

**KEHUBUNGAN DAN PERBEZAAN DI ANTARA KEBOLEHTELAPAN DAN
PENYUSUPAN BAGI TANAH DI KAWASAN BUTTERWORTH**

Oleh

Mohd Kalmizan Bin Yusoff

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**

April 2005

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur saya kehadiran Ilahi kerana dengan berkat dan izin-Nya dapat saya menyiapkan laporan projek tahun akhir ini dengan jayanya. Pertama sekali saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia yang dihormati, Prof. Madya Dr. Nor Azazi Zakaria kerana telah memberi tunjuk ajar dan bimbingan kepada saya sepanjang menjalani kajian ini. Terima kasih juga saya ucapkan kepada Prof. Madya. Dr. Aminuddin Abd. Ghani selaku penyelia kedua yang juga banyak memberi nasihat dan bimbingan dalam menjayakan projek ini Tidak lupa juga kepada pegawai peyelidik En. Mohd Fazly Bin Yusof yang telah banyak membantu dan memberi dorongan kepada saya. Terima kasih juga saya ucapkan kepada pembantu pegawai penyelidik, Encik Rahim Ghazali, Encik Fauzi Ahmad Shah, Encik Othman Zainuddin, serta seluruh warga REDAC dan Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam yang telah banyak membantu saya dalam usaha untuk menyiapkan projek tahun akhir ini. Saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada juruteknik makmal Geoteknik, En. Dziauddin Zainol Abiddin dan En. Halmi Ghazali yang telah banyak menyumbangkan tenaga dan masa untuk menjayakan projek tahun akhir ini. Akhir sekali saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat samada secara langsung atau tidak langsung dalam penulisan laporan ini khususnya kaum keluarga dan teman seperjuangan. Jasa dan pertolongan anda tidak akan saya lupakan. Terima kasih...

SEKIAN.....

ABSTRAK

Proses pembangunan memerlukan perancangan yang terperinci dan berhati-hati kerana pembangunan membawa banyak perubahan kepada keadaan alam semulajadi. Alam semulajadi yang tidak stabil boleh mengakibatkan bencana seperti banjir dan tanah runtuh. Pengelasan tanah mengikut kumpulan, kadar penyusupan dan kadar kebolehtelapan penting untuk merancang pembangunan. Kawasan sekitar Butterworth yang telah dibahagikan kepada 6 zon adalah kawasan kajian yang telah dipilih untuk ujkaji ini kerana ia berpotensi untuk dibangunkan. Kajian penyusupan merupakan merupakan salah satu kajian yang bertujuan untuk mengawal banjir dan mengklasifikasikan tanah berdasarkan ujian penyusupan. Ujian yang dijalankan seperti ujian penyusupan dan kebolehtelapan dapat menggambarkan kadar penyusupan air kedalam tanah mengikut taburan hujan kawasan tersebut. Daripada maklumat ini jumlah air larian permukaan dan air yang menyusup kedalam tanah dapat dianggarkan. Ujian analisis ayakan pula dapat mengklasifikasikan jenis tanah yang ada pada kawasan tersebut sekaligus membantu untuk merancang dan menganggar kos pembangunan. Dengan adanya maklumat-maklumat ini jurutera dapat merancang untuk membangunkan system saliran yang sesuai dan merancang pembangunan bandar.

ABSTRACT

This paper present the study of infiltration, permeability and soil classification for zone BW1, BW2, BW3, BW4, BW5 and BW6 in order to develop an infiltration map for Butterworth. Infiltration into the soil matrix is formally divided into two components: (1) Vertical infiltration into soil surface; and (2) Lateral infiltration via hole in soil. Soil classification using Unified Soil Classification System shows the types of soil and groups of soil. Double Ring Infiltrometer and Falling head permeability test are the test that has done in this case study. This data is important for the planning of urbanization. The study of soil classification and their coefficient in infiltration and permeability give answer to many questions during planning urbanization. The soil classification can be major tool in Urban Drainage Planning to identify the applicability of infiltration system in a new developed urban area. This data also help improve in prevention of flood due to urbanization effect also among the benefits that can be found from this study.

SENARAI JADUAL

JADUAL 2.0 : Kadar penyusupan dalam tanah berdasarkan jenis tanah menggunakan kaedah ring infiltrometer, USDA (1998)

JADUAL 3.0 : Zon kawasan kajian Butterworth

JADUAL 3.1 : Unified Soil Classification System (USCS)

JADUAL 3.2 : USCS Division of Sands

JADUAL 4.0 : Perincian lokasi kajian mengikut zon

JADUAL 4.1 : Analisis daripada graf lengkung Horton

JADUAL 4.2 : Nilai D_{10} , D_{30} , D_{50} , D_{60} dan Keseragaman Zarah Tanah Kawasan BW1

JADUAL 4.3 : Nilai D_{10} , D_{30} , D_{50} , D_{60} dan Keseragaman Zarah Tanah Kawasan BW2

JADUAL 4.4 : Nilai D_{10} , D_{30} , D_{50} , D_{60} dan Keseragaman Zarah Tanah Kawasan BW3

JADUAL 4.5 : Nilai D_{10} , D_{30} , D_{50} , D_{60} dan Keseragaman Zarah Tanah Kawasan BW4

