FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PARAS AIR DI SUNGAI KINABATANGAN

YUNG MEE CHING

PERPUSTAKAAN UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM MATEMATIK DENGAN EKONOMI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2008

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PUMS99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PARAS AIR DI SUNGAI KINABATANGAN

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SAYA: YUNG MEE CHING (HURUF BESAR) SESI PENGAJIAN: 2007/2008

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

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institutsi pengajian tinggi.
4. 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) (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 1B, Jalan Mantis Selatan 3B, 96000 Sibu, Sarawak.

DR. NORAINI ABDULLAH
Nama Penyelia

Tarikh: 29.04.2008 Tarikh: 29.04.2008

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).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya mengakui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

30 APRIL 2008

YUNG MEE CHING

HS2005-4180

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. **PENYELIA**

   (Pn. Noraini Abdullah) ----------

2. **PEMERIKSA 1**

   (Prof. Dr. Zainodin Hj. Jubok) ----------

3. **PEMERIKSA 2**

   (Pn. Darmesah Gabda) ----------

4. **DEKAN**

   (Supt/Ks. Prof. Madya Dr. Shariff A. Kadir S. Omang) ----------

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengambil kesempatan ini mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Puan Noraini Abdullah yang sudi memberi maklumat dan tunjuk ajar yang amat memanfaatkan kepada saya dalam menghasilkan disertasi ini. Beliau telah meluangkan masa dalam membincangkan masalah yang dihadapi oleh saya di samping memberikan nasihat dan motivasi kepada saya sepanjang tempoh kajian ini.

Selain itu, sokongan dan pandangan daripada rakan-rakan seperjuangan dalam menghasilkan disertasi ini amat dihargai. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada ahli keluarga saya yang sentiasa memberi sokongan kepada saya. Tidak dilupakan juga pihak-pihak yang terlibat secara langsung ataupun tidak dalam menghasilkan disertasi ini.

Sekian, terima kasih.

YUNG MEE CHING

HS2005-4180

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Peningkatan paras air yang sangat ketara akan menyebabkan sesebuah sungai tersebut berlakunya kejadian banjir. Bencana ini akan mengancam pembangunan sesebuah negara dari segi ekonomi, politik, pendidikan, dan keselamatan rakyat jelata. Selain itu, kerosakan harta benda, tanam-tanaman, dan binatang ternakan yang disebabkan oleh air banjir juga berlaku. Justeru itu, tujuan utama kajian ini ialah untuk membina satu model terbaik untuk menganggar perubahan paras air di sungai Kinabatangan, Sandakan. Dalam proses ini, kaedah regresi berganda akan digunakan. Dalam data yang digunakan untuk kajian, terdapat nilai yang tidak tercerap. Oleh itu, kaedah kubik splin akan digunakan untuk mencari nilai yang tidak tercerap ini. Untuk mendapatkan model terpilih daripada semua model berkemungkinan, proses penyingkiran dijalankan. Selepas mendapatkan model terpilih, model tersebut akan diuji dengan lapan kriteria pemilihan untuk mendapat satu model terbaik. Ujian wald diuji untuk membuktikan penyingkiran pembolehubah tak bersandar yang betul ke atas model terbaik. Selain itu, ujian kerawakan juga akan diuji terhadap model terbaik. Model terbaik mempunyai ralat yang bertabut secara rawak. Selepas syarat ujian-ujian ini telah dipenuhi oleh sesebuah model, tertunjuklah model tersebut adalah model terbaik untuk membuat anggaran. Penganggaran terhadap paras air sungai akan dijalankan dengan menggunakan model terbaik ini.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

FACTORS AFFECTING WATER LEVEL IN KINABATANGAN RIVER

ABSTRACT

For everyone's knowledge, the increasing of extreme water level in a river will cause flooding. This disaster will influence a country from aspects of economics, politics, education and the safety of people. Besides these, the damage to property, crops, and livestock may also occur by the floodwaters. So, the main purpose of this research is to build a model to predict the changes of the water level in the river Kinabatangan, Sandakan. The method to be used in this process is the multiple regressions. However, we have some missing values in the collected data, so the qubic spline method is used to estimate these missing values. To get the selected models from all possible models, elimination procedures are carried out. After we get the selected model, the eight selections criteria will be used to find the best model. The wald test is used to prove the correct elimination of independent variable from the best model. Besides that, randomness test will also be tested on the best model. A best model will have randomly distribution of residuals. After these conditions are fulfilled by a model, it can be shown that the model is suitable to do the prediction for the water level in the river.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI KANDUNGAN

