

KAJIAN TERHADAP MASALAH BANJIR DI SUNGAI SENAM, IPOH
BERPANDUKAN MANUAL SALIRAN MESRA ALAM

Oleh

Ridza'uddin Bin Mohd Radzi

Disertasi ini dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
Keperluan untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN AWAM)

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam
Universiti Sains Malaysia

Februari, 2005

ABSTRAK

Masalah Banjir kilat adalah merupakan salah satu kesan akibat proses urbanisasi yang pesat di sesuatu kawasan tersebut. Dimana, ia mengakibatkan peningkatan kawasan tidak telap air dan meningkatkan kadar luahan air semasa hujan lebat. Rangkaian sistem saliran kaedah konvensional tidak lagi mampu untuk mengawal kesan urbanisasi ini. Oleh yang demikian satu kaedah baru yang lebih mesra alam diperkenalkan oleh pihak Jabatan Pengairan dan saliran untuk diimplementasikan dalam sektor pembangunan negara. Manual Saliran Mesra Alam digunakan bagi menganalisa dan merekabentuk rangkaian sistem saliran yang lebih baik dan dapat mengawal kuantiti kadar alir dan kualiti air larian sesuatu kawasan tadahan. Justeru itu, kajian masalah banjir di Sungai Senam akan menggunakan manual ini untuk menilai dan mencari punca masalah banjir kilat di beberapa kawasan yang telah dikenal pasti. Disamping itu, beberapa langkah pencegahan akan disyorkan bagi menangani masalah banjir kilat ini. Data-data yang diperolehi seperti aras dasar, aras banjir, aras tanah dan saiz sediada sistem saliran adalah berdasarkan kerja-kerja ukur yang telah dijalankan di tapak. Analisa hidraulik yang dilakukan adalah berpandukan persamaan-persamaan Manning's, jadual dan graf didalam Manual saliran Mesra Alam. Keputusan yang diperolehi akan dinilai dan dianalisa bagi tujuan kajian selanjutnya.

ABSTRACT

Drastic urbanization can caused flash flood in certain area. It could increased the impervious area and the runoff during the heavy rain. The existing conventional drainage system could not longer coped with the drastic urbanization. So, a new urban stormwater management manual has been introduce by Department of Irrigation and Drainage to be implemented in the country;s development sector. It has ben used to analysed and designed an effective drainage system which would control the waterflow quantity and water quality within the catchment area. Futher more, studies have been done in Sungai Senam drainage system and afw other areas in Ipoh truck with flash floods will be implement this urban stormwater management manual in order to evaluate and find the cause of these flash flood problem. Few prevention are rcommended in order to overcome the flash flood. Data obtained such as invert level, flood level, ground level and existing size of drainage system are based on survey work which have been done at field. Hydraulic analysis for sungai senam catchment done are based on the manning;s equation, graft and table in this manual and it's results obtained will be analysed and evaluated for next study purposes.

ISI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SENARAI GAMBAR, RAJAH DAN JADUAL	vii
SENARAI SIMBOL	viii
PENAKUAN	ix
PENGHARGAAN	x
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latarbelakang lokasi kajian	3
1.3 Pernyataan masalah	4
1.4 Objektif kajian	5
1.5 Skop kajian	6
1.6 Gambar dan pelan lokasi	7
BAB 2 KAJIAN LITERATUR	
2.1 Pengenalan	9
2.2 Faktor geografi	
2.2.1 Keadaan sosio-ekonomi dan politik	9
2.2.2 Urbanisasi	10
2.3 Isu pembangunan dan kaedah sistem saliran	
2.3.1 Kesan pembangunan	11
2.3.2 Kaedah konvensional	11
2.3.3 Kaedah mesra alam	12

BAB 3	METODOLOGI KAJIAN	
3.1	Pengenalan	14
3.2	Kaedah kajian	14
3.3	Analisis kadar aliran puncak	15
	3.3.1 Keluasan kawasan tadahan	16
	3.3.2 Rekabentuk kriteria ARI (Average Recurance Intervals)	18
	3.3.3 Tempoh masa tumpu (Time of concentration, t_c)	19
	3.3.4 Mengenalpasti nilai keamatan (Intensity , I)	21
	3.3.5 Mengenalpasti koefisien kadaralir (Runoff coefficient, C_o)	23
	3.3.6 Mengenalpasti kadarluahan (Discharge, Q)	24
3.4	Analisa kapasiti sistem saliran sediada	25
	3.4.1 Mengenalpasti kapasiti aliran (Capacity , Q)	28
	3.4.2 Mengenalpasti halaju aliran (volume , V)	29
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan	30
4.2	Analisa hidraulik	30
	4.2.1 Kadarluahan	30
	4.2.2 Keupayaan sistem saliran sediada	32
	4.3.2 Perbandingan	34
4.3	Jangkaan keputusan	36
4.4	Cadangan pengawalan banjir	37
4.5	Saranan kajian akan datang	37
4.6	Kesimpulan	38
	RUJUKAN	
	LAMPIRAN	

SENARAI GAMBAR, RAJAH DAN JADUAL

No.Gambar	Perkara	Halaman
1.1	Struktur saluran bentuk trapiziod dari CH 4100 hingga CH 2900 diantara rezab kawasan perumahan.	7
1.2	Pertukaran bentuk struktur saluran di CH 2900 daripada bentuk trapiziod kepada bentuk segi empat.	7
1.3	Struktur saluran bentuk empat segi yang telah dinaiktaraf pada tahun 90an di CH 2900 – CH 1300.	7
1.4	Struktur saluran bentuk trapiziod dari CH 1300 – CH 0.00	7
1.5	Paip lama yang merintang saliran menyekat laluan air dan memerangkap sampah mengakibatkan limpahan di CH 3600.	7
1.6	Kerja-kerja pengukuran butiran sedang dijalankan bagi mengetahui jajaran,rezab dan aras.	7
1.7	Bentuk struktur jenis ‘Triple Box Culvert’ yang menyekat sampah dan menghalang aliran air di CH 2600.	8
1.8	Bentuk struktur kelubung yang berbeza dan sempit akan mengakibatkan kenaikan paras air di CH 950.	8
1.9	Sistem saluran utama yang telah penuh di CH 1800 semasa hujan lebat.	8
1.10	Keadaan sistem saluran utama di hadapan kem pasukan Polis Simpanan Persekutuan yang telah penuh.	8
1.11	Sistem saluran utama yang telah penuh dihadapan kuarter Kerajaan Negeri.	8
1.12	Laluan air tersekat disebabkan saiz kelubung yang sempit.	8