JADUAL 4.6 : Taburan Zarah Tanah Bagi Keseluruhan Zon

JADUAL 4.7 : Kawasan serta kelas tanah

JADUAL 4.8 : Data-data yang diperolehi daripada ujian turus menurun

KANDUNGAN

PENGHARGAAN		i
ABSTRAK		ii
ABSTRACT		iii
ISI KANDUNGAN		iv
SENARAI JADUAL		vii
SENARAI RAJAH		viii
BAB 1	PENGENALAN	
	1.1	PERNYATAAN MASALAH 1
	1.2	OBJEKTIF KAJIAN 3
	1.3	SKOP KAJIAN 3
BAB 2	KAJIAN LITERATUR	
	2.1	PENYUSUPAN 4
	2.2	AIR LARIAN PERMUKAAN 5
	2.3	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYUSUPAN 5
	2.3.1	Kandungan lembapan 5
	2.3.2	Tekstur dan jenis tanah 6
	2.3.3	Permukaan tanah berkerak (<i>crust</i>) 6
	2.3.4	Kepadatan tanah 7
	2.3.5	Struktur tanah dan agregat. 7
	2.3.6	Bahan organik 7

2.3.7	Liang rongga	8
2.4	FAKTOR YANG MENINGKATKAN PENYUSUPAN	9
2.5	KAJIAN KES	9
2.5.1	Kajian keatas kadar penyusupan dalam retakan tanah sawah	9
BAB 3	METODOLOGI	
3.1	KAJIAN	11
3.1.1	Pengumpulan data	11
3.1.2	Meninjau keadaan tapak	13
3.1.3	Pengambilan sampel tanah	13
3.1.4	Ujian di tapak	14
3.1.5	Penghasilan peta	15
3.2	UJIAN MAKMAL	16
3.2.1	Ujian Analisis ayakan kering	16
3.2.2	Ujian kebolehtelapan	19
3.2.3	Ujian di tapak	21
	3.2.3.1 Ujian Auger Boring	21
	3.2.3.2 Ujian Infiltrrometer	22

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	KEPUTUSAN	24
4.1.1	Analisis bagi ujian penyusupan	26
4.1.2	Analisis bagi ujian ayakan	30
4.1.3	Analisis ujian kebolehtelapan	36
4.2	PERBINCANGAN	38
4.2.1	Klasifikasi tanah mengikut ujian ayakan	38
4.2.2	Klasifikasi tanah mengikut kadar penyusupan	39
4.2.3	Klasifikasi tanah berdasarkan ujian kebolehtelapan	41
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	KESIMPULAN	43
5.2	CADANGAN	44

RUJUKAN

LAMPIRAN

LAMPIRAN A : DATA UJIAN AYAKAN

LAMPIRAN B : DATA UJIAN PENYUSUPAN

LAMPIRAN C : DATA UJIAN KEBOLEHTELAPAN

LAMPIRAN D : PETA LOKASI KAJIAN

LAMPIRAN E : GAMBAR LOKASI KAJIAN

SENARAI RAJAH

Rajah 3.0 : Pecahan zon di kawasan kajian sekitar Butterworth

Rajah 3.1 : Ayak yang diletak pada '*Mechanical Sieve Shaker*'.

Rajah 3.2 : Contoh Sampel yang sudah dihancurkan

Rajah 3.3 : Alatan ujian kebolehtelapan

Rajah 3.4 : Set Infiltrometer yang siap dipasang

Rajah 3.5 : Air dimasukkan ke dalam gegelang luar

Rajah 3.6 : Air dimasukkan ke dalam Gegelang dalam

Rajah 4.0 : Graf penyusupan (lengkung Horton) bagi Kawasan Kg. Maklom (5B)

Rajah 4.1 : Graf penyusupan (lengkung Horton) bagi Kawasan Kg. Jawa (6A)

Rajah 4.2 : Graf penyusupan (lengkung Horton) bagi Kawasan Tmn. Perwira (4A)

Rajah 4.3 : Lengkung taburan saiz zarah bagi kawasan Mak Mandin, 2(F)

Rajah 4.4 : Lengkung taburan saiz zarah bagi kawasan Sungai Dua, 4(E)

Rajah 4.5 : Lengkung taburan saiz zarah bagi kawasan Tmn. Inderawasih, 3(I)

Rajah 4.6 : Lengkung taburan saiz zarah bagi kawasan Tmn. Kurau, 3(I)

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pernyataan masalah

Negara Malaysia sedang mengalami pembangunan yang pesat samada di bandar dan di luar bandar. Dalam pembangunan yang pesat ini banyak perubahan ke atas alam sekitar telah dilakukan. Perubahan-perubahan ini telah menyebabkan berlakunya pelbagai masalah ke atas penduduk dan komuniti setempat. Antara faktor yang menimbulkan masalah ini ialah seperti luas tanah yang telap air semakin berkurangan akibat pembinaan bumbung bangunan dan turapan. Faktor ini menjadikan air larian dan aliran puncak meningkat dengan mendadak. Akibatnya, banjir kilat berlaku walaupun hujan turun dalam tempoh yang sekejap. Disamping itu kapasiti sungai dan longkang menjadi berlebihan dan terpaksa diperbesar dan diperdalamkan lagi.

Pelbagai kaedah telah dikenalpasti untuk mengatasi masalah ini seperti membuat kolam takungan yang diletakkan pada hilir kawasan tadahan. Walaubagaimanapun kaedah ini perlu difikirkan semula kerana aliran air yang besar akan mengakibatkan banjir dan menimbulkan masalah perparitan pada saiz dan ciri-ciri lain walaupun kadar alirannya telah dikawal. Ini bukan sahaja meningkatkan kos penyenggaraan saluran tersebut malah boleh meningkatkan masalah hakisan pada saluran.