		Muka Surat
PENGAKUAN		ii
PENGESAHAN		iii
PENGHARGAAN		iv
ABSTRAK		v
ABSTRACT		vi
SENARAI KANDUNGAN		vii
SENARAI JADUAL		xi
SENARAI RAJAH		xiii
SENARAI SIMBOL		xiv
BAB 1	**PENDAHULUAN**	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Jenis Sungai	1
1.3	Pengukuran Paras Air Sungai	3
1.4	Banjir	4
1.5	Jenis-jenis Banjir	5
	1.5.1 Banjir Laut	5
	1.5.2 Banjir Sungai	6
1.6	Kesan-kesan Banjir	6
	1.6.1 Jenis Kerugian Secara Langsung	7
	1.6.2 Jenis Kerugian Secara Tidak Langsung	8
1.7	Latar Belakang Kajian	9
1.8	Kepentingan Kajian	10
1.9	Objektif Kajian	11
1.10	Skop Kajian	11
BAB 2	**ULASAN LITERATUR**	
2.1	Pengenalan	15

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.2 Pemodelan Matematik 15

2.3 Pemodelan Hidrologi 16

2.4 Pemodelan Matematik dalam Peramalan Banjir 17

2.5 Pemodelan Hidrologi dalam Peramalan Banjir 21

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Pengenalan 27

3.2 Skop-skop Kawasan Kajian 28

3.3 Kaedah Kajian 28

3.3.1 Data Hujan 28

3.3.2 Data Luahan Sungai 29

3.3.3 Data Sejatan 30

3.3.4 Data Endapan 30

3.3.5 Data Suhu 31

3.4 Kaedah Kubik Splin 32

3.5 Kolerasi 34

3.6 Model Regresi Linear Berganda 35

3.6.1 Andaian Model Regresi Linear Berganda 37

3.7 Kaedah Penganggar Kuasa Dua Terkecil 41

3.8 Proses Dalam Mendapatkan Model Terbaik 42

3.8.1 Model-model Yang Berkemungkinan 43

3.8.2 Kaedah Penyingkiran 44

3.8.3 Lapan Kriteia Pemilihan Model 45

3.8.4 Ujian Individual 47

3.8.5 Ujian Keseluruhan 48

3.8.6 Ujian *Wald* 50

3.9 Reja 52

3.10 Ujian Kerawakan (*Randomness test*) 53

3.11 Penganggaran 55

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 4 DATA DISKRIPTIF

4.1 Pengenalan 57

4.2 Kaedah Kubik Splin 57

4.3 Perolehan Data 58

4.3.1 Pembolehubag Bersandar Y 58

4.3.2 Pembolehubah TidakBersandar X_1 59

4.3.3 Pembolehubah Tidak Bersandar X_2 59

4.3.4 Pembolehubah Tidak Bersandar X_3 60

4.3.5 Pembolehubah tidak bersandar X_4 60

4.3.6 Pembolehubah Tidak Bersandar X_5 60

4.4 Ujian Kenormalan dan Penjelmaan Data 61

4.4.1 Kenormalan Pembolehubah Bersandar, Y 62

4.4.2 Kenormalan Pembolehubah Tidak Bersandar, X_1 63

4.4.3 Kenormalan Pembolehubah Tidak Bersandar, X_2 66

4.4.4 Kenormalan Pembolehubah Tidak Bersandar, X_3 67

4.4.5 Kenormalan Pembolehubah Tidak Bersandar, X_4 69

4.4.6 Kenormalan Pembolehubah Tidak Bersandar, X_5 70

4.5 Matriks Pekali Korelasi 72

BAB 5 ANALISIS DATA DAN KEPUTUSAN

5.1 Pengenalan 75

5.2 Analisi Regresi Berganda 76

5.3 Model Terpilih 82

5.4 Pemilihan Model Terbaik 84

5.5 Pengujian Hipotesis 86

5.5.1 Ujian Individu 87

5.5.2 Ujian Keseluruhan 89

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

	5.5.3 Ujian Wald	91
5.6	Ralat Antara Pemerhatian dengan Peramalan (Reja)	94
5.7	Ujian Kerawakan	95
5.8	Perbandingan Antara Nilai Anggaran dengan Nilai Asal bagi Paras Air sungai	99
5.9	Penganggaran	100

