung 90-an lagi telah mengesan akan hubungkait di antara minyak fosil, kandungan karbon dioksida dalam atmosfera dan cuaca sedunia. Hasil kajiannya gagal menarik perhatian orang ramai dan kurang diperkatakan. Sehingga menjelang pertengahan 1960-an barulah diadakan seminar-seminar di peringkat antarabangsa untuk membincangkan isu-isu cuaca dan alam sekitar. Pada tahun 1970 satu kajian telah dijalankan tentang isu-isu alam sekitar yang kritikal atau "*Study of Critical Environmental Problems*". Kesan aktiviti manusia terhadap iklim global telah diberi perhatian dalam SCEP. Fokus telah diberikan terhadap perubahan sistem cuaca dan pada 1971, satu laporan bertajuk "*The Study Of Man's Impact on Climate*" atau SMIC telah dikeluarkan.



Langkah-langkah telah digiatkan lagi menjelang penghujung 1980-an dengan mengadakan seminar-seminar tentang pelbagai aspek cuaca dan perubahan atmosfera di Montreal, Toronto, Hamburg, London dan Geneva. Langkah yang signifikan telah diambil pada tahun 1988 di mana satu panel telah ditubuhkan untuk mengkaji perubahan iklim dan membuat penilaian terhadap trend iklim global. Pada tahun 1992 satu konferens telah diadakan di Rio de Janeiro dan isu alam sekitar yang paling banyak diperkatakan ialah tentang pemanasan global. Menjelang tahun 1960-an sehinggalah 1970-an pula, isu alam sekitar yang paling utama ialah berkaitan pencemaran dan jenis-jenisnya (David, 1990).

## **2.2 PERKEMBANGAN SAINTIFIK DALAM BIDANG PERAMALAN CUACA**

Meramalkan cuaca untuk tempoh jangka panjang adalah agak sukar untuk dilakukan. Model komputer yang kompleks digunakan tetapi biasanya ia memerlukan kemahiran dan kepakaran yang tinggi. Walaubagaimanapun terdapat had masa yang perlu dipatuhi, contohnya secara teori mengatakan had masa yang boleh diramal ialah dalam tempoh 15 hari tetapi had masa yang praktikal cuma 5 hari dan ini berubah-ubah mengikut setiap kes.

Satelit pertama telah dilancarkan pada tahun 1957 dan menjelang pertengahan 1960 para peramal telah menerima gambar awan yang boleh menunjukkan jarak gelombang dengan jelas. Satelit yang terletak lebih tinggi dari bumi boleh berputar dengan kelajuan yang sama seperti bumi diperkenalkan pada penghujung tahun 1970. Meteostat kepunyaan Eropah diletakkan di Meridian Greenwich. Radar juga merupakan



salah satu alat yang telah diperkenalkan untuk membantu peramalan. Radar meteorologikal yang ringkas telah digunakan sejak 1946 lagi dan semakin berkembang teknologinya mengikut arus zaman

Kajian mengenai ramalan cuaca berangka bermula pada tahun 1950 di Britain. Eksperimen pertama melibatkan pengiraan telah dijalankan ke atas program *LEO I* menggunakan komputer kepunyaan J. Lyons. Mesin ini bagaimanapun mempunyai kapasiti yang terhad. Dua belas jam pertama ramalan menggunakan persamaan oleh Sawyer Bushby model atmosfera tahap 2 (Sawyer and Bushby 1953), operasi ke atas data menggunakan grid  $18 \times 24$  dengan kepanjangan grid menghampiri 260 km, mengambil masa selama empat jam dengan menggunakan komputer. Kajian ini telah diuji semasa banjir pantai timur di Britain pada 31 Januari 1953 dan boleh dikatakan agak berjaya serta merupakan permulaan yang baik untuk masa hadapan bidang peramalan cuaca.

Berikutan itu, pusat meteorologi di Britain telah mula menggunakan model komputer *Ferranti Mk I* di Universiti Manchester. Walaupun mesin ini masih mempunyai kapasiti yang terhad tetapi ianya membolehkan beberapa siri ramalan dijalankan. Pada masa yang sama, cubaan telah dijalankan untuk memasukkan proses fizikal dalam ramalan seperti pemanasan air yang sejuk di laut yang panas. Menjelang 1959, pusat meteorologi memperolehi komputer merkuri atau nama panggilanannya Meteor yang mempunyai kapasiti yang lebih tinggi dan lebih pantas berbanding *Ferranti*.