Pada tahun 2000, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia telah membuat keputusan untuk mengatasi masalah banjir di kawasan bandar ini menerusi kawalan pada puncanya. Sistem penyusupan ialah salah satu cara yang telah dicadangkan untuk kawalan pada puncanya sepertimana yang digariskan dalam Panduan Pengurusan Air Ribut Bandaran. Sistem penyusupan ini merupakan satu-satunya sistem yang mampu

mengawal aliran puncak dan isipadu air larian pada masa yang sama. Sistem penyusupan yang dicadangkan untuk Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) termasuklah turapan tanah poros, saluran terserak dan kolam penyusupan. Dengan adanya sistem ini, ia dapat mejayakan matlamat Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) iaitu ingin mencapai 'Banjir Kilat Sifar' pada tahun 2010.

Dalam kajian ini pekali penyusupan sangat mempengaruhi saiz sistem resapan dan masa untuk mengosongkan sistem tersebut. Setiap kemusykilan dalam memilih nilai pekali penyusupan akan membawa kepada rekabentuk sistem yang tidak tepat. Nilai tetap kadar resapan, f_d digunakan dalam rekabentuk.

Walaubagaimanapun, maklumat-maklumat tentang pekali penyusupan bagi tanah-tanah di negara ini masih belum dilaksanakan. Tanpa maklumat-maklumat ini, kerja merekabentuk tidak dapat dilakukan. Ini kerana, maklumat-maklumat pekali penyusupan yang telah dijalankan oleh badan lain seperti USCS untuk tanah USA tidak sama dengan tanah di Malaysia. Dengan adanya maklumat-maklumat tentang pekali penyusupan bagi kawasan-kawasan di Malaysia kita bukan sahaja dapat merekabentuk malah dapat mengkaji aplikasi dan keberkesanannya untuk mengawal banjir dari segi teknikal dan ekonomi. Sebuah peta berdasarkan kapasiti penyusupan akan dihasilkan daripada kajian ini untuk kegunaan pemaju-pemaju di masa hadapan untuk memilih tapak yang sesuai untuk sistem penyusupan di kawasan bandar.

Dengan penghasilan peta yang berdasarkan pekali penyusupan ini, ia dapat memberikan satu garis panduan dan rujukan bagi rekabentuk sistem saluran. Selain itu, ia juga dapat membantu pemaju-pemaju projek dalam melaksanakan pembinaan infrastruktur di sekitar Butterworth.

Disamping itu, suatu formula empirik yang berkaitan antara pekali penyusupan dan pekali kebolehtelapan boleh ditemui. Hubungan antara kedua-dua parameter ini dapat digunakan untuk mencari pekali penyusupan dengan mengetahui kadar kebolehtelapan tanah kerana ujian kebolehtelapan murah untuk dilakukan di makmal. Jadi dengan penemuan formula ini, ia dapat dijadikan rujukan oleh jurutera perunding dalam merekabentuk sistem penyusupan.

1.2 Objektif

Tujuan utama kajian kes ini dijalankan adalah :-

- 1) Untuk mengumpul dan merekod data-data berkaitan dengan aspek geoteknik dan hidrologi bagi Zon BW3/4, Butterworth.
- 2) Untuk mengklasifikan tanah di negara ini berdasarkan pekali penyusupan
- 3) Menghubungkan ciri-ciri tanah dengan pengawalan banjir

1.3 Skop Kajian

Kawasan kajian meliputi Zon BW3 dan BW4, Butterworth berdasarkan Draf Rancangan Tempatan Butterworth 2010 yang dikeluarkan oleh Majlis Perbandaran Seberang Perai (MPSP). Ujian di lokasi kajian dan pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum ujian keatas sampel-sampel dilakukan. Ujikaji analisis ayakan dan ujian kebolehtelapan dilakukan di makmal untuk membandingkan keputusan dan mengklasifikasikan jenis tanah lokasi kajian.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 PENYUSUPAN

Penyusupan adalah satu proses semula jadi air dari permukaan bumi yang bergerak masuk ke dalam tanah. Air. Penyusupan memainkan peranan penting untuk mengurangkan kuantiti air larian permukaan (*surface runoff*) dengan mempengaruhi masa penyebaran dan magnitud air larian permukaan. Penyusupan juga merupakan proses semula jadi penyaliran air dalam tanah dan dapat mempengaruhi paras air bumi. Nilai pekali penyusupan menjadi satu faktor yang penting bagi rekabentuk sistem saliran di Malaysia. Di Malaysia manual saliran mesra alam (MSMA) telah diperkenalkan pada tahun 2001 bagi menggantikan manual sebelum ini yang telah digunakan sejak tahun 1975. Konsep rekabentuk saliran yang digunakan sekarang memberi penekanan kepada faktor jarak berbanding dengan “*rapid disposal*” sebelum ini.

Satu lagi parameter lain yang penting dalam rekabentuk sistem saliran adalah kebolehtelapan sesuatu jenis tanah. Kebolehtelapan adalah pergerakan air memasuki tanah dan berakhir di satu lapisan yang di panggil zon tepu. Penyusupan bergantung kepada keadaan kelembapan dan kecerunan permukaan tanah atau cerun hidraulik yang wujud di dalam tanah. Kadar penyusupan adalah kelajuan maksimum air memasuki lapisan tanah. Kadar penyusupan dinyatakan sebagai isipadu per unit luas per unit masa. Jika kadar curahan hujan lebih rendah berbanding kadar penyusupan, keseluruhan air curahan yang jatuh ke permukaan bumi akan meresap masuk ke dalam tanah. Sebaliknya, jika kadar penyusupan adalah rendah, kuantiti air yang masuk ke dalam lapisan tanah juga

adalah rendah dan lebihannya akan menjadi air larian permukaan atau bertakung di permukaan bumi.