BAB 6 KESIMPULAN

6.1	Model Terpilih	102
6.2	Kewujudan Model Terpilih Yang Sama	102
6.3	Kesan Interaksi Peringkat Tinggi Dalam Model	103
6.4	Model Terbaik	104
6.5	Kesimpulan	105
6.6	Cadangan	106

RUJUKAN 107

LAMPIRAN 114

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

No Jadual:		Muka Surat
3.1	Syarat-syarat Kubik Splin	33
3.2	Jadual Model yang Berkemungkinan	43
3.3	Jadual ANOVA	49
3.4	Jadual ANOVA bagi Pembolehubah yang Disingkir	52
4.1	Ujian Shapiro-Wilks bagi Menguji Kenormalan Ralat Rawak Y.	62
4.2	Ujian Shapiro-Wilks bagi Menguji Kenormalan Ralat Rawak X_1 Sebelum Penjelmaan.	63
4.3	Ujian Shapiro-Wilks Terhadap Ralat Rawak X_1 Selepas Penjelmaan.	64
4.4	Ujian Shapiro-Wilks bagi Menguji Kenormaan Ralat Rawak X_2.	66
4.5	Ujian Shapiro-Wilks bagi Menguji Kenormalan Ralat Rawak X_3.	68
4.6	Ujian Shapiro-Wilks bagi Menguji Kenormalan Ralat Rawak X_4.	69
4.7	Ujian Shapiro-Wilks bagi Menguji Kenormalan Ralat Rawak X_5	71
4.8	Matrik Pekali Kolerasi.	72
5.1	Jadual Pekali bagi M50	77
5.2	Excluded Variables M50	77
5.3	Jadual Pekali bagi M50.1	78
5.4	Excluded Variable bagi M50.1	79

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

5.5	Jadual Pekali bagi M50.2	79
5.6	Excluded Variable bagi M50.2	80
5.7	Jadual Pekali bagi M50.3	81
5.8	Jadual Pekali bagi M50.4	81
5.9	Rumusan bagi Model Terpilih	83
5.10	Lapan Kriteria Pemilihan model terbaik	85
5.11	Jadual Pekali bagi M46.3	86
5.12	Output ANOVA bagi M46.3	90
5.13	Output ANOVA bagi M46	92
5.14	Output bagi Pengiraan Nilai Mutlak Ralat dari Excel	101

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

No Rajah		Muka Surat
1.1	Peta Lokasi Sungai Kinabatangan	13
1.2	Peta Lokasi Stesen-stesen di Sungai Kinabatangan	14
4.1	Plot Normal Q-Q bagi Ralat Rawak X_1 Sebelum Penjelmaan	65
4.2	Plot Normal Q-Q bagi Ralat Rawak X_1 Selepas Penjelmaan	65
4.3	Plot Normal Q-Q bagi Ralat Rawak X_2	67
4.4	Plot Normal bagi Ralat Rawak X_3	68
4.5	Plot Normal Q-Q bagi Ralat Rawak X_4	70
4.6	Plot Normal Q-Q bagi Ralat Rawak X_5	71
4.7	Plot Serakan bagi Setiap Pembolehubah	74
5.1	Hubungan antara Penganggaran dengan Pemerhatian	94
5.2	Hubungan Reja dengan Nombor Sampel	95
5.3	Histogram bagi Reja	98
5.4	Plot Siri Masa Antara Nilai Anggaran Y dengan Nilai Asal Y	99

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI SIMBOL

$\sum$	jumlah
μ	min populasi
ε	ralat
σ^2	varians
α	aras keertian
H_0	hipotesis nol
H_1	hipotesis alternatif
β_i	parameter populasi, i=0, 1, 2, 3,..., p
n	bilang cerapan
SSE	perjumlahan kuasa dua ralat
SSR	perjumlahan kuasa dua regresi
e	reja
k	bilangan parameter
R	pekali kolerasi
R^2	pekali penentuan

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Perubahan paras air adalah satu fenomena semulajadi yang akan berlaku di setiap batang sungai. Paras air yang terlampau tinggi akan menyebabkan kejadian banjir. Banjir merupakan salah satu malapetaka yang utama di negara kita. Oleh itu, serba sedikit pengetahuan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan paras air adalah amat penting di kalangan masyarakat. Pengetahuan ini dapat membantu dalam merancang langkah-langkah persedian bagi banjir berlaku.