Pada 1960-an, Bushby Whitelam telah memperkenalkan model tahap 2 (Bushby dan Whitelam, 1961) dan ramalan 24-jam telah dilakukan berdasarkan data yang diperolehi tengah malam sebelumnya. Topografi juga telah dimasukkan dalam persamaan model pada 1961. Pada pertengahan musim panas pada tahun 1965 pula, model komputer English Electric KDF 9 yang jauh lebih pantas telah diperkenalkan. Model ini membolehkan 2 ramalan dijalankan dalam tempoh sehari. Kaedah ramalan cuaca berangka ini telah digunakan secara rasmi di Britain pada 2 November 1965. Comet pula disambung untuk terus beroperasi sehingga Mac 1973.

IBM 360/195 yang lapan kali lebih pantas berbanding Comet telah mengambil alih carta ramalan menjelang 1973. Dengan peningkatan ini beberapa program boleh dijalankan secara serentak. Model ini telah ditingkatkan kepada 370/158 pada 1974 untuk turut sama memasukkan program lain yang kurang penting, menyusun input dan output dan menjadualkan kerja. Sistem COSMOS ini membolehkan data sipnotik dimasukkan secara automatik untuk peramalan. Ianya juga boleh memplot carta sinoptik secara automatik dan melakukan proses klimatologikal. Menjelang 1979, lebih seribu tugas menggunakan komputer boleh dijalankan. Generasi terbaru sistem komputer telah diperkenalkan pada awal tahun 1980, bersama dengan model tahap-10 yang mewakili fizikal atmosfera dengan lebih baik lagi. Perubahan-perubahan ini memperbaiki dan meningkatkan lagi ketepatan ramalan terutama untuk 2 atau 3 hari lebih awal dan kadangkala boleh menjangkau hingga ke tujuh hari (Ratcliffe, 1993).



## 2.3 KAEDAH-KAEDAH PERAMALAN

Sejajar dengan perkembangan bidang kaji cuaca masa kini, semakin lama semakin bertambah kaedah baru yang lebih moden dan tepat muncul. Banyak kaedah yang pernah digunakan dalam bidang peramalan tetapi hanya lima jenis kaedah yang akan dibincangkan di sini iaitu kaedah ketetapan, kaedah klimatologi, kaedah analog, kaedah trend, dan kaedah peramalan cuaca berangka.

### 2.3.3 Kaedah analog

Menggunakan kaedah analog untuk meramal adalah agak sukar. Kaedah ini melibatkan penelitian terhadap senario ramalan pada hari ini dan mendapatkan hari-hari yang lepas di mana senarionya tidak banyak berbeza. Peramal tersebut akan meramalkan keadaan cuaca untuk esok adalah sama seperti ramalan untuk hari-hari yang lepas. Kaedah ini adalah sukar digunakan kerana bukan mudah untuk mendapatkan analog yang tepat tambahan pula taburan cuaca adalah pelbagai dan kadangkala berbeza dari yang lepas (Ratcliffe, 1994).

### 2.3.2 Kaedah klimatologi

Kaedah kedua yang juga agak ringkas dan mudah ialah kaedah klimatologi. Kaedah ini melibatkan pengumpulan data purata cuaca beberapa tahun kebelakangan yang digunakan untuk meramal. Sebagai contoh jika kita hendak menggunakan kaedah klimatologi untuk meramal cuaca di Kota Kinabalu pada bulan Julai tahun 2006, kita terpaksa meneliti semua data pada bulan Julai tahun-tahun sebelumnya dan mendapatkan



puratanya. Kaedah ini cuma berkesan sekiranya bentuk taburan cuaca adalah lebih kurang sama dan tidak menunjukkan banyak perbezaan dari tahun ke tahun.

### 2.3.5 Kaedah Peramalan Cuaca Berangka

Kaedah Peramalan cuaca secara berangka atau *Numerical Weather Prediction* (NWP) menggunakan program pengkomputeran yang adakalanya agak kompleks. Program pengaturcaraan komputer yang juga merupakan model peramalan ini berupaya memberikan ramalan kepada banyak fenomena atmosfera seperti suhu, tekanan, angin dan hujan. Peramal akan memeriksa apakah salingkaitan di antara maklumat yang diperolehi untuk meramal cuaca pada hari-hari tertentu. Kelemahan kaedah ini ialah persamaan yang digunakan dalam model ini untuk mensimulasikan atmosfera adakala tidak tepat. Ini boleh mengakibatkan kesilapan dalam peramalan. Walaubagaimanapun kaedah ini masih merupakan antara yang terbaik untuk meramalkan perubahan cuaca dari hari ke hari. (Brooks dan Doswell,1993).