Keadaan tanah yang tepu juga akan menyebabkan takungan pada permukaan bumi berlaku dengan serta-merta semasa hujan. Permukaan bumi yang cerun akan meningkatkan lagi kelajuan air larian permukaan dan akan mengurangkan takungan pada permukaan bumi. Peningkatan air larian permukaan akan menyebabkan hakisan pada permukaan bumi dan akan mengeruhkan air sungai kerana air larian akan membawa partikal-partikal tanah yang terhakis.

2.2 AIR LARIAN PERMUKAAN

Air larian permukaan adalah satu proses aliran air yang mengaalir di atas permukaan bumi melalui alur dan akan berakhir di sungai ataupun parit. Proses ini bergantung kepada kecerunan dan keadaan permukaan tanah. Air larian permukaan ini terjadi apabila keamatan hujan melebihi kadar penyusupan sesuatu tanah.

2.3 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYUSUPAN

2.3.1 Kandungan Lembapan

Kandungan lembapan atau kandungan air di dalam tanah amat mempengaruhi kadar penyusupan. Secara umumnya, keadaan tanah yang kering mempunyai kadar penyusupan yang tinggi dan akan berkurangan bila kandungan lembapan sesuatu tanah meningkat. Keadaan tanah yang kering akan menyebabkan permukaan tanah merekah dan liang rongga juga meningkat. Dalam keadaan begini, kadar penyusupan akan meningkat dan ia akan berkurangan apabila keretakan permukaan tanah dipenuhi air dan

tanah akan menjadi lembap. Kelembapan permukaan tanah akan mengurangkan kadar penyusupan dan turut mengurangkan kadar kebolehtelapan.

2.3.2 Tekstur dan Jenis Tanah.

Jenis tanah seperti tanah berpasir (*sandy*), tanah berkelodak (*silty*) dan tanah lempung (*clayey*) boleh mengawal atau menjejaskan kadar penyusupan dan kebolehtelapan sesuatu tanah. Sebagai contoh, tanah berpasir mempunyai kadar penyusupan yang lebih tinggi daripada tanah lempung.

Jadual 2.0 : Kadar penyusupan dalam tanah berdasarkan jenis tanah menggunakan kaedah ring infiltrometer , USDA (1998):

Jenis tanah	Kadar penyusupan asas(mm/jam)
Pasir	Kurang dari 30
Pasir berkelodak	20 – 30
Kelodak	10 – 20
Tanah liat berkelodak	5 – 10
Tanah liat	1 - 5

2.3.3 Permukaan Tanah Berkerak (*crust*)

Tanah yang mempunyai permukaan yang luas dan keliangan (liang rongga) yang tinggi mempunyai kadar kemasukan air atau penyusupan yang lebih besar berbanding permukaan tanah yang kurang keliangannya. Kerak di atas permukaan tanah boleh menutup keliangan dan menghalang atau mengurangkan kemasukan air kedalam tanah.

2.3.4 Kepadatan Tanah.

Kawasan tanah yang mempunyai kepadatan yang tinggi mempunyai kadar penyusupan yang rendah. Keadaan ini terjadi kerana liang rongga di dalam tekstur tanah yang padat telah tertutup. Tanah yang padat juga akan menghasilkan suatu permukaan atau lapisan tanah yang tak telap air (*impervious layer*). Permukaan tanah seperti ini akan mengurangkan kadar penyusupan dan akan meningkatkan kadar air larian permukaan. Selain itu juga, keadaan seperti ini akan menyebabkan berlakunya takungan air pada permukaan bumi.

2.3.5 Struktur Tanah dan Agregat.

Tekstur dan struktur tanah juga memberikan kesan yang besar terhadap kadar penyusupan sesuatu tanah. Struktur tanah yang mempunyai struktur aggregate yang kuat dan stabil seperti berbijian atau berblok mempunyai kadar penyusupan yang tinggi daripada tanah yang mempunyai struktur yang berkeping dan lemah. Tanah yang mempunyai struktur yang kecil mempunyai kadar penyusupan yang lebih tinggi daripada tanah yang mempunyai struktur yang besar.

2.3.6 Bahan Organik.

Peningkatan bahan tumbuhan yang hidup atau mati boleh membantu meningkatkan proses penyusupan. Bahan organik adalah penting untuk peningkatan kemasukan air ke dalam tanah kerana bahan organik boleh melindungi partikal-partikal tanah daripada pecah semasa proses curahan (*precipitation*). Partikal agregat yang pecah

akan menyebabkan liang rongga di dalam tanah akan tersumbat dan ini akan mengurangi kadar penyusupan semasa hujan.

2.3.7 Liang Rongga.

Liang rongga atau keliangan merupakan peratusan kandungan udara dalam tanah. Kandungan udara yang tinggi akan meningkatkan keliangan sesuatu tanah. Adalah penting untuk mengekalkan liang rongga pada permukaan tanah supaya kadar penyusupan air lebih berkesan. Biasanya penurunan kadar penyusupan disebabkan oleh pembentukan lapisan padat pada permukaan tanah. Lapisan ini adalah hasil daripada pemecahan struktur tanah disebabkan samada oleh hentakan titisan hujan, aliran pada permukaan tanah, dan kemasukan partikal halus kedalam liang rongga yang lebih besar yang akan membentuk lapisan tak telus air.

Keliangan boleh diukur dengan mengira jumlah kandungan air yang diperlukan oleh suatu sampel tanah supaya ia menjadi sampel tanah yang tepu (*saturated sample*). Liang rongga yang bersambung dan berterusan ke permukaan bumi merupakan saluran yang baik untuk membolehkan air masuk ke dalam tanah. Liang rongga yang tidak bersambungan antara satu sama lain akan merencatkan aliran air ke dalam tanah disebabkan gelembung udara yang terperangkap di dalam liang rongga. Organisma yang hidup di dalam tanah seperti cacing juga meningkatkan jumlah keliangan tanah dan membantu meningkatkan penyusupan air kedalam tanah.