No. Rajah	Perkara	Halaman
1.1	Kesan proses urbanisasi dalam peningkatan kadar alir Aliran.	2
1.2	Pelan tapak kawasan kajian.	9
3.1	Carta alir untuk menganggar kadar aliran puncak menggunakan kaedah rasional.	17
3.2	Contoh sistem nombor untuk rangkaian sistem saliran dan sub-kawasan tadahan.	18
3.3	Jadual rekabentuk 14.3	25
3.4	Jadual rekabentuk 14.4	26

No. Jadual	Perkara	Halaman
4.1	Nilai ARI yang disyorkan mengikut pelbagai keadaan guna tanah.	19
14.2	Nilai pekali kekasaran Manning's.	21
14.3	Jumlah minimum masa tumpu.	21
13 A1	Nilai a, b, c dan d untuk kawasan Ipoh.	23
13.3	Nilai F_d untuk persamaan 13.3	24

PENAKUAN

Saya akui bahawa laporan kajian ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

28 Februari 2005

.....
RIDZA'UDDIN BIN MOHD RADZI
JA / 0401 / 99

PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang

Alhamdulillah, dengan berkat dan limpah izin Nya saya telah dapat menyiapkan disertasi untuk projek tahun akhir yang diwajibkan untuk semua pelajar sebagai salah satu syarat pengijazahan ijazah sarja muda kejuruteraan awam (kepujian) dari Universiti Sains Malaysia kampus kejuruteraan Nibong Tebal.

Ucapan ribuan terima kasih yang tak ternilai di ucapkan kepada Profeser Madya Dr. Ismail Abustan selaku penyelia yang bijaksana diatas khidmat nasihat,bimbingan dan tunjuk ajar yang telah diberikan bagi menjayakan disertasi ini.

Sekalung penghargaan kepada kedua ibu bapa saya yang tidak jemu memberi dorongan dan doa' kejayaan. Kepada isteri dan anak saya yang banyak berkorban masa dan memberi semangat kepada saya untuk menjayakan kajian ini seterusnya mendapatkan segulung ijazah yang tak ternilai harganya.

Akhir sekali, ucapan ribuan terima kasih kepada kakitangan Jabatan Kejuruteraan Majlis Bandaraya Ipoh terutamanya kepada anggota Bahagian Saliran yang banyak memberi maklumat dan data-data kajian bagi menjayakan disertasi ini. Begitu juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak memberi dorongan dan galakan sepanjang tempoh pengajian ini.

Sekian,hanya allah yang dapat membalas budi baik anda semua.

BAB SATU

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Banjir merupakan permasalahan yang hangat dibincangkan dewasa ini. Ia sering dikaitkan dengan kesan selepas pembangunan sesuatu kawasan akibat daripada proses urbanisasi yang pesat. Perancangan dan kajian yang teliti perlu di lakukan sebelum sesuatu kawasan itu dibangunkan daripada pelbagai aspek, terutamanya masalah sistem saliran sediada di kawasan sekitarnya.

Akibat daripada proses pembangunan urbanisasi tersebut akan menyumbang kepada peningkatan kadar luahan air yang akan mengakibatkan berlakunya ketidakupayaan sistem saliran sediada disesuatu kawasan tersebut. Pembangunan Bandar dan industri juga telah merubah rejim hidraulik di sesuatu kawasan akibat dari peningkatan kawasan tak telap air.

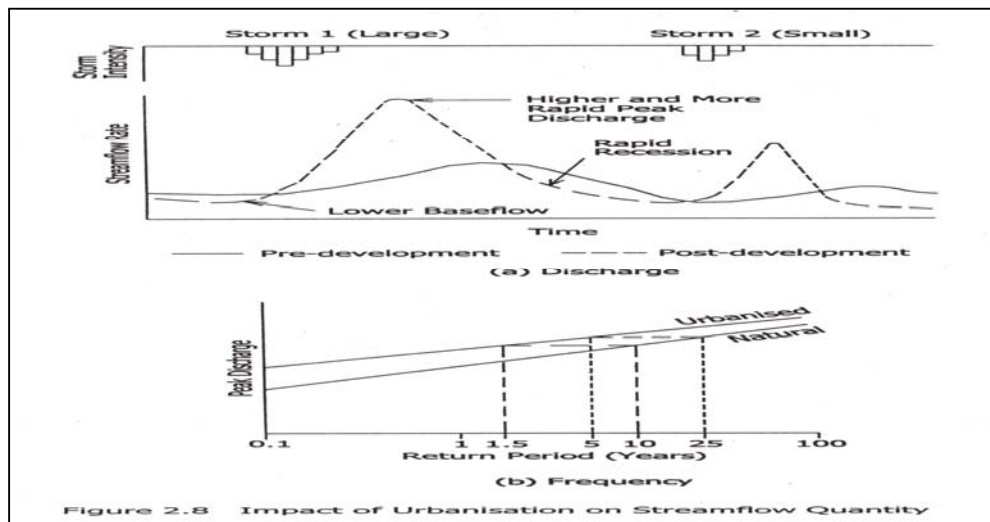
Selepas proses urbanisasi yang pesat disesuatu kawasan tersebut, ia akan menyumbang kepada peningkatan kadar luahan air 2 hingga 10 kali ganda berbanding sebelumnya (Roesner,1999). Oleh yang demikian, pengawalan kadar air luahan daripada proses urbanisasi amat perlu di perhatikan supaya ia tidak akan mengakibatkan kejadian banjir kilat.

Justeru itu, pihak JPS telah mengeluarkan manual saliran mesra alam (urban stormwater management manual) untuk menjadi garis panduan terbaru menggantikan sistem manual konvensional yang dipraktikkan sekarang dengan

meminimalkan kesan daripada proses urbanisasi melalui kaedah pengawalan kadar luahan air daripada kawasan yang dimajukan beserta dengan pengawalan kualiti air luahan.

Kaedah konvensional yang dipraktikkan dahulu hanya mengamalkan sistem pembuangan air lebihan secara terus dan cepat ke sungai tanpa ada pengawalan kadar luahan air yang akan mengakibatkan sistem saliran sediaada tidak mampu menampung air semasa hujan lebat selepas proses urbanisasi pesat berlaku di kawasan tersebut.