## 2.4 KAJIAN-KAJIAN LEPAS

Sejak dahulu lagi bermacam-macam kajian yang spesifik berkaitan hujan telah dilakukan. Ini disebabkan tren-tren hujan di setiap kawasan adalah berbeza-beza mengikut tempat. Ini dipengaruhi oleh banyak factor-faktor seperti bentuk muka bumi dan jenis-jenis angin yang mempengaruhi kawasan tersebut. Dua jenis contoh kajian yang pernah dilakukan berkenaan sistem hujan adalah dinyatakan seperti di bawah:





## RUJUKAN

- Bushby, F.H. dan Whitelam, 1961. A three parameter model of the atmosphere suitable for numerical integration. *Meteorol* **87**, 374-392.
- Bleasdale, A., 1963. The distribution of exceptionally heavy falls of rain in the united Kingdom. *Journal of Institute Water Engineers* **17**, 45-55.
- Box, E.P.G. dan Jenkins, G.M., 1944. *Time series analysis: Forecasting and control*. Ed. Ke-3. Prentice Hall. United States.
- Brooks E. Harold dan Doswell A. Charles, 1993. New technology and numerical weather prediction – A wasted opportunity? *Weather* **48** (6)173-177.
- Bowerman dan Bruce, L.,2005. *Forecasting time series and regression: An applied approach*. Ed. ke-4. Thomson Brooks, CA.
- Collier, C.G.,1990. Assessing and forecasting extreme rainfall in the United Kingdom. *Weather* **45** (4), 103-111.
- Conrad, V., 1941. The variability of precipitation. *Monthly Weather Review* **69**, 5-11.
- David D. Kemp, 1990. *Global Environmental Issues*. Routledge, London.
- Grant, C.K., 1990. The Offshore Industry And Weather Forecast. *Weather* **45** (11), 404-407.
- Gujarati, D.N.,1995. *Basic Econometrics*. Ed Ke-3. McGraw-Hill,Inc, Singapore.
- Hanke, J.E., Reitsch, A.G., dan Wichern. D.W.,2001.*Business Forecasting*. Ed Ke-7. Prentice Hall, New Jersey.



- Kirsty Duncan, 1991. Scoys And Gaelic Weather Proverbs: A Broad Correlation With Regional Weather. *Weather* **46** (12), 377-381.
- Lawes, H.D., 1993. Back To Basis: An Introduction To Meteorology For Students And Young people. *Weather* **48** (10), 339-342.
- Mohd Khalid dan Mohd Daud, 1992. *Penelahan Siri Masa*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Miller, I.S., 1990. Benefits Of Accurate Weather Forecasting To Farmers. *Weather* **45** (11), 400-403.
- Neville Nicholls, Wasyl Drosdowsky dan Beth Lavery, 1994. Australian rainfall variability and change. *Weather* **48** (9), 66-72.
- Nicholls, N., 1988 El-Nino-Southern oscillation and rainfall variability. *Journal Climate* **1**, 418-421
- Oliver M. Ashford, 1992. Development of weather forecasting in Britain 1900-40. *Weather* **47** (10), 394-402.
- Perry, A.H., 1981. *Environmental hazards in the British Isles*. George Allen and Unwin. London.
- Raitchliffe, R.A.S., 1994. Weather forecasting for D-Day. *Weather* **49** (6), 198-202.
- Raitchliffe, R.A.S., 1993. Weather Forecasting in Britain, 1939-80. *Weather* **48** (9), 299-304.
- Ramu Ramanathan, 1989, *Introductory econometrics with applications*. The Dryden Press. New York.



Rodda, J.C., 1970. Rainfall excesses in the United Kingdom. *Trans Inst Br. Geogrs* **49**, 49-60.

Shaw, W.N., 1983. *Forecasting Weather*. Constable. London.

Sawyer, J.S., dan Bushby, F.H., 1953. A Baroclinic Model Atmosphere Suitable For Numerical Integration. *Meteorol* **10**, 54-59.

Walsh, P.D., dan Brassington, F.C., 1990. Application Of Weather Forecast And Meteorological Products For River Management. *Weather* **45** (11), 408-413.

William W.S., 1989, *Time Series Analysis: Univariate And Multivariate Methods*. Addison-Wesley. London.

William Kellogg, 1961, *The earth and its atmosphere*. Rand. New York.