1.2 Jenis Sungai

Dalam kajian ini, sungai dijadikan sebagai sasaran penyelidikan. Menurut Ruslan (1994), terdapat beberapa jenis sungai iaitu sungai fana, sungai jeda dan sungai saka. Sifat-sifat

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

bagi ketiga jenis sungai ini adalah berbeza-beza. Oleh itu, adalah penting untuk mengetahui serba sedikit tentang ciri-ciri sungai sebelum membuat kajian terhadapnya.

Menurut Ruslan (1994), antara jenis-jenis sungai yang berbeza ialah sungai fana. Sungai fana merupakan sungai yang hanya terbentuk pada masa hujan berlaku atau selepas hujan berlaku. Sungai fana tidak mempunyai bentuk saluran yang tetap. Sungai jenis ini juga tidak mempunyai aliran dasar. Sungai fana biasanya terdapat di kawasan gersang dan separa gersang.

Manakala sungai jeda pula merupakan sungai yang mengalir dalam jeda masa yang tertentu sahaja. Ia mungkin berlaku beberapa bulan sahaja dalam setahun atau mengikut musim hujan. Pada masa yang lain, sungai jenis ini adalah kering. Sungai jeda biasanya terdapat di kawasan tropika yang mempunyai pola musim kemarau yang nyata. Pada musim kemarau, aliran sungai jeda berhenti akibat kekurangan air (Ruslan,1994).

Selain itu, beliau juga menyatakan sifat-sifat bagi sungai saka. Sungai saka merupakan sungai yang mengalir sepanjang masa tahun. Sifatnya amat berbeza dengan sungai jeda. Pada musim kering, aliran terus tetap berlaku. Hal ini demikian kerana terdapat sumber aliran bawah permukaan yang akan mengelakkan sungai jenis ini daripada kering.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

1.3 Pengukuran Paras Air Sungai

Secara pengetahuan yang umum, paras air merupakan ketinggian tahap air dalam sesebuah sungai. Fenomena peningkatan dan penurunan bagi paras air adalah satu proses yang semulajadi di semua sungai.

Menurut Ruslan (1994), terdapat kaedah lain yang mudah digunakan untuk mengukur paras air sungai selain meter alir iaitu menggunakan tolok pengukur aras sungai. Tolok ini merupakan sebatang kayu yang dicacakkan di dalam sungai. Bacaan aras air dicatatkan sekali sehari dalam unit meter atau kaki. Akan tetapi, bacaan paras air akan dicatat sejam sekali semasa banjir berlaku. Tolok pengukur ini boleh dicacak secara bersiri dari dalam sungai hingga ke atas tebing. Dengan ini, bacaan dapat diambil dengan mudah apabila paras air meningkat dan melimpahi tebing terutamanya semasa banjir berlaku.

Selain itu, perakam Stevens juga digunakan untuk mencatat paras air. Kaedah ini memerlukan sebuah perigi yang dibina di tebing sungai berkenaan (Ruslan, 1994). Weir luas digunakan untuk merekod data aras air kerana memberi keputusan yang tepat dan senang digunakan. Teknologi ini juga tidak memerlukan tenaga kerja yang ramai untuk mengoperasikannya.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

1.4 Banjir

Menurut Montgomery (2000), saiz bagi sesebuah alur sungai adalah berkadar langsung dengan kuantiti air di dalamnya. Seperti biasa, paras air sesebuah sungai adalah di bawah paras tebing anak sungai tersebut. Setelah beberapa kali penambahan ketinggian luahan sungai, anak sungai boleh melimpah keluar ke tebing sungai. Fenomena ini dipanggil banjir.