Masalah sampah sarap dan mendapan juga, sering dikaitkan dengan punca banjir kilat berlaku disesuatu kawasan. Pihak kerajaan sering kali menyuarakan permasalahan ini dan memberi kesedaran kepada masyarakat mengenai kepentingan menjaga kebersihan sungai dan sistem saliran bagi mengangani masalah banjir kilat dan pencemaran.



Rajah 1.1 – Kesan proses urbanisasi dalam peningkatan kadar aliran
Sumber : Manual saliran Mesra Alam Chapter 1

1.2 Latarbelakang lokasi kajian

Rangkaian sistem saluran Sungai Senam boleh dibahagikan kepada tiga kawasan utama iaitu kawasan Taman Ipoh Selatan, Taman Canning dan Fair Park yang merangkumi keluasan kawasan tadahan seluas 429.27 hektar.

Kawasan Taman Ipoh Selatan adalah merupakan kawasan paling hulu dengan keluasan kawasan tadahan sebanyak 191.73 hektar. Ia merupakan kawasan paling padat dengan pembangunan yang terdiri daripada pusat perniagaan komersial dan kawasan perumahan sederhana dan mewah. Kawasan ini telah dibangunkan sepenuhnya.

Kawasan Taman Canning pula adalah merupakan kawasan tengah dengan keluasan kawasan tadahan sebanyak 161.07 hektar. Ia merupakan kawasan kedua paling besar dengan pembangunan yang terdiri daripada pusat perniagaan, kawasan perumahan, kompleks stadium, kompleks kakitangan kerajaan yang terdiri daripada bomba, polis simpanan persekutuan, kerajaan negeri dan kawasan sekolah.

Kawasan hilir adalah kawasan Fair Park dengan keluasan kawasan tadahan sebanyak 76.47 hektar. Ia merupakan kawasan tadahan yang paling kecil tetapi menerima kadar luahan yang paling tinggi kerana ia berada di kawasan yang paling hilir sekali sebelum air disalurkan ke Sungai Kinta. Walaubagaimanapun, kawasan ini tidak terlalu terjejas dengan masalah banjir kilat kerana ia mempunyai aras tanah yang tinggi berbanding dengan kawasan tengah yang lebih rendah.

1.3 Pernyataan Masalah

Kajian ini dilakukan bagi mengenalpasti punca berlakunya banjir kilat di beberapa kawasan disepanjang Sungai Senam dari segi perngiraan hidraulik berpandukan manual saliran mesra alam (MSMA) yang dikeluarkan oleh pihak Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS) pada tahun 2000.

Banjir kilat yang berlaku adalah disebabkan proses urbanisasi yang pesat dikawasan ini mengakibatkan rejim hidraulik sebelum ini berubah dengan meningkatnya kawasan tak telap air yang menyumbang kepada peningkatan kadar luahan air semasa hujan lebat.

Sistem saliran konvensional sediaada yang telah dibina sejak 20 hingga 30 tahun lalu tidak lagi mampu menampung kadar alir air kawasan tadahan yang telah dibangunkan sepenuhnya terutama kawasan hulu dan hilir yang dibangunkan dengan pusat komersial dan kawasan perniagaan. Keadaan bertambah teruk apabila peningkatan kadar pembuangan sampah sarap dan sisa domestik secara terus kedalam sistem saliran sediaada oleh penduduk berhampiran yang telah mengakibatkan aliran air tersekat dan membanjiri kawasan-kawasan rendah disepanjang Sungai Senam.

Kawasan-kawasan yang terlibat adalah :

- i. Taman Hock Lee.
- ii. Canning Garden.
- iii. Kawasan polis simpanan persekutuan.
- iv. Kuarters kerajaan negeri di Persiaran Stadium.
- v. Sekolah Kebangsaan Sri Kepayang.
- vi. Taman Asia, Fair Park.

Keadaan sistem saluran sedhada yang telah rosak dan tidak sistematik juga adalah antara penyumbang kepada kejadian banjir kilat dikawasan ini. Terdapat juga struktur kelubung yang kecil dan menyekat laluan air dan mengakibatkan kenaikan paras air dan membanjiri kawasan-kawasan rendah.

Banjir kilat pada kebiasaannya akan berlaku apabila hujan lebat di kawasan hulu dan tengah kawasan tadahan yang akan mengakibatkan air larian meningkat secara mendadak dan menyebabkan berlakunya peningkatan paras air di beberapa struktur kelubung yang bersaiz sempit seterusnya membanjiri beberapa kawasan rendah disepanjang Sungai Senam.

1.4 Objektif Kajian

- i. Mengenalpasti punca sebenar banjir kilat yang berlaku di beberapa kawasan yang dikenalpasti sepanjang Sungai Senam dari sudut fizikal dan analisa hidraulik berpandukan manual saluran mesra alam (MSMA)

- ii. Menganalisa kadar alir aliran puncak yang disumbangkan didalam kawasan kajian dari sudut sebelum pembangunan dan selepas pembangunan berpandukan kadar sela masa (ARI) 5 tahun dan 100 tahun.

- ii. Membandingkan kapasiti sebenar rangkaian sistem saluran sedhada dengan kadar alir aliran puncak analisa ARI 5 tahun dan 100 tahun bagi mengenalpasti lokasi yang bermasalah.

1.5 Skop Kajian

- i. Sempadan kawasan kajian ini melibatkan seluruh kawasan tadahan Sungai Senam yang terdiri daripada Taman Ipoh Selatan, Taman Canning, Sungai Senam dan Fair Park seluas 429.27 hektar yang terdiri daripada kawasan penempatan dan komersial.

- ii. Data-data yang diperolehi seperti aras laras dan butiran adalah berdasarkan kerja-kerja ukur terperinci yang telah dilakukan oleh tenaga kerja Majlis Bandaraya Ipoh pada Julai 2004 hingga Oktober 2004 yang terdiri daripada seorang juruteknik ukur dan tiga pembantu termasuk saya.

- iii. Analisis yang dibuat adalah berdasarkan manual sistem mesra alam (MSMA) yang telah dikeluarkan oleh pihak Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia pada tahun 2000 untuk mengenalpasti punca banjir kilat dikawasan yang telah dikenalpasti berdasarkan persamaan-persamaan hidraulik dan jadual yang berkaitan untuk menyemak semula keupayaan sistem saliran sediaada termasuk keupayaan struktur kelubung didalam sempadan kawasan kajian.