2.4 FAKTOR YANG MENINGKATKAN PENYUSUPAN

1. Mengurangkan pemadatan tanah dengan mengurangkan penggunaan jentera semasa tanah basah. Meminimumkan laluan kenderaan yang menyeberangi lapangan iaitu dengan menggunakan laluan yang sama.
2. Mengurangkan penghasilan kerak tanah dengan menanam tumbuhan tutup bumi.
3. Tingkatkan bahan organik dalam tanah bagi melindungi struktur agregat tanah.
4. Mengurangkan turapan pada tanah untuk menjaga liang-liang pada permukaan tanah agar tidak tertutup.

2.5 KAJIAN KES

2.5.1 Kajian keatas kadar penyusupan dalam retakan tanah sawah

Kajian ini dijalankan di Taiwan oleh Liu et. al., (2003) berhubung dengan kajian kadar penyusupan bagi tanah sawah yang mengalami keretakan. Permukaan kawasan tanah sawah mungkin mengalami keretakan dalam rekahan yang disebabkan oleh sistem pengaliran dan pendedahan terhadap cahaya matahari selepas musim menuai (Tabuchi, 1968). Tinjauan kawasan yang dibuat menunjukkan bahawa keretakan tanah sawah ini terbukti akan menyebabkan peningkatan kepada kadar penyusupannya. Namun begitu, kadar penyusupan ini akan menurun dengan kadar yang tinggi selepas 2 hari berlakunya proses pemadakan. Eksperimen terhadap petak tanah sawah di makmal telah dijalankan untuk mengenalpasti parameter-parameter yang mengawal penyusupan air di dalam tanah sawah yang retak. Pelbagai pembolehubah, termasuk tekstur tanah, kedalaman air banjir, lapisan tanah bajak, langkah pemeliharaan dan penyuburan, partikel air terampai, telah diselidik untuk menyenaraikan pengaruhnya ke atas lengkuk penyusupan dan mekanisme penutupan oleh lapisan tanah bajak. Keputusan eksperimen menunjukkan bahawa

lapisan tanah bajak dan kedalaman air banjir hanya meningkatkan kadar penyusupan bagi tempoh sementara. Pengampulan tanah merupakan kesan paling utama ke atas kadar penyusupan. Pemecahan tanah menggunakan bajak dan pemadatan pada permukaan tanah boleh menambahkan kebolehpulihan pada lapisan tanah bajak dan mengurangkan kadar penyusupan. Struktur tanah yang mempunyai kuantiti ketumpatan yang rendah akan berubah dengan mudah berikutan penyusupan oleh air. Penyusupan juga boleh menguraikan partikel lempung dan mengendapkannya di atas permukaan rekahan melalui tapisan permukaan, secara tidak langsung, keadaan ini dapat mengurangkan kadar penyusupan. Oleh demikian, penyingkiran lapisan tanah bajak dari sawah dapat meningkatkan kadar penyusupan dengan berkesan (Liu, 1998 dan Chen, 1999). Kajian ini bertujuan mendapatkan penyusunan penggunaan air sawah yang berkesan dengan penggunaan saluran air yang lebih efektif dalam pengurusan air pertanian. Penukaran separuh kawasan dari berekar-ekar kawasan tanah kepada kolam air dan kawasan tanaman tanah tinggi menjimatkan kadar saluran air yang diperuntukkan, yang mana boleh digunakan untuk meningkatkan kandungan air dalam tanah (Liu, 1998).