Selain itu, beliau telah menyatakan kebanyakan banjir yang berlaku di anak sungai mempunyai hubungan yang erat dengan curahan hujan yang secara tiba-tiba dan berterusan. Apabila hujan jatuh ke bumi, sebahagian daripada air akan meresap ke dalam tanah dan bergerak ke bawah atau menelus ke dalam zon tanah tepu di bawah aras bumi. Ada juga yang menyejat secara langsung kembali ke atmosfera. Manakala air yang selebihnya akan menjadi air larian, dan mengalir ke tempat yang lebih rendah seperti lopak, tasik, lautan, atau anak sungai di atas pengaruh daya graviti.

Montgomery (2000) juga menyatakan bahawa semasa banjir berlaku, paras air sesebuah alur sungai adalah lebih tinggi daripada biasa. Manakala halaju dan air larian juga bertambah kerana jisim air yang lebih berat mengalir ke hilir sungai oleh daya graviti. Isipadu dan halaju yang lebih tinggi telah menambahkan kuasa pemusnahan sesebuah banjir. Ketinggian paras air sungai pada titik-titik yang tertentu dinamakan tahap anak sungai. Satu sungai adalah di peringkat banjir apabila paras anak sungai tersebut melebihi ketinggian tebing sungai.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Banjir adalah satu malapetaka yang tidak dapat diduga. Menurut Charles *et al.* (2003), banjir tidak berlaku setiap tahun di setiap sungai, tetapi banjir adalah satu proses semulajadi di setiap sungai. Oleh itu, penduduk yang tinggal di bandar-bandar yang berhampiran dengan sungai mesti bersedia untuk kejadian banjir. Hujan yang lebat secara berturut-turut adalah faktor utama kepada banjir. Ahli-ahli geologi menganggap banjir sebagai peristiwa yang normal dan tidak dapat dicegah. Mereka mempercayai bahawa banjir akan berlaku selagi terdapatnya fenomena hujan berlaku di bumi ini. Kadar dan isipadu curahan hujan sering digunakan untuk menentukan sama ada banjir akan berlaku.

1.5 Jenis-jenis Banjir

Kajian tentang sifat-sifat banjir telah dijalankan sejak beberepa dekad yang dahulu. Melalui kajian daripada ahli-ahli hidrologi, banjir boleh dikelaskan kepada dua jenis, iaitu banjir laut dan banjir sungai.

1.5.1 Banjir Laut

Menurut Mcdonald dan David (1994), banjir laut ialah banjir yang berlaku di laut. Mereka percaya terdapat lima faktor yang utama menyebabkan banjir laut. Antaranya adalah arah dan kekuatan angin, keamatan aliran tekanan, fenomena pasang surut, geometri lembangan laut dan sifat garisan pantai. Faktor-faktor ini telah menyebabkan satu fenomena yang mana paras laut lebih tinggi berbanding dengan jangkaan daripada

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

paras laut yang normal. Ramalan banjir laut merupakan salah satu isu yang amat penting di kalangan ahli-ahli sains.

1.5.2 Banjir Sungai

Selain daripada banjir laut, banjir sungai juga banyak berlaku di dunia ini. Mcdonald dan David (1994) telah menyatakan bahawa banjir sungai berpunca daripada ketidakupayaan saluran untuk mengawal air larian daripada mengalir ke dalam saliran sungai. Air larian ini mungkin berpunca daripada curahan hujan yang lebat secara tidak berhenti-henti, pencairan salji atau kegagalan takungan air sama ada takungan semulajadi atau buatan untuk mengendalikan air larian. Terdapat juga ramalan banjir yang tidak dapat dijalankan akibat daripada kagagalan untuk mengumpul data-data tentang lembangan saliran tersebut.