1.6 Gambar dan pelan tapak kawasan kajian



Foto 1.1 - Struktur saluran bentuk trapiziod dari CH 4100 – CH 2900 diantara rezab kawasan perumahan (kawasan hulu)



Foto 1.2 - Pertukaran bentuk struktur saluran di CH2900 daripada bentuk trapiziod kepada bentuk segi empat



Foto 1.3 - Struktur saluran bentuk segi empat yang telah dinaik taraf pada tahun 90an di CH2900 – CH1300 (kawasan tengah)



Foto 1.4 - Struktur saluran bentuk trapezoid dari CH1300 – CH 0 (kawasan hilir)



Foto 1.5 - Paip lama yang merintang struktur saluran menyekat laluan air dan memerangkap sampah mengakibatkan limpahan air di CH 3600



Foto 1.6 - Kerja-kerja pengukuran butiran sedang dijalankan bagi mengetahui jajaran,rezab dan aras tertentu di CH3300



Foto 1.7 - Bentuk kelubung jenis 'Triple Box Culvert' yang menyekat sampah dan menghalang aliran air di CH 2600



Foto 1.8 - Bentuk struktur kelubung yang berbeza dan sempit akan mengakibatkan kenaikan paras air di CH950



Foto 1.9 – Sistem saliran utama yang telah penuh di CH 1800 semasa hujan lebat



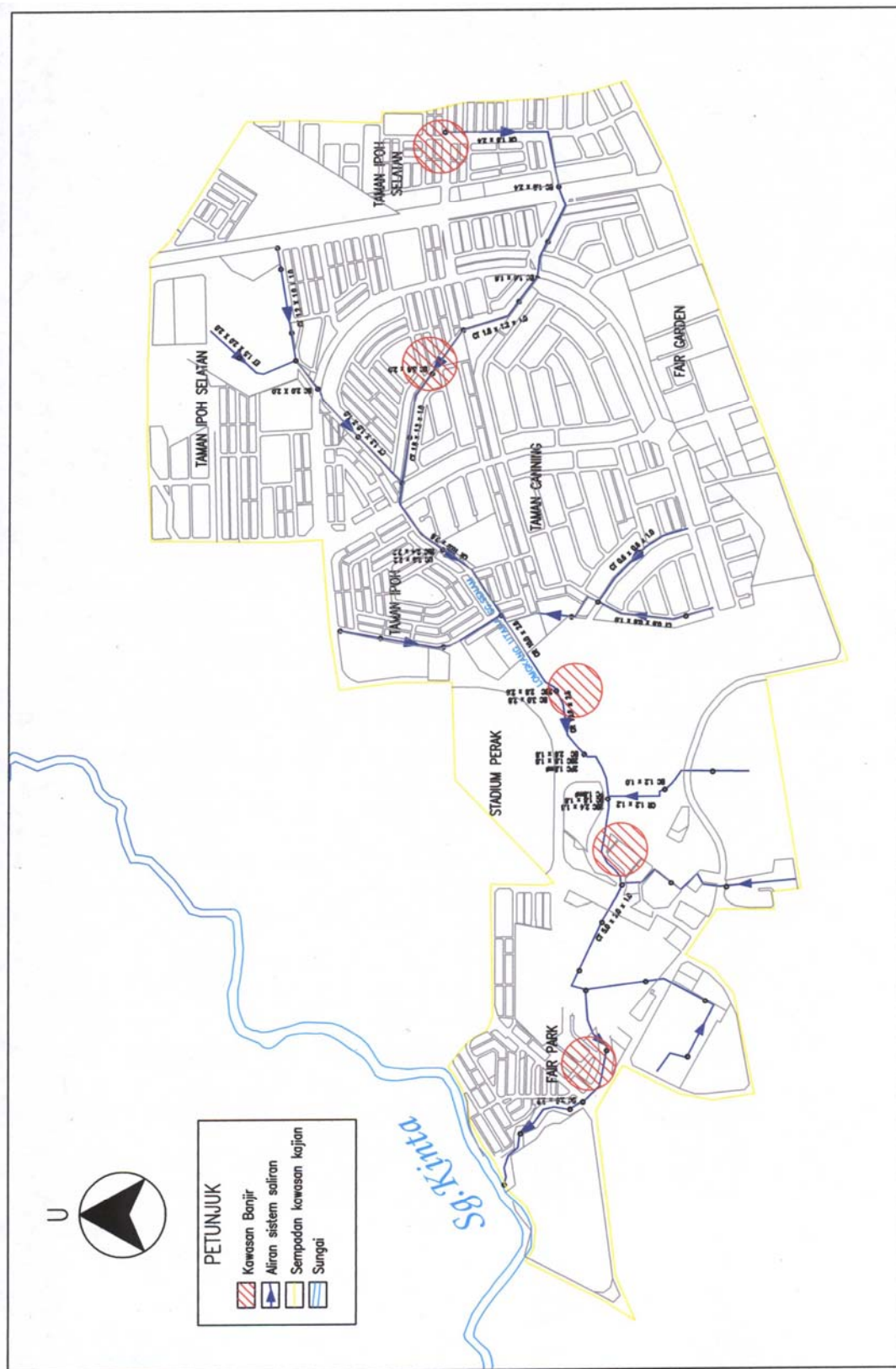
Foto 1.10 – Keadaan sistem saliran utama di hadapan kem pasukan polis simpanan persekutuan yang telah penuh



Foto 1.11 – Sistem saliran utama yang telah penuh dihadapan kuarter kerajaan negeri



Foto 1.12 – Lalan air tersekat disebabkan saiz kelubung yang sempit.



Rajah 1.2 - Pelan tapak kawasan kajian

BAB DUA

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Kajian mengenai masalah banjir kilat tidak tertumpu kepada tempat atau lokasi berlakunya banjir sahaja malah ia perlulah diberi penekanan secara menyeluruh iaitu kepada pembangunan sediaada dan pembangunan akan datang dengan mengambil kira kesan jangka pendek dan kesan jangka panjang.

Faktor geografi sesuatu kawasan merupakan faktor utama yang menyumbang kepada pembangunan sesuatu kawasan yang akan memberi kesan keatas alam sekeliling termasuklah kejadian banjir kilat, masalah mendapan, sampah dan pencemaran sumber air bersih.