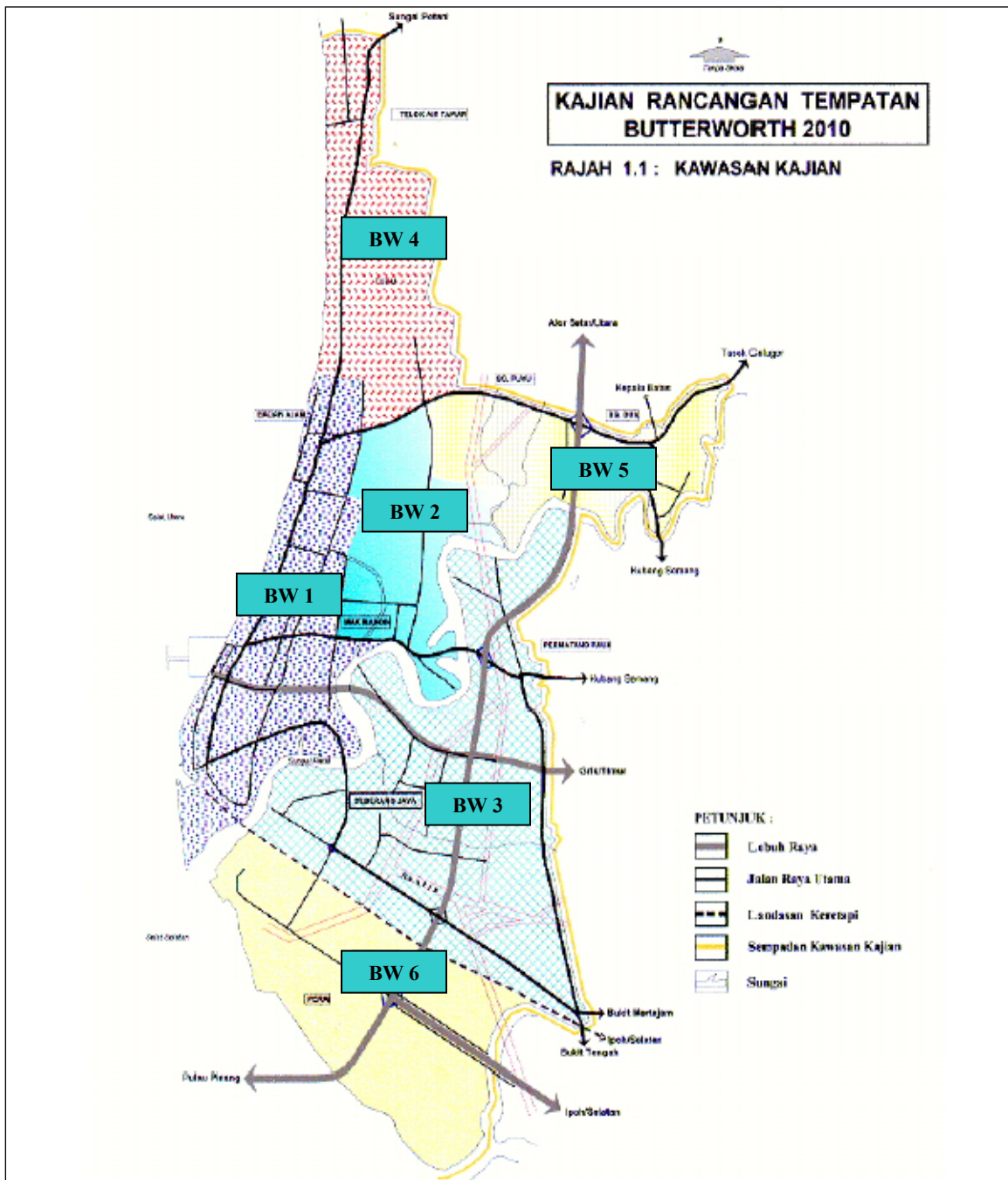
BAB 3

METODOLOGI

3.1 KAJIAN

3.1.1 Pengumpulan data.

Proses pertama yang dilakukan dalam melakukan kajian ini ialah mencari data dan maklumat yang berhubung dengan *Development of Infiltration Capability Map*. Antara maklumat yang diperolehi adalah dari sumber seperti peta topografi, peta geologi, dan pelan pembangunan serta maklumat GIS (*Geographic Information System*). Peta topografi diperlukan untuk mengetahui keadaan muka bumi di kawasan Butterworth untuk kemudahan mencari tapak kajian. Peta geologi pula, diperlukan untuk mengetahui jenis-jenis tanah yang ada di Butterworth dan seterusnya membuat analisis untuk memilih tapak yang sesuai. Untuk membuat peta penyusupan ini, rancangan bandar Butterworth juga perlu diambilkira dalam memilih tapak agar tidak mengganggu atau membantutkan perancangan pembangunannya. Maklumat GIS, peta topografi, peta geologi dan pelan pembangunan Butterworth diperolehi daripada Majlis Perbandaran Seberang Perai (MPSP) dan perpustakaan USM Kampus Kejuruteraan.



Rajah 3.0 : Pecahan zon di kawasan kajian sekitar Butterworth
(Sumber : Draf Rancangan Tempatan Butterworth, MPSP, 2000)

Jadual 3.0 : Zon kawasan kajian Butterworth

Zon	Keluasan
Zon BW1 : Pusat bandar	1084 ha
Zon BW2 : Bagan Ajam	716 ha
Zon BW3 : Seberang Jaya / Permatang Pauh	2018 ha
Zon BW4 : Telok Air Tawar	830 ha
Zon BW5 : Bagan Lalang / Sungai Puyu	795 ha
Zon BW6 : Kawasan Perindustrian Perai	773 ha
Jumlah	6216 ha

(Sumber : Draf Rancangan Tempatan Butterworth, MPSP,2000)

3.1.2 Meninjau keadaan tapak.

Pemilihan tapak bukan sahaja boleh dilakukan dengan peta sahaja. Ini kerana mungkin terdapat perubahan dan kelainan pada kawasan sebenar dengan maklumat yang terdapat pada peta. Jadi tinjauan perlu dilakukan dalam memilih tapak yang sesuai. Kawasan yang sesuai untuk sistem penyusupan ini mestilah lapang dan bukan tanah persendirian seperti padang bola sepak dan kawasan taman permainan.

3.1.3 Pengambilan sampel tanah

Tapak yang telah dipilih dan dirasakan sesuai akan ditanda di dalam peta. Sampel tanah di kawasan tersebut diambil untuk ujian di makmal. Gambar kawasan tapak dan kerja pengambilan sampel diambil sebagai bukti. Sampel yang diambil mesti mempunyai

berat lebih daripada 1.5 kg dan merangkumi keseluruhan kawasan dan jenis tanah yang ada di tapak.

Sampel-sampel tanah ini diambil untuk ujian kebolehtelapan dan ujian ayakan kering (*Dry sieve analysis*). Ujian kebolehtelapan terbahagi kepada dua iaitu Ujian Turus Menurun (*Falling Head Test*) dan Ujian Turus Malar (*Constant Head Permeability Test*). Ujian Turus Menurun dijalankan ke atas sampel tanah yang mempunyai saiz partikal yang sangat kecil dan sebaliknya bagi ujian Turus Malar. Ujian-ujian ini perlu dijalankan untuk mengetahui kelas tanah, kadar kebolehtelapan, ketumpatan pukal, kadar penyusupan, taburan saiz dan kandungan lembapan.

3.1.4 Ujian di tapak

Selain daripada pengambilan sampel, ujian di tapak perlu dilakukan. Ini kerana ujian di tapak dapat menggambarkan situasi sebenar keadaan tanah dan pengaliran air bawah tanah di kawasan tersebut. Ujian di tapak juga merupakan salah satu ujian keatas sampel yang tidak mengganggu (*undisturb sample*). Ujian yang dilakukan di tapak terbahagi kepada dua iaitu Ujian Auger Boring (*Hand Auger*) dan Infiltrometer (*Double Ring Infiltrometer*).

Ujian Infiltrometer yang dilakukan adalah salah satu daripada ujian penyusupan yang mematuhi piawai. Kaedah ini menggunakan dua gegelang yang berlainan diameter dan tinggi. Dengan kaedah ini, penyusupan yang berlaku adalah pada permukaan tanah dan ia dikenali sebagai keupayaan penyusupan.

Ujian Auger Boring merupakan ujian yang dipilih kerana memerlukan kos yang rendah dan berkesan untuk mengetahui sifat tanah tersebut dalam penyusupan. Ujian lain

yang boleh dilakukan di tapak adalah double ring infiltrometer dan *5 tones and 10 tones electric cones*. Ujian di tapak yang dilakukan ini adalah untuk mencari dan menentukan nilai kadar penyusupan air bagi sesuatu kawasan. Kadar penyusupan adalah halaju atau kelajuan air di permukaan menyusup masuk kedalam tanah. Ia diukur berdasarkan kedalaman (mm) lapisan air menyusup masuk ke dalam tanah untuk tempoh 1 jam.

3.1.5 Penghasilan peta

Penghasilan peta digital dalam kajian ini merupakan proses yang terakhir. Dalam proses penghasilan peta ini perisian computer perlu digunakan seperti AutoCad, Sistem Maklumat Geografi (*GIS*) dan beberapa perisian lain. Dalam penghasilan peta ini persian AutoCad digunakan. Semua maklumat mengenai pengkelasan tanah, pekali kebolehtelapan dan kadar penyusupan dan jenis tanah dimasukkan kedalam peta dengan cara pewarnaan. Dengan cara ini semua sifat tanah mudah untuk dilihat dan dibandingkan. Selain itu peta ini juga boleh menjadi rujukan kepada jurutera untuk merekabentuk sistem saliran, bangunan dan sebagainya.

3.2 UJIAN MAKMAL

3.2.1 Ujian Analisis ayakan kering.

Objektif : Ujikaji ini bertujuan untuk mengetahui saiz butiran-butiran tanah dan seterusnya mengklasifikasikan jenis-jenis tanah.

Peralatan :-

- a) Drying oven
- b) Mechanical sieve shaker
- c) Pengayak bersaiz 6.3mm, 5.0mm, mm, 3.35mm, 2.00mm, 1.18mm, 0.6mm, 0.425mm, 0.300mm, 0.150mm, 0.075mm, dan 0.063mm.
- d) Penimbang digital.
- e) Bekas loyang.



Rajah 3.1 : Ayak yang diletak pada '*Mechanical Sieve Shaker*'.

Sampel Ujian.

- 1) Sampel tanah diambil dari tapak yang telah ditetapkan.
- 2) Sampel yang lembap mestilah dikeringkan didalam Drying oven selama 24 jam pada suhu 110°C . Ini untuk memastikan bahawa sampel tanah tidak mengandungi sebarang kelembapan didalamnya supaya saiz butiran tanah tidak dipengaruhi oleh kehadiran air. Kehadiran air juga boleh mnyebabkan tanah melekat pada ayak dan mempengaruhi ketepatan ayakan.
- 3) Sampel yang sudah kering dihancurkan sehingga menjadi butiran-butiran kecil.
Ini memastikan butiran tanah tertahan pada ayak yang betul.



Rajah 3.2 : Contoh Sampel yang sudah dihancurkan.

Tatacara :-

1. Sampel yang sudah sedia ditimbang. 500 g sampel diasing dan direkodkan mengikut kawasan sampel.
2. Ayak kosong ditimbang dan direkodkan sebagai berat ayak kosong.
3. Ayak disusun mengikut saiz daripada yang paling besar berada diatas.
4. Sampel tanah yang sudah ditimbang dituang kedalam ayak dengan berhati-hati supaya tiada sampel yang terkeluar daripada ayak.
5. Ayak yang sudah diisi dengan sampel tanah ditutup rapat dengan penutupnya dan ditempatkan pada '*mechanical sieve shaker*' dengan betul.
6. Sampel diayak selama 10minit mengikut gerakan secara vertical dan lateral.
7. Ayak yang berisi sampel tanah ditimbang satu persatu dan direkodkan sebagai berat ayak+sampel tanah.
8. Ujian ini akan diulangi semula jika peratus kehilangan tanah melebihi 1%.
9. Langkah 1 hingga 7 diulangi untuk sampel-sampel yang lain.

Nota : Ujian gagal sekiranya peratus kehilangan melebihi 2%. Ujian diulang semula jika gagal.

Jadual 3.1 :Unified Soil Classification System (USCS)

<i>Sediment Name</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Sieve No.</i>
<i>Cobble</i>	<i>greater than 75 mm</i>	
<i>Gravel</i>	<i>4.75 to 75 mm</i>	<i>4</i>
<i>Sand</i>	<i>0.075 to 4.75 mm</i>	<i>200</i>
<i>Fines (silt and clay)</i>	<i>less than 0.075 mm</i>	

Jadual 3.2 : USCS Division of Sands

<i>Sediment Name</i>	<i>Diameter Range (mm)</i>	<i>Passes through Sieve No.</i>	<i>Retained on Sieve No.</i>
<i>Coarse Sand</i>	<i>2.0 – 4.8</i>	<i>4</i>	<i>10</i>
<i>Medium Sand</i>	<i>0.43 – 2.0</i>	<i>10</i>	<i>40</i>
<i>Fine Sand</i>	<i>0.075 – 0.43</i>	<i>40</i>	<i>200</i>

(Sumber : <http://www.geology.sdsu.edu//classes/>)

3.2.2 Ujian kebolehtelapan

Ujian turus menurun (Falling head permeability test).

Objektif : Untuk mengira kadar kebolehtelapan untuk sampel tanah dan untuk menganggar aliran air dalam tanah.

Peralatan:

- a) Jam randik
- b) Termometer
- c) Buret
- d) Pembaris meter
- e) Meter telap
- f) Acuan



Rajah 3.3 : Alatan ujian kebolehtelapan.

Penyediaan sampel.

- 1) Sampel tanah ditumbuk sehingga hancur.
- 2) Bekas acuan ditimbang dan dicatatkan.
- 3) Sampel yang sudah hancur dimasukkan kedalam bekas acuan sedikit demi sedikit dan dipadatkan.
- 4) Berat bekas acuan dan sampel ditimbang dan dicatatkan.
- 5) Bekas berisi sampel direndam didalam air sehingga betul-betul tepu.

Tatacara :-

1. Diameter dalam acuan, D dan tinggi sampel yang dimasukkan kedalam bekas, L disukat.
2. Berat bikar kering ditimbang dan dicatat.

3. Spesimen diletakkan kedalam meter telap dan air dimasukkan kedalam buret. Gelembung udara dipastikan tiada pada tiub dan buret.
4. Keadaan ini dibiarkan sehingga air pada buret turun dengan sekata.
5. Ketinggian permulaan air dari datum, h_1 dicatat pada masa yang sama catatan masa dimulakan. Ketinggian akhir air dari datum, h_2 dicatat bersama dengan masa aliran air daripada h_1 ke h_2 , t .
6. Air yang keluar dari meter telap pada masa aliran dicatat ditadah oleh bikar kering yang sudah ditimbang.
7. Berat bikar bersama air dicatatkan. Suhu juga disukat dengan menggunakan termometer.
8. Kandungan lembapan sampel tanah diambil selepas keputusan ujian diperolehi.

3.2.3 Ujian di tapak.

Lawatan ke tapak untuk melakukan ujian akan dilakukan setelah lokasi dan zon kawasan telah ditetapkan. Antara ujian yang dilakukan di tapak ialah Ujian Auger Boring (*hand Auger*), dan Ujian Ring Infiltrrometer.

3.2.3.1 Ujian Auger Boring

Objektif :

1. Untuk mengira kadar penyusupan pada tanah yang berbeza jenisnya.
2. Untuk membandingkan kadar penyusupan kritikal dan kadar penyusupan malar untuk pelbagai permukaan.

Sebelum ujian ini dilakukan satu lubang akan dikorek terlebih dahulu pada satu kedalaman yang tertentu. setelah lubang disediakan, air akan dimasukkan sehingga penuh dan bacaan kedalaman air akan direkodkan. Bacaan bagi kedalaman air diambil pada masa setiap 1

minit selama 1 jam. Tempoh masa ini bergantung kepada jenis dan saiz partikal dimana tanah yang mempunyai saiz partikal yang besar akan menghasilkan penyusupan yang tinggi. Ini akan menjadikan tempoh masa ujian ini dilakukan menjadi lebih singkat.

3.2.3.2 Ujian Infiltrometer

Ujian Infiltrometer merupakan satu kaedah atau peralatan yang ringkas untuk mengukur kadar kebolehtelapan. Kaedah merupakan satu piawaian bagi mengukur kadar penyusupan air kedalam tanah di lapangan. Kaedah ini memerlukan dua gegelang keluli yang berlainan diameter dan tinggi. Ia berbeza dengan Ujian Auger Boring kerana ujian ini hanya melibatkan penyusupan air bagi permukaan tanah. Bagi Ujian Auger Boring, penyusupan air melibatkan dua arah iaitu dari arah sisi dan arah bawah lubang yang telah dikorek.

Gambar-gambar di bawah menunjukkan kerja-kerja mengukur kadar penyusupan air di lapangan.



Rajah 3.4: Set Infiltrometer yang siap dipasang



Rajah 3.5 : Air dimasukkan ke dalam gegelang luar



Rajah 3.6 : Air dimasukkan ke dalam Gegelang dalam

BAB 4

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 KEPUTUSAN

Kawasan kajian di Butterworth telah di bahagikan mengikut zon yang telah ditetapkan. Kawasan ini telah di bahagikan kepada 6 zon dan sampel-sampel yang telah diambil di kawasan tersebut telah ditandakan dengan lebih ringkas untuk memudahkan analisis yang dibuat. Jadual di bawah menunjukkan kawasan kajian yang terlibat dalam analisis dan kajian ini.

Jadual 4.0 : Perincian lokasi kajian mengikut zon

Point/Label	Lokasi	Zon
1(A)	Taman Merbau	BW 1
1(B)	Taman Sungai Puyu	BW 1
1(C)	Taman Limbungan	BW 1
1(D)	Taman Chantek	BW 1
1(E)	Taman Peninsular	BW 1
1(F)	Kg.Lebai Tahir	BW1
1(G)	Taman Merbau	BW1
1(H)	Taman Sembilang	BW1
2(A)	Taman Sagem	BW 2
2(B)	Taman Puyu	BW 2
2(C)	Taman Teratai	BW 2
2(D)	Taman Dedap	BW 2
2(E)	Taman Teratai	BW2