1.6 Kesan-kesan Banjir

Kerosakan banjir biasanya diukur secara sistematik. Stoltman *et al.* (2004) telah menyatakan dua kategori yang utama dalam kesan banjir iaitu secara langsung dan secara tidak langsung, yang boleh dibahagi selanjutnya kepada nyata dan tidak nyata. Kerosakan-kerosakan yang nyata dapat dinilai dalam bentuk kewangan, manakala yang tidak nyata biasanya adalah kerugian harta benda yang bukan untuk dijual beli atau untuk yang tidak bernilai pada pasaran. Oleh itu, kerosakan daripada banjir boleh dikategorikan kepada kategori secara langsung, tidak langsung, atau nyata dan tidak nyata.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Menurut Changnon (1996), adalah satu kesukaran bagi ahli-ahli sains untuk menafsirkan kesan-kesan secara langsung daripada satu banjir. Hal ini demikian kerana aktiviti-aktiviti yang tertentu mungkin ditangguh akibat banjir, manakala kesan lain melibatkan harta benda yang dimusnah akibat banjir. Tambahan pula, kerja-kerja pemulihannya juga memerlukan kos penyelenggaraan yang tinggi.

Selain itu, beliau juga menyatakan beberapa isu yang dianalisis dari segi ekonomi. Adalah berkemungkinan untuk mendapatkan perbezaan dalam penilaian kesan-kesan banjir mengikut tempat (rantau atau negara). Dalam sesetengah kes, banjir di sesebuah negara yang menyebabkan kesan-kesan negatif mungkin akan mendatangkan faedah kepada negara yang lain. Sebagai contoh, kemerosotan dalam pengeluaran hasil pertanian dalam satu kawasan melalui pengurangan bekalan telah meningkatkan harga-harga hasil pengeluaran di negara lain. Ini adalah satu fenomena daripada malapetaka banjir bahawa kesedihan, kesengsaraan, dan kemerosotan ekonomi tidak dapat dikongsi bersama sejagat dunia.

1.6.1 Jenis Kerugian Secara Langsung

Jenis kerugian daripada banjir yang utama ialah secara langsung. Menurut Stoltman *et al.* (2004), jenis kerugian yang secara langsung akibat daripada banjir ialah kesan yang berhubung dengan air banjir. Mereka menyatakan bahawa unit ukuran kesan secara langsung boleh dibahagi kepada dua jenis iaitu dalam bentuk nyata dan bentuk tidak nyata. Dalam ukuran secara nyata, jumlah kerugian adalah diukur dalam bentuk

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

kewangan. Contohnya kerosakan harta benda, tanam-tanaman, dan binatang ternakan yang disebabkan oleh air banjir. Antara tanaman yang mudah mati adalah getah, koko, kepala sawit dan padi. Kemusnahan tanam-tanaman ini akan merugikan para petani. Kekurangan bekalan makanan akan berlaku akibat kemusnahan tanaman yang disebabkan oleh air banjir. Selain itu, banjir yang besar boleh menenggelamkan rumah kediaman serta menghanyutkan atau merosakkan barang-barang lain seperti barang-barang elektrik, kereta dan sebagainya. Ini membawa kerugian yang besar kepada penduduk. Bagi ukuran secara tidak nyata, jumlah kerugian adalah merujuk kepada bentuk psikologikal atau sifat emosional tanpa dipengaruhi oleh nilai pasaran yang wujud. Contohnya, kes-kes kematian yang telah dicatat seperti mati lemas dan kemusnahan artifak kebudayaan dan memorandum peribadi.

1.6.2 Jenis Kerugian Secara Tidak Langsung

Stoltman *et al.* (2004) juga berpendapat bahawa kerugian yang tidak langsung juga meliputi unit ukuran secara nyata dan tidak nyata. Contoh-contoh unit ukuran yang secara nyata dalam jenis kerugian yang tidak langsung ialah gangguan kepada ekonomi dan aktiviti-aktiviti sosial dalam tempoh banjir atau selepas banjir berlaku. Gangguan-gangguan ini termasuklah kerosakan harta awam seperti jalan raya, bangunan, telefon dan bekalan elektrik. Aktiviti perdagangan, pengeluaran dalam sektor industri atau pertanian, dan sektor pelancongan juga terjejas. Kesan banjir melibatkan kos penyelenggaraan yang tinggi. Jumlah besar perbelanjaan untuk memperbaiki kerosakan dan membiayai kelengkapan perubatan akan ditanggung oleh kerajaan. Selain itu, banjir juga

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

menyebabkan pelbagai penyakit, kemusnahan tanam-tanaman dan binatang ternakan. Di samping itu, unit ukuran yang tidak nyata ialah kematian atau penyakit yang disebabkan oleh tekanan jiwa, dan gangguan tekanan jiwa selepas banjir berlaku. Selain itu, gangguan dalam persekolahan dan kehidupan biasa juga berlaku.