Oleh yang demikian, perancangan dan kajian secara menyeluruh amat perlu sebelum sesuatu pembangunan itu dilaksanakan dan penilaian terhadap kesan keatas alam sekitar perlu dilaksanakan bagi mengelak berlakunya banjir kilat dan sebagainya.

2.2 Faktor Geografi

2.2.1 Keadaan sosio-ekonomi dan politik

Keadaan sosio-ekonomi dan politik yang baik dan stabil akan membawa kepada proses kemajuan dan perkembangan teknologi. Seterusnya akan mengakibatkan proses urbanisasi yang pesat berlaku di kawasan tersebut.

Sebagai contoh, dahulu Kuala Lumpur adalah merupakan sebuah kampung pada tahun 1860 semasa pembukaannya yang penuh dengan kawasan perlombongan. Ia

mula berkembang menjadi sebuah bandar utama pada tahun 1896 hasil daripada peningkatan sosio-ekonomi dan keadaan politik yang stabil. Ia berkembang lagi menjadi Ibu Negara Malaysia pada tahun 1963 dan mencapai tahap sebuah bandaraya utama pada tahun 1974. Selaras dengan peningkatan sosio-ekonominya, populasi kawasan ini bertambah dari masa kesemasa sehinggalah 1.8 million dan dijangka bertambah kepada 2.4 million pada tahun 2020 dengan taraf negara maju (EPU,2000). Peningkatan populasi ini secara tidak langsung akan menyumbang kepada permintaan kepada kawasan perniagaan dan perumahan yang mengakibatkan proses urbanisasi berlaku dengan pesat.

2.2.2 Urbanisasi

Urbanisasi merupakan satu proses kemajuan yang berlaku mengikut peredaran masa dan teknologi. Hasil daripada urbanisasi akan mengakibatkan berlakunya perubahan kepada rejim hidraulik dan guna tanah sesuatu kawasan yang akan meningkatkan kawasan tak telap air . Ia boleh diklasifikasikan kepada beberapa kumpulan kawasan iaitu :

- i) Kawasan perumahan
- ii) Kawasan komersial dan perniagaan
- iii) Kawasan industri
- iv) Kawasan pendidikan dan sekolah
- v) Kawasan pembinaan
- vi) Kawasan resort dan padang
- vii) Kawasan rekreasi dan tanah lapang
- viii) Pasar
- ix) Jalan, Lebuhraya dan tempat letak kereta

Apabila disebut mengenai urbanisasi ia secara tidak langsung akan berkait rapat dengan peningkatan kadar luahan air bagi sesuatu kawasan disamping peningkatan taraf sosio-ekonomi dan kawasan pembangunan.

2.3 Isu pembangunan dan kaedah sistem saliran

2.3.1 Kesan pembangunan

Peredaran masa dan proses kemajuan serta teknologi akan mengakibatkan berlakunya proses pembangunan sesuatu kawasan. Proses pembangunan akan menyumbang kepada peningkatan sosio ekonomi dan populasi sesuatu tempat secara tidak langsung akan menyumbang kepada kesan keatas alam sekitar seperti perubahan terhadap rejim hidraulik dan sistem ekologi.

Kesan dalam jangka masa panjang akan mengakibatkan masalah banjir kilat, mendapan dan pencemaran terhadap sumber air bersih. Oleh yang demikian, langkah-langkah pengawalan perlulah diberi perhatian secara serius bagi menangani masalah yang akan terjadi pada masa akan datang.

Garis panduan dan manual baru mengenai langkah pengawalan kuantiti dan kualiti kadarluahan air dengan kaedah yang lebih mesra alam diperkenalkan oleh pihak kerajaan bagi perancangan pembangunan yang lebih teratur dan sistematik.

2.3.2 Kaedah konvensional

Sistem saliran sediaada masa kini adalah berpandukan kaedah konvensional yang hanya mempraktikkan kaedah pembuangan air luahan ribut secara terus, rigid dan hanya mempunyai satu fungsi sahaja. Kaedah ini telah dipraktikkan di Malaysia semenjak tahun 1975 berpandukan Manual Rekabentuk Sistem Saliran JPS.

Dimana, kaedah ini tidak mengambil kira kaedah pengawalan kuantiti dan kualiti air larian ribut. Oleh yang demikian, kaedah pembinaannya melibatkan kos yang tinggi dan guna tanah yang banyak.

Kebanyakan struktur yang digunakan adalah jenis tak telap air seperti konkrit yang akan mengakibatkan air akan disalurkan secara terus ke sungai dan laut dengan cepat dan mengakibatkan ketidakupayaan sungai menampung kadaralir luahan yang mendadak dan menyebabkan kawasa-kawasan rendah akan berlaku banjir terutama pada musim tengkujuh.

2.3.3Kaedah mesra alam

Kaedah ini merupakan satu kaedah baru bagi menangani masalah akibat kesan pembangunan terhadap alam sekitar. Melalui kaedah baru ini, kesan pembangunan dapat dikurangkan dimana langkah-langkah pencegahan dan pengawalan kuantiti dan kualiti kadar luahan air untuk sesuatu kawasan pembangunan dikawal sepenuhnya dengan beberapa kaedah seperti perangkap mendapan, kolam ekologi, sistem saliran banjir dan kolam takungan.

Perancangan dan pengurusan pembangunan dalam sesuatu kawasan tadahan menggunakan kaedah ini akan menghasilkan pengawalan kadar luhan air ribut ke sungai disamping mengawal kualiti air larian yang dihasilkan dengan proses penapisan secara semulajadi. Bagi pembangunan sesuatu kawasan yang besar,kaedah perancangan dan pengurusan kawasan tadahan adalah disyorkan untuk diimplementasikan (Hassel,1997; Smission,1991; Murray & Cave,1997 and Richards,1997)

Disamping itu, kaedah ini juga dapat mempelbagaikan kegunaan sistem saliran. Ia bukan sahaja berfungsi untuk pengawalan banjir, tetapi boleh juga dijadikan tempat rekreasi disamping airnya boleh dikitar semula menjadi air basuhan dan siraman. Sistem ekologi dapat dikekalkan dan kadarluahan air dapat dikawal seperti sebelum pembangunan dilaksanakan.

Oleh yang demikian, pihak Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia telah mengeluarkan satu manual baru pada tahun 2000 bagi menggantikan manual konvensional untuk digunakan dalam projek-projek pembangunan bagi memastikan negara maju seiring dengan alam sekitar.

