

MODEL LUAHAN SUNGAI KINABATANGAN DENGAN TABURAN HUJAN

TIANG SIIK MEE

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

APR 2008

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

TAJUK MODEL LUAHAN SUNGAI KINABATANGAN DENGAN
TABURAN HILJAN

BAZAH IJAZAH SARJANA MUDA SAINC DENGAN KEPUIJAN

SAYA TIANG SIK MEE SESI PENGAJIAN 2007/2008
 (HURUF BESAR)

menyatakan 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 institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

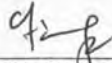
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 46A, Jalan
Nan Sang, 96000 Sibuan,
Sarawak

PN. NORAINI ABDULLAH

Nama Penyalia

Tarikh 29.04.2008Tarikh 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.

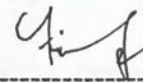
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)



PENGAKUAN

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

Apr 2008



TIANG SIIK MEE

HS2005-4445

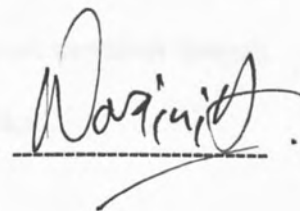


DIPERAKUKAN OLEH

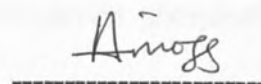
Tandatangan

1. **PENYELIA**

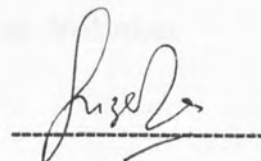
(Pn. Noraini Abdullah)


-----2. **PEMERIKSA 1**

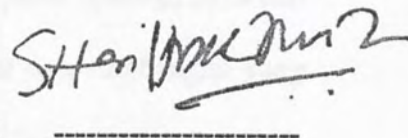
(Dr. Aini Janteng)


-----3. **PEMERIKSA 2**

(Pn. Suzelawati Zenian)


-----4. **DEKAN**

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

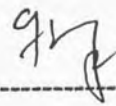

-----

PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin mengucapkan terima kasih dan setinggi penghargaan yang tinggi kepada Puan Noraini Abdullah selaku penyelia saya. Beliau telah memberi banyak bantuan dari segi panduan dan nasihat sepanjang penulisan ini dijalankan.

Selain itu, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada barisan pensyarah Program Matematik dengan Ekonomi, Sekolah Sains dan Teknologi kerana telah banyak memberikan nasihat dan kerjasama kepada saya sepanjang penulisan ini dijalankan.

Akhir sekali, penghargaan dan jutaan terima kasih juga kepada keluarga saya dan juga kawan-kawan seperjuangan di atas apa juga bentuk bantuan dan sumbangan yang telah dihulurkan kepada saya. Sekian.



(TIANG SIIK MEE)

(HS2005-4445)



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi luahan sungai di kawasan tadahan Ulu Kuamut, Sandakan. Antara faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah luahan sungai yang disenaraikan di dalam kajian ini ialah keamatan hujan, intensiti hujan, kekerapan hujan, suhu dan sejatan. Analisis korelasi terhadap pembolehubah bersandar dan pembolehubah tak bersandar telah dikaji untuk memastikan terdapat hubungan linear antara satu sama lain. Dalam analisis regresi berganda juga terdapat beberapa andaian seperti kelinearan, kenormalan, homoskedastisti dan ketaksandaran. Pada bahagian permulaan, sebelum analisis regresi berganda dijalankan, ujian kenormalan terhadap setiap jenis data pembolehubah telah dilaksanakan untuk memastikan data-data bagi pembolehubah-pembolehubah adalah bertaburan normal. Selain itu, masalah multikolinearan antara pembolehubah-pembolehubah tak bersandar juga telah dikenalpasti. Di samping itu, cara-cara mengesan dan mengatasi masalah multikolinearan telah dibincangkan. Di sepanjang analisis, plot reja juga telah diberi penekanan dalam kajian ini. Dengan menggunakan kaedah regresi berganda, model terbaik akan dipilih. Model terbaik ini digunakan untuk mencari nilai anggaran luahan sungai dan dapat membuat peramalan bagi jumlah luahan sungai pada masa depan.