1.7 Latar Belakang Kajian

Menurut Ruslan (1994), banjir merupakan satu fenomena yang kerap berlaku di Asia Tenggara seperti Kuala Lumpur, Bangkok dan Manila. Sebagai contoh, banjir yang berlaku di Bangok berlaku hampir setiap tahun antara bulan Oktober hingga bulan November yang mengakibatkan kerugian bernilai satu juta Bahts (AS $50 juta) sementara banjir tahun 1982 telah menyebabkan kerugian sebanyak 6.6 juta Baths (AS $330 juta). Secara umumnya, banyak model yang dibina telah menunjukkan hujan lebat yang berturut-turut akan menyebabkan paras air di sungai meningkat dan justeru menyebabkan kejadian banjir berlaku. Hal ini dapat juga dibuktikan melalui rekod-rekod yang dicatatkan oleh kejadian banjir yang telah berlaku di daerah Kinabatangan, Sandakan. Melalui laporan Jabatan Hidrologi di Sabah, kebanyakan banjir yang berlaku adalah berpunca daripada peningkatan paras air yang disebab oleh turunan hujan yang lebat dalam tadahan sungai.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

RUJUKAN

Akaike, H. 1970. Statistical Predictor Indentification. *Annals Instit. Stat. Math* **22**, ms. 216-230.

Akaike, H. 1974. A New Look At Statistical Model Identification. *IEEE Trans. Auto Control* **19**, ms. 716-723.

Alias, B. 1998. *Model Linear dalam Penyelidikan Sains Sosial*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.

Allison, P. D. 1999. *Multiple Regression: A Primer*. Pine Forge Press, Inc., London.

Anuar, H. M. A. 1988. *Teori Ekonometrik*. Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Arnaud, P., Bouvier, C., Cisneros, L. & Dominguez, R. 2002. Influence of Rainfall Spatial Variability on Flood Prediction. *Journal of Hydrology* **260**, ms. 216-230.

Baxter, E.V., Jean E. V., Chiarong, C. & Keneth, W. H. 2003. Operational Deployment of a Physics-based Distributed Rainfall-runoff Model for Flood Forecasting in Taiwan. *Weather Radar and Distributed Hydrological Modeling*, ms. 1-8.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Changnon, S.A. 1996. *The Great Flood of 1993: Causes, Impact, and Responses*. Westview Press, Inc., Colorado.

Charles, C. P., McGeary, D. & Carlson, D. H. 2003. *Physical Geology*. Ed. ke-2. McGraw-Hill Higher Education, Boston.

Chetty, K. & Smithers, J. 2005. Continuous Simulation Modeling for Design Flood Estimation in South Africa: Preliminary Investigations in The Thukela Catchment. *Physics and Chemistry of the Earth* **30,** ms. 634-638.

Coakes, S. J. 2005. *SPSS Version 12.0 For Windows*. John Wiley & Sons, Sydney.

Craven, P. & Wahba, G. 1979. Smoothing Noisy Data With Spline Function. *Numerical Mathematics* **13**, ms. 377-403.

Edwards, D. & Hamson, M. 1989. *Guide to Mathematical Modelling*. CRC Press, Inc., Florida.

Elias, D. & Ierotheos, Z. 2006. Quantifying The Rainfall-water Level Fluctuation Process In a Geologically Complex Lake Catchment. *Environment Monitoring And Assessment* **119**, ms. 491-506.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Escalante-Sandoval, C. 2007. Application of Bivariate Extreme Value Distribution To Flood Frequency Analysis: A Case Study of Northwestern Mexico. *Nat Hazards* **42**, ms. 37-46.

Gaume, E., Livet, M., Desbordes, M. & Villeneuve, J. P. 2004. Hydrological Analysis of The River Aude, France, Flash Flood On 12 and 13 November 1999. *Journal of Hydrology* **286**, ms. 135-154.