Didalam manual ini penekanan diberikan terhadap kadarluahan air selepas pembangunan. Dimana ia mestilah sama atau kurang daripada kadarluahan air sebelum pembangunan. Pengawalan kuantiti dan kualiti air adalah penting bagi mengawal kesan pembangunan kepada alam sekitar.

BAB TIGA

METHODOLOGI KAJIAN

3.1 Pengenalan

Kajian masalah banjir kilat di kawasan ini adalah merupakan kajian analisa hidraulik berkaitan dengan keupayaan sebenar sistem saliran sediaada termasuk menganalisa data-data yang diperolehi daripada kerja-kerja pengukuran butiran di tapak dan data dari pelan topografi.

3.2 Kaedah kajian

Kajian yang dijalankan adalah berdasarkan Manual saliran Mesra Alam (MSMA) yang dikeluarkan oleh pihak Jabatan Pengairan Saliran yang digunakan pada masa ini untuk semua kajian dan cadangan pembangunan di Malaysia.

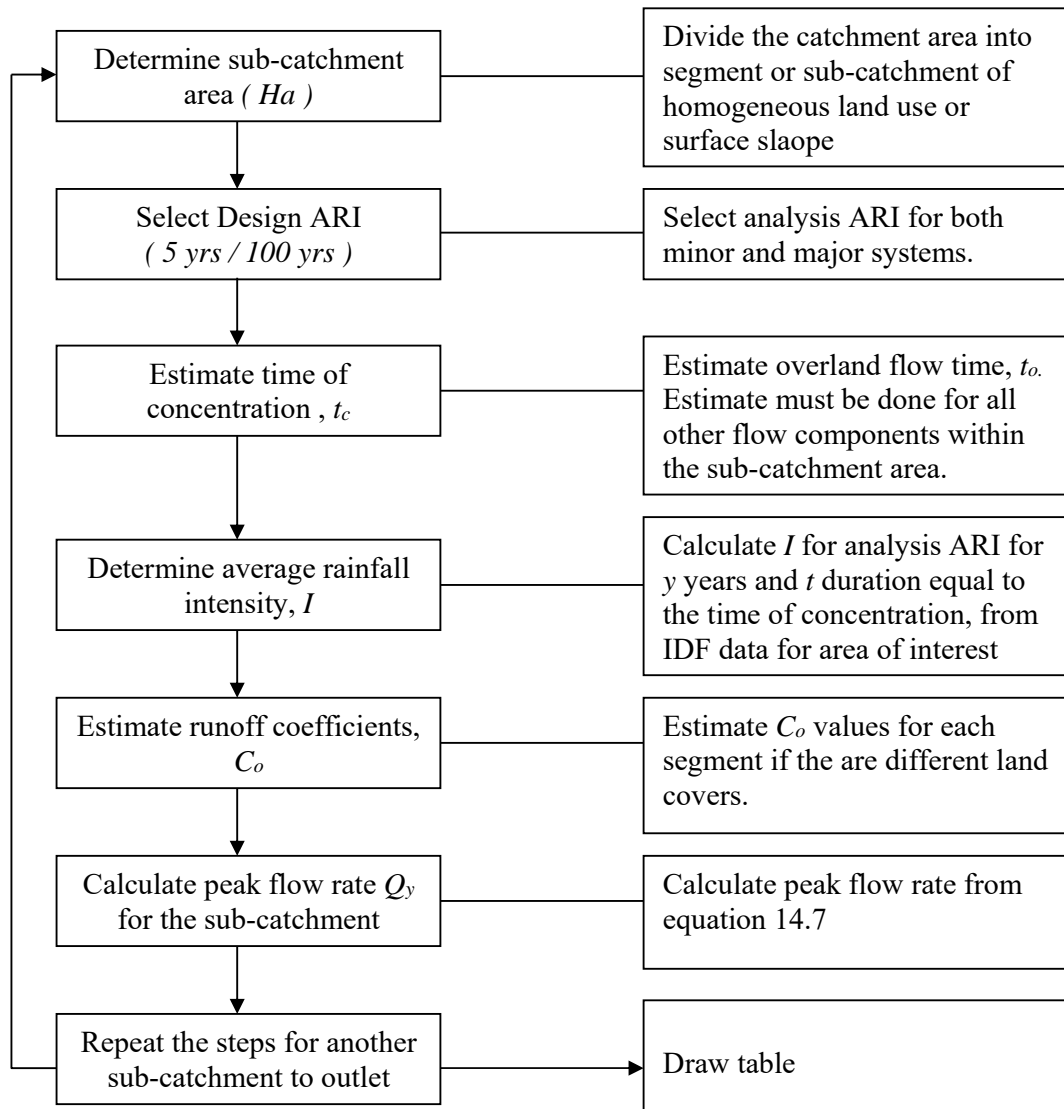
Data-data yang diperolehi seperti paras dasar, paras banjir, paras tanah, saiz longkang, saiz kelubung, rezab-rezab yang berkaitan adalah berpandukan kerja ukur butiran yang telah dijalankan dilapangan oleh tenaga kerja Majlis Bandaraya Ipoh, manakala keluasan kawasan tadahan, guna tanah dan kadar taburan hujan pula telah dikenalpasti melalui pelan tapak dan jadual. Selaian itu, data keadaan fizikal di lapangan juga direkodkan melalui gambar-gambar semasa hujan dan selepas hujan bagi mengenalpasti keadaan sebenar rangkaian sistem saliran tersebut. Kesemua data-data ini diperlukan bagi mengenalpasti punca banjir dan mendapatkan anggaran kadar aliran puncak untuk keamatan sela masa (ARI) 5 tahun dan 100 tahun bagi kesan keadaan sebelum dan selepas pembangunan.

Untuk membuat analisa hidraulik, terlebih dahulu kadar aliran puncak untuk rangkaian sistem saluran kawasan kajian akan dinilai berpandukan kadar keamatan sela masa (ARI) 5 tahun. Setelah kadar aliran puncak ARI 5 tahun diperolehi, analisa kapasiti sebenar rangkaian sistem saluran sediaada akan dinilai dan dibandingkan dengan kadar aliran puncak untuk 100 tahun bagi mengenalpasti lokasi yang bermasalah.

3.3 Analisa Kadar Aliran Puncak

Terdapat dua kaedah untuk menganggarkan kadar aliran puncak iaitu kaedah rasional dan kaedah hidrograf. Walaubagaimanapun, kedua-dua kaedah tersebut boleh digunakan dan mempunyai kelebihan tersendiri. Untuk kajian ini, saya menggunakan kaedah rational kerana ia lebih sesuai digunakan bagi keadaan tapak kajian yang mempunyai jenis guna tanah yang berbeza dan pelbagai saiz serta bentuk sistem saluran.

Mengikut manual saluran mesra alam, analisis hidraulik akan di nilai berpandukan kadar purata keamatan sela masa (ARI) 5 tahun untuk sistem saluran minor dan 100 tahun untuk sistem saluran major. Walaubagaimanapun, ia bergantung kepada kesesuaian keadaan semasa darisegi ekonomi dan kegunaan. Analisis kadar aliran puncak dapat dinilai dengan mengikuti langkah-langkah dan prosedur seperti didalam jadual carta alir seperti di rajah 3.1 berpandukan jadual-jadual dan persamaan-persamaan hidraulik didalam manual.



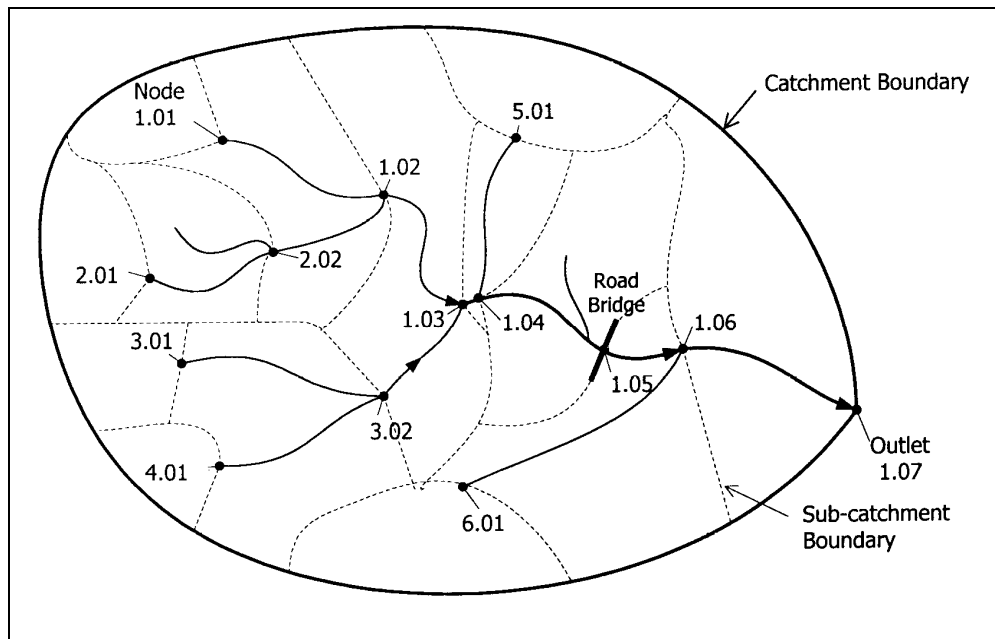
Rajah 3.1 – Carta alir untuk menganggar kadar aliran puncak menggunakan kaedah rasional (sumber : manual saliran mesra alam 2000)

3.3.1 Keluasan kawasan tadahan (Catchment Area)

Rangkaian sistem saliran bagi sesuatu kawasan akan menyumbang kepada keluasan kawasan tadahan. Bagi mengenalpasti kawasan tadahan, pelan topografi dan rangkaian sistem saliran sediaada mestilah diperolehi terlebih dahulu. Keluasan kawasan tadahan akan dibahagikan kepada beberapa sub-kawasan bergantung

keadaan rangkaian sistem saluran, kecerunan permukaan dan keadaan guna tanah yang menyumbang kepada kesan hidrologi, hidraulik dan kualiti air kawasan tersebut.

Setiap sub-kawasan akan ditandakan dengan sistem nombor pada aliran masuk disebelah hulu dan aliran keluar di sebelah hilir seperti didalam rajah 3.2 untuk keseluruhan rangkaian sistem saluran. Analisa akan dibuat untuk sub-kawasan yang paling hulu dan akan disambungkan untuk rangkaian seterusnya di sebelah hilir sehinggalah kesemua sub-kawasan tadahan yang menyumbang kadar alir di dalam kawasan tadahan rangkaian sistem saluran tersebut disalurkan ke outlet seperti sungai, tasik atau laut.



Rajah 3.2 - Contoh sistem nombor untuk rangkaian sistem saluran dan sub-kawasan tadahan (sumber – manual saluran mesra alam 2000)

3.3.2 Rekabentuk kritirea ARI (Average Recurrence Intervals)

Kadar purata sela masa berulang (ARI) dinilai darisegi ekonomi dan efisien bergantung kepada tahap keselamatan yang dikehendaki bagi menentukan tahap pengawalan banjir. Mengikut manual mesra alam chapter 4, analisa perlu dibuat untuk sistem minor dan major dengan merujuk kepada jadual 4.1 yang menunjukkan nilai ARI yang disyorkan bagi sesuatu keadaan sebagai rujukan.

Type of Development	Average Recurrence Interval (ARI) of Design Storm (Year)		
	Quantity		Quality
	Minor System	Major System	
Open space,parks and agricultural land in urban areas	1	Up to 100	3 month ARI (for all types of development)
Residential :			
- Low density	2	Up to 100	
- Medium density	5	Up to 100	
- High density	10	Up to 100	
Commercial,Business and Industrial – Other than CBD	5	Up to 100	
Commercial, Business, Industrial in Central Business District (CBD) areas of Large Cities	10	Up to 100	

Jadual 4.1 – Nilai ARI yang disyorkan mengikut pelbagai keadaan guna tanah
(sumber – manual saliran mesra alam 2000, chapter 4)

3.3.3 Tempoh masa tumpu (Time of concentration, t_c)

Ia adalah merupakan masa yang diambil oleh air larian untuk mengalir dari satu titik ke satu titik dalam rangkaian sistem saliran dari arah hulu ke hilir. Jumlah tempoh masa tumpu dapat dikira dengan hasil campur diantara masa perjalanan air larian permukaan (t_o) dan masa perjalanan air didalam sistem saliran (t_d). Ia boleh dinilai dengan menggunakan jadual 14.3 ataupun persamaan manning's. Persamaan yang digunakan adalah seperti berikut :

$$i) \quad t_o = 107.n.L^{1/3} / S^{1/2} \quad (14.1)$$

Dimana,

t_o = jarak perjalan air larian permukaan (minit)

L = jarak perjalanan air larian permukaan (m)

n = nilai pekali kekasaran manning's (rujuk jadual 14.2)

S = tahap kecerunan permukaan (%)

$$ii) \quad t_d = (n.L/60) R^{2/3} . S^{1/2} \quad (14.4b)$$

Dimana,

t_d = jarak perjalanan air didalam sistem saliran (minit)

L = jarak system saliran (m)

n = nilai pekali kekasaran manning's (rujuk jadual 14.2)

S = tahap kecerunan geseran (m/m)

R = ukurlilit hidraulik (m)

Surface Type	Manning's <i>n</i>	
	Recommended	Range
Concrete / Asphalt	0.011	0.01 – 0.013
Bare Sand	0.01	0.01 – 0.06
Bare clay-loam (eroded)	0.02	0.012 – 0.033
Gravelled surface	0.02	0.012 – 0.03
Packed clay	0.03	0.02 – 0.04
Short grass	0.15	0.10 – 0.20
Light turf	0.20	0.15 – 0.25
Lawns	0.25	0.20 – 0.30
Dense turf	0.35	0.30 – 0.40
Pasture	0.35	0.30 – 0.40
Dense shrubbery and forest litter	0.40	0.35 – 0.50

Jadual 14.2 – nilai pekali kekasaran Manning's
(sumber – manual saliran mesra alam 2000)

Drainage Element	Minimum <i>t_c</i> (minutes)
Roof and property drainage	5
Road inlet	5
Small areas < 0.4 hectare	10

Jadual 14.3 - Jumlah minimum masa tumpu.
(sumber – manual saliran mesra alam 2000)

Bagi sistem saluran yang mempunyai sistem rangkaian yang besar dan bercampur - campur, persamaan 14.6 Bransby-Williams' (AR&R, 1987) akan digunakan. Dimana didalam kes ini, kadar masa perjalanan untuk air larian permukaan dan masa perjalan air didalam sistem saluran akan dikira didalam satu persamaan sahaja iaitu seperti berikut :

$$i) \quad t_c = (F_c \cdot L) / (A^{1/10} \cdot S^{1/5}) \quad (14.6)$$

Dimana,

t_c = jumlah masa tumpu (minit)

F_c = faktor pertukaran, 58.5 untuk keluasan kawasan (A) dalam unit kilometer persegi (km²), atau 92.5 untuk keluasan kawasan (A) dalam unit hektar (ha)

L = jarak perjalan aliran untuk kawasan tadahan (km)

A = keluasan kawasn tadahan (km² atau ha)

S = kecerunan aliran sistem saluran (m / km)

3.3.4 Mengenalpasti nilai keamatan I (Intensity, I)

Untuk menilai kadar keamatan I , ia bergantung kepada nilai masa tumpu t_c yang diperolehi sebelum ini. Terdapat dua keadaan nilai t_c untuk dinilai iaitu :

$$i) \quad t_c < 30 \text{ minit}$$

Ia perlu diubahsuai. Cari nilai keamatan I , untuk $t=30$ minit dan 60minit dengan menggunakan persamaan 13.2. Kemudian tukarkan nilai I kepada P_d untuk I_{30} dan I_{60} terlebih dahulu. Dengan menggunakan jadual 13.3 cari nilai F_d dengan menentukan kawasan pada jadual 13.3 untuk mencari nilai $^2P_{24}$.

Tentukan nilai F_d, P_{30} dan P_{60} dengan menggunakan persamaan 13.4 untuk mencari nilai P_d dimana d adalah nilai t_c . Akhir sekali tukarkan nilai P_{t_c} kepada $R_{I_{t_c}}$ untuk nilai keamatan I .

ii) $t_c > 30$ minit

Terus gunakan persamaan 13.2 untuk mendapatkan nilai I dengan menentukan nilai $R = \text{ARI}$ pilihan dan $t = t_c$ bagi nilai R_{I_t} .

Nilai a, b, c dan d boleh diperolehi daripada jadual 13.A1. Manakala untuk menukarkan nilai keamatan I kepada P_d , gunakan persamaan 13.3 dengan nilai $d = t/60$. Persamaan-persamaan dan jadual tersebut adalah seperti dibawah :

i) $\ln(R_{I_t}) = a + b \ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3$ (13.2)

ii) $P_d = P_{30} - F_D (P_{60} - P_{30})$ (13.3)

iii) Jadual 13.A1 – nilai a, b, c dan d untuk kawasan Ipoh

ARI (years)	a	b	c	d
2	5.2244	0.3853	-0.1970	0.0100
5	5.0007	0.6149	-0.2406	0.0127
10	5.0707	0.6515	-0.2522	0.0138
20	5.1150	0.6895	-0.2631	0.0147
50	4.9627	0.8489	-0.2966	0.0169
100	5.1068	0.8168	-0.2905	0.0165

(data diambil dari tahun 1951 – 1990) ; untuk $30 \leq t \leq 1000$ minit
(sumber – manual saliran mesra alam 2000)

iv) Jadual 13.3 –nilai F_D untuk persamaan 13.3

Duration (minutes)	${}^2P_{24h}$ (mm)				
	West Coast				East Coast
	≤ 100	120	150	≥ 180	All
5	2.08	1.85	1.62	1.40	1.39
10	1.28	1.13	0.99	0.86	1.03
15	0.80	0.72	0.62	0.54	0.74
20	0.47	0.42	0.36	0.32	0.48
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(sumber – manual saliran mesra alam 2000)

3.3.5 Mengenalpasti koefisien kadaralir (Runoff Coefficient, C_o)

Untuk mengenalpasti koefisien kadaralir, jenis guna tanah dan pembangunan untuk kawasan kajian hendaklah dikenalpasti terlebih dahulu. Kadar koefisien C_o boleh dirujuk melalui jadual rekabentuk 14.3 untuk keadaan selepas pembangunan dan jadual rekabentuk 14.4 untuk keadaan sebelum pembangunan seperti dilampiran

Nilai koefisien kadaralir C_o dapat dinilai dengan mengunjurkan satu garisan pugak dari nilai keamatan hujan I digarisan arah –x sehingga berjumpa dengan garisan jenis guna tanah dan pembangunan dan unjurkan garisan lurus secara melintang sehingga di sebelah garisan arah – y untuk menentukan kadar nilai C_o .