MODELLING DISCHARGE OF KINABATANGAN RIVER WITH RANIFALL DISTRIBUTION

ABSTRACT

The major purpose of this study is to analyze factors which influence the amount of discharge in the catchment's of Ulu Kuamut, Sandakan. Among the factors influence the amount of discharge in the list of this study is amount of rainfall, rain intensity, rainfall frequency, temperatures and evaporation. Correlation analysis for dependent variable and independent variables has been studied to ensure that linear relationship with each another emerges or not. In the analysis multiple regression also is involved some assumptions such as linearity, normality, homoscedastisity and independently. On the early part , before multiple regression analysis carried out, test of normality for each data variables were implemented to make sure data are behave distribution normal. Apart from that, problem multicollinearity among independents variables also have been identified. In addition, ways detect and overcome the problem multicollinearity was discussed. In by analysis, residuals plot also give emphasis in this study. With using the method multiple regressions, best model would be picked. This best model is used to find the estimated value for the amount of discharge and may make prediction for discharge in the future.



SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KADUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI SIMBOL	xvi
Muka Surat	
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Ciri-ciri hujan	3
1.3 Luahan hujan	4
1.4 Komponen air larian	5
1.4.1 Kategori sungai	5
1.4.1.a Sungai fana	5
1.4.1.b Sungai jeda	6
1.4.1.c Sungai saka	6
1.5 Faktor-faktor mempengaruhi air larian	8
1.5.1 Faktor cuaca dan iklim	8
1.5.2 Faktor lembangan	9
1.5.2.a Saiz lembangan	9
1.5.2.b Bentuk lembangan	10
1.5.2.c Kecerunan lembangan	10
1.5.2.d Orientasi lembangan	10
1.5.2.e Kepadatan lembangan	10



1.5.2.f	Jenis guna tanah lembangan	11
1.6	Proses di permukaan bumi	11
1.7	Latar belakang kajian	13
1.8	Kepentingan kajian	14
1.9	Objektif kajian	15
1.10	Skop kajian	15
BAB 2	ULASAN LITERATUR	18
2.1	Pengenalan	18
2.2	Pemodelan Matematik	18
2.3	Pemodelan matematik antara hubungan curahan hujan dan air larian	19
2.4	Pemodelan hidrologi antara hubungan curahan hujan dan luahan sungai	22
2.5	Cara untuk mengenal pasti sumber-sumber ketidakpastian pemodelan curahan hujan dan air larian	26
2.6	Penganggaran Air larian	27
BAB 3	METODOLOGI	30
3.1	Pengenalan	30
3.2	Model Regresi dan Penggunaanya	31
3.2.1	Andaian-andaian Regresi Berganda	31
3.2.2	Taksiran Paramater	34
3.2.3	Pembolehubah bersandar dan pembolehubah-pembolehubah tak bersandar	34
3.3	Kaedah Kuasa Dua Terkecil Biasa (Ordinary Least Square Procedur)	35
3.3.1	Penjelasan Tentang Persamaan Regresi Berganda	38
3.4	Prosedur menentukan model yang paling baik	40
3.4.1	Pembinaan Model Regresi Berganda Terbaik	40
3.4.1.a	Kaedah Penghapusan	41
3.4.2	Ujian Individu: (Individual test)	42
3.4.3	Ujian Global: (Global test)	43
3.4.4	Lapan Kriteria Pemilihan Model	44



3.4.5	Ujian Wald: (Wald test)	46
3.4.6	Ujian Kerawakan: (Randomness test)	48
3.5	Andaian Pentaabiran	49
	a. Kenormalan	49
	b. Homoskedastisiti	50
3.6	Analisis Korelasi	50
3.6.1	Pekali Penentuan, R^2	50
3.6.2	Pekali Korelasi Pearson, r	52
3.7	Multikolinearan	53
3.7.1	Punca Masalah Multikolinearan	53
3.7.2	Cara Mengesan Multikolinearan	54
3.7.3	Mengatasi Masalah Multikolinearan	54
3.8	Masalah-masalah dalam analisis	55
3.8.1	Penganggaran nilai-nilai hilang bagi hujan (<i>missing value</i>)	56
	a Kaedah purata aritmetik	57
	b Kaedah Normal nisbah	57
	c Kaedah Isohiet	58
3.9	Kaedah Pengukuran Luahan Sungai	58
3.9.1	Kaedah Luas Halaju	59
3.9.2	Kaedah struktur Kawalan	59
3.9.3	Kaedah Pencairan	60
3.10	Hidrograf	61
3.11	Ramalan terhadap Luahan Sungai	62
3.11.1	Pengukuran Ralat Ramalan	62
3.12	Perisian Komputer	64
BAB 4	ANALISIS STATISTIK	65
4.1	Pengenalan	65
4.2	Ujian Kernormalan Data	67
4.2.1	Data bagi Pembolehubah Bersandar Y, Luahan Sungai	67



4.2.2	Data bagi Pembolehubah tak Bersandar X_1 , Keamatan Hujan	69
4.2.3	Data bagi Pembolehubah tak Bersandar X_2 , intensiti hujan	70
4.2.4	Data untuk Pembolehubah tak Bersandar X_3 , intensiti hujan	72
4.2.5	Data untuk Pembolehubah tak Bersandar X_4 , Suhu	73
4.2.6	Data untuk Pembolehubah tak Bersandar X_5 , kuantiti sejatan	75
4.3	Analisis Korelasi	76
BAB 5	ANALISIS DATA	79
5.1	Pengenalan	79
5.2	Analisis Model Regresi Berganda	81
5.3	Pemilihan Model dengan Menggunakan 8SC	86
5.4	Ujian Hipotesis	88
5.5	Ujian Terhadap Model Terbaik	88
5.5.1	Ujian Individu (t-test)	89
5.5.2	Ujian Global	90
5.5.3	Ujian <i>Wald</i>	90
5.5.4	Ujian Kerawakan	93
5.6	Analisis reja	96
5.7	Peramalan Kadar Luahan Sungai Pada Tahun 2006	98
BAB 6	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN	101
6.1	Pengenalan	101
6.2	Pemilihan Model Terbaik	102
6.2.1	Interaksi antara Pembolehubah Signifikan dan tak Signifikan	103
6.2.2	Interaksi antara Pembolehubah-Pembolehubah tak Signifikan	104
6.2.3	Interaksi antara Pembolehubah-Pembolehubah Signifikan	106
6.3	Model Terbaik	107
6.4	Masalah Multikolinearan	109
6.5	Kesimpulan	110
6.6	Cadangan	111



SENARAI JADUAL

No Jadual:	Muka Surat
1.1 Lokasi Tempat Kajian	16
3.1 Jadual Analisis varians	39
3.2 Jadual ANOVA	44
3.3 Lapan Kriteria Pemilihan Model	45
3.4 Jadual ANOVA	47
4.1 Model berkemungkinan	66
4.2 Ujian Kenormalan ke atas Pembolehubah Y	67
4.3 Ujian Kenormalan ke atas Pembolehubah tak Bersandar X_1	69
4.4 Ujian Kenormalan ke atas Pembolehubah tak bersandar X_2	71
4.5 Ujian Kenormalan ke atas Pembolehubah tak Bersandar X_3	72
4.6 Ujian Kernormalan untuk Pembolehubah tak Bersandar X_4	74
4.7 Ujian Kenormalan ke atas Pembolehubah tak Bersandar X_5	75
4.8 Ujian Korelasi	77
5.1 Jadual Pekali bagi Model M38	81
5.2 Jadual Pekali bagi Model M38.1	82
5.3 Jadual Pekali bagi Model M38.2	82
5.4 Jadual Pekali bagi Model M38.3	83
5.5 Jadual Pekali bagi Model M38.4	83
5.6 Senarai Model yang Terpilih	84
5.7 Jadual Pekali bagi Model M3	85
5.8 Jadual Pekali bagi Model M33.2	86



5.9	Jadual ANOVA bagi Model M64.6	87
5.10	Jadual Pekali bagi Model Terbaik- M64.6	87
5.11	Jadual ANOVA bagi Model Terbaik-M64.6	88
5.12	Jadual Pekali bagi Model Terbaik-M64.6	89
5.13	Ujian Individu Terhadap setiap Pembolehubah	89
5.14	Jadual ANOVA bagi model M64	91
5.15	Jadual ANOVA bagi model M64.6	91
5.16	Jadual Pengiraan daripada output <i>Excel</i>	93
5.17	Pengiraan Nilai Ramalan Luahan sungai Pada Tahun 2006	99
5.18	Output bagi pengiraan nilai mutlak ralat dari Excel	100
6.1	Jadual Pekali bagi Model M55	104
6.2	Jadual Pekali bagi Model M22	105
6.3	Jadual Pekali bagi Model M38	105
6.4	Jadual Pekali bagi Model M23	106
6.5	Jadual Pekali bagi Model M42.1	107
6.6	Jadual Kesimpulan Model M64.6	108



SENARAI RAJAH

No Rajah		Muka Surat
1.1	Komponen air larian	7
1.2	Kitaran Hidrologi	13
1.3	Peta Lokasi Sungai Kinabatangan	16
1.4	Peta Lokasi Stesen-stesen di Sungai Kinabatangan	17
4.1	Plot Q-Q untuk luahan sungai	68
4.2	Plot histogram untuk luahan sungai	68
4.3	Plot Q-Q untuk Keamatan Hujan	69
4.4	Plot Histogram untuk Keamatan Hujan	70
4.5	Plot Q-Q untuk Intensiti Hujan	71
4.6	Plot Histogram untuk Intensiti Hujan	71
4.7	Plot Q-Q untuk kekerapan Hujan	72
4.8	Plot Histogram untuk Kekerapan Hujan	73
4.9	Plot Q-Q untuk suhu	74
4.10	Plot Histogram untuk suhu	74
4.11	Plot Q-Q untuk Quantiti Sejatan	75
4.12	Plot Histogram untuk Quantiti Sejatan	76
4.13	Matrik Pekali antara Pembolehubah-Pembolehubah	78
5.1	Graf Reja dengan Bilangan Cerapan	95



5.2	Plot Histogram untuk Reja	96
5.3	Graf Peramalan dan Permerhatian	98
5.4	Plot Siri Masa antara Nilai ramalan Y dan Nilai Asal Y .	99



SENARAI SIMBOL

Σ	jumlah
ε	ralat
σ^2	varians
α	paras keertian
H_0	hipotesis nol
H_a	hipotesis alternative
HTKD	hasil tambah kuasa dua
HTKDSM	hasil tambah kuasa dua sisihan min
e	reja
k	bilangan parameter
r	pekali kolerasi
R^2	pekali penentuan
n	bilang cerapan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Di permukaan bumi, tiga perempat adalah terdiri daripada air. Air wujud dalam berbagai-bagai bentuk dalam sistem bumi-atmosfera terutamanya dalam bentuk wap air, gas, pepejal, atau cecair (Ruslan, 1994).

Dalam kehidupan manusia, air merupakan satu unsur yang terpenting. Seseorang manusia walaupun mempunyai segala kekayaan, tanpa air dia memang tidak dapat hidup. Seseorang manusia boleh bertahan lapar tanpa makan tetapi tidak boleh tanpa air. Tidak hanya manusia memerlukan air, malah tumbuh-tumbuhan dan haiwan juga memerlukan air. Selain itu, air memainkan peranan sebagai ejen geomort terpenting dalam luluhawa dan pembentukan serta pengubahsuaian bentuk muka bumi. Dalam keseimbangan suhu bumi, air memainkan peranan sebagai pengawal tenaga yang terpenting (Ruslan, 1994).



Dalam hidrologi, air merupakan salah satu unsur yang terdapat merata dalam persekitaran semula jadi. Jadi hidrologi merupakan satu kajian saintifik tentang air. Kitaran air atau kitaran hidrologi dikenali sebagai semua proses yang berkaitan rapat antara satu sama lain dalam alam sekitar ini. Proses yang kompleks yang terlibat dalam kitaran air ini ialah penyejatan, pemeluwapan, keujanan, susupan, pintasan, air larian dan luahan sungai (Mackenzie dan David, 1998). Jadi dalam kajian ini, proses yang lebih dititikberatkan adalah proses kerpasan (hujan), air larian dan luahan hujan.

Secara keseluruhannya, bumi menerima banyak curahan hujan. Jika hujan turun sama rata, semua tanah itu akan menerima 34 inci (86 sentimeter) satu tahun. Tetapi curahan hujan adalah tidak rata diagihkan atas permukaan bumi terutama tidak rata ke atas benua-benua lantaran tempat gunung (The World Book Encyclopedia, 2005).

Hujan adalah biasanya turun dengan lebat sepanjang lantaran khatulistiwa kerana kelembapan yang tinggi dan kerana angin permukaan bertumpu (bertaup) di sana. Disebabkan penumpuan angin, udara akan meningkat, awan-awan dan hujan terbentuk. Hujan memainkan satu peranan dalam kitar hidrologi iaitu lembapan daripada lautan menyejat, memeluwap ke dalam awan, dan akhirnya kembali ke lautan melalui sungai-sungai untuk mengulangi kitaran sekali lagi (The World Book Encyclopedia, 2005).



1.2 Ciri-Ciri hujan

Terdapat tiga ciri hujan yang biasa digunakan oleh ahli-ahli saintifik iaitu ciri fizikal hujan, kekerapan dan taburan hujan, dan intensiti hujan. Titisan hujan berjulat besar dalam saiz dan kelajuan keturunan hujan. Kebanyakan garis pusat titisan hujan berjulat dari 0.02 hingga 0.25 (0.5 hingga 6.35 milimeter). Kadar julat saiz-saiz ini daripada 6.5 kaki (2 meter) per saat untuk paling kecil hingga kira-kira 30 kaki (9 buah meter) per saat untuk terbesar (The World Book Encyclopedia, 2005).

Kekerapan merujuk kepada ulangan hari-hari yang hujan dalam sesuatu jangka waktu seperti dalam sehari, sebulan atau setahun. Taburan hujan adalah dibentuk daripada kekerapan hujan ini. Terdapat tiga jenis taburan hujan iaitu taburan yang seragam, taburan mod tunggal dan taburan dwimod (mempunyai dua puncak hujan). Jadi, Malaysia lazimnya mengalami taburan dwimod ini (Ruslan, 1994).

Di Malaysia, kita akan mengalami dua angin monsun iaitu monsun Timur Laut (November hingga Mac) dan monsun Tenggara (Jun hingga Julai). Kedua-dua monsun ini menyebabkan negara kita mengalami hujan lebat dua kali setahun. Penerimaan hujan adalah dipengaruhi oleh keadaan topografi. Di Semenanjung Malaysia, purata hujan tahunan adalah sebanyak 2500mm setahun di mana Sabah dan Sarawak masing-masing adalah sebanyak 2630mm dan 3830mm.



Selain daripada kekerapan, kadar hujan turun dan kelebatan hujan juga sangat penting dalam tujuan hidrologi. Kadar hujan diukur berdasarkan sela masa yang berbeza-beza, umpamanya setiap 15 minit, 30 minit atau tiga jam. Bagi kelebatan atau keamatan hujan, ia diukur berdasarkan kedalaman hujan yang turun per jam. Hujan ribut umpamanya menghasilkan kelebatan yang tinggi dalam jangka masa yang singkat (biasanya sekitar sejam) dan keluasannya adalah terhad. Sebaliknya, hujan yang kurang lebat biasanya memakan masa yang lama tersebar dengan luas.

1.3 Luahan Sungai

Menurut kamus istilah hidrologi, menyatakan bahawa luahan sungai merupakan isipadu bendalir yang mengalir melalui satu permukaan per unit masa. Contohnya air mengalir menerusi suatu keratan rentas sungai per unit masa.

Luahan sungai ini adalah berkadar dengan purata halaju dan luas keratan rentas bagi sungai tersebut (Ruslan, 1994). Biasanya luahan sungai ialah diukur dalam unit meter padu per saat (m^3s^{-1}).

Diketahui bahawa kadar luahan sungai akan dipengaruhi oleh air larian. Di samping itu, faktor cuaca dan iklim terutamanya hujan menyumbangkan banyak pengaruh terhadap kadar luahan sungai ini. Kelebatan hujan yang tinggi akan meningkatkan kadar air larian. Ini bermakna bahawa kadar luahan sungai akan meningkat juga (Onda *et al.*, 2001). Ini disebabkan jika air larian tinggi dan ia akan meninggikan kadar air mengalir



sampai ke sungai. Bilangan kekerapan hujan yang banyak berlaku juga membawa kesan bahawa kandungan luahan sungai juga akan meningkat.

1.4 Komponen Air Larian

Komponen air larian bagi sesuatu lembangan saliran terdiri daripada empat sumber utama, iaitu air hujan dalam saluran, air larian permukaan, aliran bawah permukaan dan larian air bawah tanah. Jadi, jumlah keseluruhan air larian daripada sesuatu lembangan disukat pada satu keratan rentas sungai yang mewakili aliran dasar (larian dasar) dan aliran cepat (larian terus). Aliran terus boleh terdiri daripada kerpasan saluran, larian permukaan dan aliran bawah permukaan deras, sementara larian dasar terdiri daripada aliran air tanah dan aliran bawah permukaan yang tersela (Ruslan, 1994).

1.4.1 Kategori Sungai

Menurut Ayoade (1988), berdasarkan definisi air larian kita dapat mengelaskan sungai kepada tiga kategori.

a. Sungai Fana

Sungai yang mengalir semasa berlaku kejadian hujan atau sebaik sahaja selepas hujan. Aliran sungai fana ini terdiri daripada aliran terus sahaja. Sungai jenis ini biasanya terdapat di kawasan gersang atau separa gersang. Ia tidak mempunyai bentuk saluran yang kekal.



b. Sungai Jeda

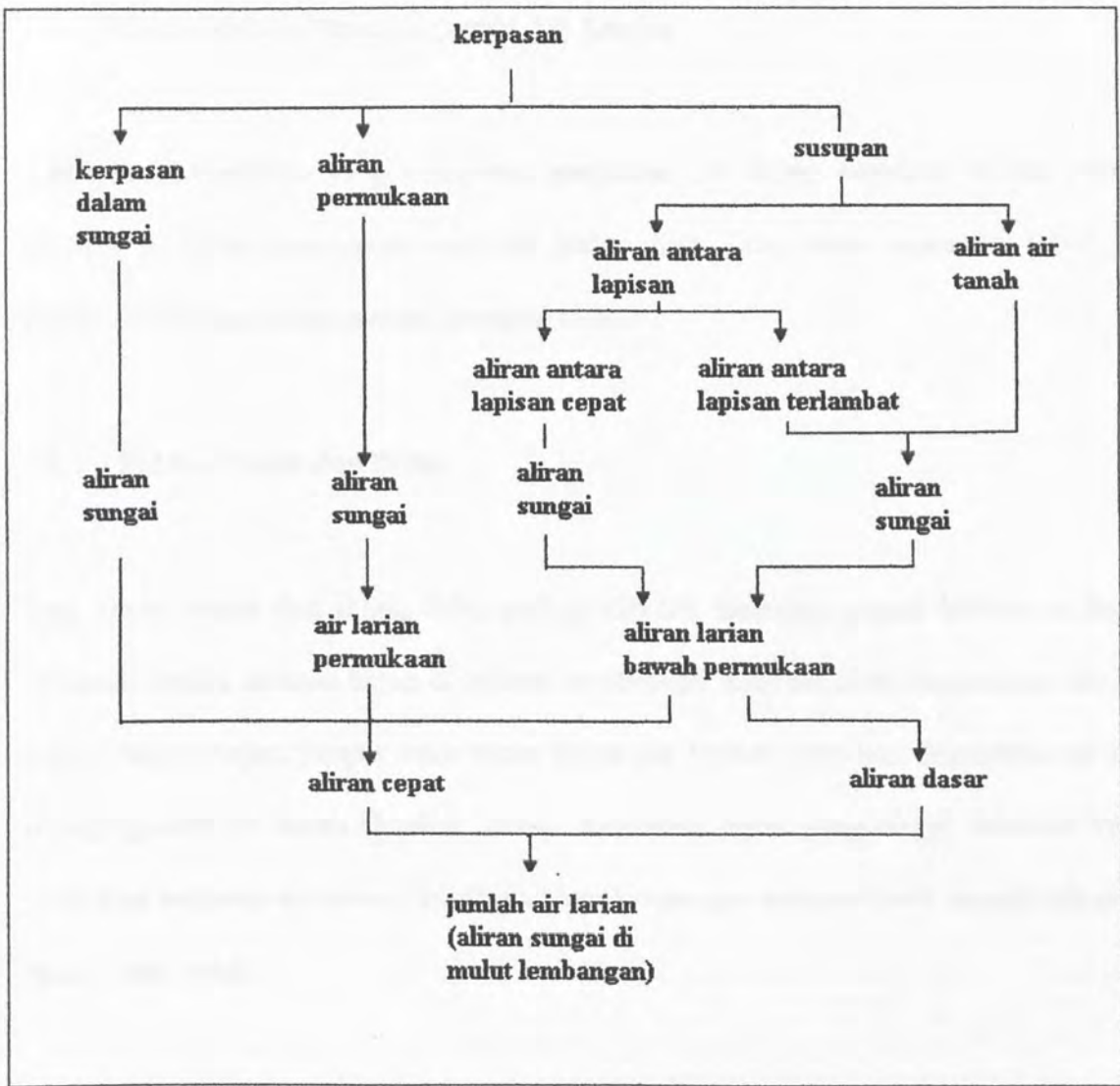
Ia cuma mengalir dalam masa tertentu sahaja seperti musim hujan. Jadi, dalam satu tahun hanya mengalir dua atau tiga bulan sahaja. Biasanya aliran ini terdapat di kawasan tropika yang mempunyai pola musim kering atau kemarau yang nyata. Terdapat juga aliran ini di kawasan iklim sejuk. Aliran dasar menyumbang kepada jumlah keseluruhan aliran sungai tersebut berlaku cuma pada musim-musim basah. Pada musim dingin aliran dasar berhenti mengalir kerana air tanahnya sudah menjadi beku.

c. Sungai Saka

Sungai yang mengalir sepanjang tahun. Ia biasanya terdapat di kawasan yang lembap sepanjang tahun. Semua sumber aliran bawah permukaan akan menyumbang kepada jumlah keseluruhan aliran sungai tersebut sepanjang masa walaupun pada musim kering (Ayoade, 1988).

Bagi sebatang sungai dari hulu ke hilir, kemungkinan akan mempunyai tiga jenis sifat sungai ini. Sungai tersebut mungkin bersifat fana di bahagian hulu sungai dan di bahagian hilir sungai adalah bersifat sungai saka.





Rajah 1.1 Komponen air larian (Chan *et al.*, 1993)

RUJUKAN

- Alon, R & Yigal, S. 2006. Modelling precipitation-streamflow processes in Karst basin : The case of the Jordan River Sources, Israeal. *Journal of Hydrology* **331**, ms. 524-542.
- Ayoade, J.O. 1988. *Tropical Hydrology and Water Resource*, London Macmillan.
- Bengtsson, L. & Malm, J. 1997. Using rainfall-runoff modeling to interpret lake level data. *Journal of Paleolimnology* **18**, ms. 235-248.
- Bergstrom, S. 1995. The HBV model in: Computer Models of Watershed Hydrology, edited by: Singh, V.P. *Journal of Water Resources* CO, ms. 443-476.
- Bidin, K. 1995. *Subsurface flow control of runoff in a Bornean natural Rainforest. Degree of Master thesis*. University of Manchester.
- Boochabun, K., Tych, W., Chappell, N.A., Carling, P.A., Lorsirirat, K. & Pa-Obsaeng. 2000. Statistical modeling of rainfall and river flow in Thailand. *Journal Geological society of India*.
- Chan, N.W., Abibullah Hj.S, Aziz,A.M & Wan,R.I. 1993. *Pengantar Geografi. Bahagian Geografi, Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan*, Universiti Sains Malaysia.
- Chow, V. T., Maidment, D.R & Mays, L.W. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, United States.
- Coakes, S. J. 2005. *SPSS Version 12.0 For Windows*. John Wiley & Sons, Sydney.



- Dielman, T., 2001. *Applied Regression Analysis For Business Forecasting*. Prentice Hall, Amerika Syarikat.
- Douglas, A.L, William, G.M, & Samuel, A.W. 2005. *Statistical Techniques in Business and Economics*. McGraw-Hill/Irwin, New York.
- Gotzinger, J. & Bardossy, A. 2005. Integration and calibration of a conceptual rainfall-runoff model in the framework of a decision support system for river basin management. *Advances in Geosciences* **5**, ms. 31-35.
- Haan, C.T., Barfield, B.J. & Hayes, C.J. 1994. *Design Hydrology and sedimentology for small catchments*. Academic Press, Inc, United Stated.
- Helio S.M. & Ana, B.S.M. 1997. Rain-fall modeling: Application of Bayesian forecasting. *Journal of Stochastic Hydrology and Hydraulics* **11**, ms. 115-127.
- Hromodka, T.V. & Whitley, R.J. 1994, A Stochastic Integral Equation Analog of Rainfall-Runoff Processes for Evaluating Modeling Uncertainty. *Journal of Stochastic Hydrology and Hydraulics* **8**, ms. 259-268.
- Ismail, M., Siska, C. N. & Yosza, D. 2007. Unimodality Tests for Global Optimization of Single Variables Function Using Statistical Method. *Malaysian Journal of Mathematical Science*, **1**(2):43-53.
- 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.



- John M, E. 2007. *USCS Water Resources*. United States Geology Survey .
- John, E., Greg, O.D., Aidan, B. & Enda, O.C. 2005. Errors and Uncertainty In Physically-Based Rainfall-Runoff Modelling Of Catchment Change Effects. *Journal of Hydrology* **330**, ms. 641-650.
- Kamarulzaman, I. 2001. *Kaedah Regresi*. Ampang Press Sdn. Bhd, Kuala Lumpur.
- Kitanidis, P.K. & Bras, R.L. 1980. Real-time forecasting with a conceptual hydrologic model 1. Analysis of uncertainty. *Journal of Water Resources* **16**, ms. 1025-1033
- Mackenzie, L. D. & David, A.C. 1998. *Introduction to Environment Engineering, Third Edition*. The McGraw-Hill Companies, United States.
- Malcom, D.M. 1979. *Hydrology: Measurement and Application*. Macmillan Education Limited, Hong Kong.
- Melesse, A.M. & Shih, S.F. 2002. Spatially distributed storm runoff depth estimation using Landsat images and GIS. *Comput. Electron. Agric* **37**, ms. 173–183.
- Marija, J. N. 2002. *SPSS 11.0 Guide to Data Analysis*. Pretice Hall, Inc, Chicago
- Marsh, T.J. & Littlewood, I. G. 1997. An estimate of annual runoff from England and Wales, 1728-1976. *Journal of Hydrological Sciences Hydrologiques* **23**, ms. 1-3.
- Mokhtar, A. 1992. *Pengenalan Kaedah Ekonometrik*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor.



- Naef, F. 1981. Can We Model The Rainfall-Runoff Process Today. *Journal of Hydrological Sciences Hydrologiques* **26**, ms. 3-9.
- Nayak, T. R. & Jaiswal, R. K. 2003. Rainfall-Runoff Using Satellite Data and GIS For Bebas River in Madhya Pradesh. *Jouranl of National.Institute of Hydrology* **84**.
- Neter, J. O., Pantula, S.G. & Dickey, D. A. 1996. *Applied Linear Regression Model*. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Onda, Y., Komatsu, Y., Tsujimura, M. & Fujihara, J. 2001. The role of surface runoff through bedrock on storm flow generation. Article. J. Volume 15, Issue 10:1693-1706.
- Richard, H. M. 2004. *Hydrologic analysis and design*. Ed. ke-3. Pearson Education, Inc., United States.
- Ruslan, W.I. 1994. *Pengantar Hidrologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur.
- Ramanathan, R. 2002. *Introductory Econometrics with Applications*. Ed. ke-5. Michael P. Roche, Ohio.
- Terzoudi, B.C, Gemtos, T. A., Danalates, N.G. & Argyrokastritis, I. 2007. Applicability Of An Empirical Runoff Estimation Method In Central Greece. *Journal of Soil and Tillage Research* **92**, ms. 198-212.
- The World Book Encyclopedia, 2005. World Book, Inc a Scott Fetzer Company, Chicago.
- Walter, B & Francis, C. 2005. Estimating Runoff In Ungauged Catchment From Rainfall, PET and the AWBM Model. *Journal of Environment Modelling And Software* **22**, ms. 476-487.



Wegener, T. 1998. *Developing a prototype knowledge based system to support rainfall-runoff modelling*. Unpublished M.Sc. Thesis, Delft University of Technology, Delft, NL.

Wilson, E. M. 1983. *Engineering Hydrology*. Ed. ke-3. The Macmillan Press LTD, London.

Xu, L., Zhang, Q., Li, H., Xu, J., Liu, J. & Neil, R. 2006. Modeling of surface runoff in Xitiaoxi Catchment, China. *Journal of Water Resour Manage* **21**, ms. 1313-1323.