Giordano, F. R., Weir, M. D. & Fox, W. P. 1997. *A First Course In Mathematics Modelling*. An International Thomson Publishing Company, New York.

Gregory, K.J. & Walling, D. E. 1973. *Drainage Basin Form and Process: A Geomorphological Approach*. Edward Arnold, London.

Hannan, E. J. & Quinn, B. 1979. The Determination of The Order of An Autoregression. *Journal Royal Statistics Society* **42**, ms. 190-195.

Ibrahim, K. & Shahran, M. S. 2000. *Kaedah Regresi*. Pusat Pengajian Jarak Jauh Universiti Kebangsaan Malaysia.

Ismail, B. M., Siska, C. N. & Yosza, D. 2007. Unimodality Test for Global Optimization of Single Variable Function Using Statistical Method. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences*, **1(2)**: 43-53.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Jabatan Hidrologi, 2005. *Lokasi Stesen-stesen di Sungai Kinabatangan*. Jabatan Hidrologi Sabah, Kota Kinabalu, Sabah.

Jabatan Hidrologi, 2005. *Peta Lokasi Sungai Kinabatangan*. Jabatan Hidrologi Sabah, Kota Kinabalu, Sabah.

Jain, S. K., Singh, R. D. & Seth, S. M. 2000. Design Flood Estimation Using GIS Supported GIUH Approach. *Water Resources Management* **14**, ms. 369-376.

Kay, A. L., Nicholas, S. R. & Richard, G. J. 2006. RCM Rainfall for UK Flood Frequency Estimation. 1. Method and validation. *Journal of Hydrology* **318**, ms. 151-162.

Koutrouvelis, I.A. & Canavos, G. C. 2000. A Comparison of Moment-based Method of Estimation for The log Pearson Type 3 Distribution. *Journal of Hydrology* **234**, ms. 71-81.

Lind, D. A., Marchal, M. G. & Wathan, S. A. 2005. *Statistical Techniques in Business And Economics*. McGraw-Hill/Irwin, New York.

Mahdi, S. & Ashkar, F. 2004. Exploring Generalized Probability Weighted Moments, Generalized Moments and Maximum Likelihood Estimating Methods In Two-Parameter Weibull Model. *Journal of Hydrology* **285**, ms. 62-75.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

McCuen, R. H. 2005. Hydrologic Analysis And Design. Ed. ke-3. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

Mcdonald, A. & David,K. 1994. *Water resources: Issues and Strategies*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Montgomery, C. W. 2000. *Environment Geology*. Ed. ke-5. McGraw-Hill Higher Education, Boston.

Nigel, A. 2002. *Hydrology and Global Environment Change*. Prentice-Hall Inc., New York.

Niggli, M. & Musy, A. 2005. A Bayesian Combination Method of Flood Models: Principles and Application Results. *Agricultural Water Management* **77,** ms. 110-127.

Northrop, P. J. 2004. Likelihood-based Approached to Flood Frequency Estimation. *Jurnal of Hydrology* **292**, ms. 96-113.

Patra, K. C. 2003. *Hydrology and Water Resources Engineering*. Alpha Science International Ltd, Pangbourne.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Ramanathan, R. 2002. *Introductory Econometrics with Applications*. Ed. ke-5. Michael P. Roche, Ohio.

Rice, J. 1984. Bandwidth Choice For Non Paramatric Kernel Regression. *Annals of Statistics* **12**, ms. 1215-1230.

Ruslan, W. I. 1994. *Pengantar Hidrologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka Kementerian Pendidikan Malaysia Kuala Lumpur.

Schwarcz, R. 1978. Estimating The Dimension of A Model. *Annals of Statistics* **6**, ms. 461-464.

Shibata, R. 1981. An Optimal Selection of Regression Variables. *Biometrika* **68**, ms. 45-54.

Stoltman, J. P., Lidston, J. & Dechano, L. M. (eds.). 2004. *International Perspectives on Natural Disasters: Occurrence, Mitigation, and Consequences*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Viessman, W. J. & Warren, G. L. 2003. *Introduction to Hydrology*. Ed. ke-5. Pearson Education, Inc., New York.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Wilson, E. M. 1990. *Engineering Hydrology*. Ed. ke-4. Macmillan Education Ltd, London.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH