

**GEOLOGI AM DAN SIFAT KEJURURUTERAAN
TANAH DI KAWASAN KUNAK,
SABAH.**

LIM TOON HOONG

**PROGRAM GEOLOGI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2007

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN GEOLOGI KEJURUTERAAN TANAH DI
KAWASAN KUNAK, SABAH

Ijazah: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2004/2005

Saya LIM TOON HOONG
 (HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (~~tesis~~/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

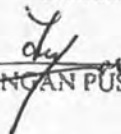
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

PROF. MADYA DR. BABA MUSTFA
 Nama Penyelia


 (TANDATANGAN PENULIS)

alamat Tetap: NO. 1 JLN SP 9/6,
SEKSYEN 9, BOK, PUTRA PERMAI

RAJANA PUCHONG, PUCHONG SELANGOR

ikh: 18/4/07

Tarikh: _____

TATAN: * 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.

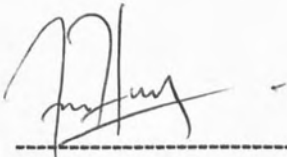
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

April 2007



LIM TOON HOONG

HS 2004 - 2566



PERAKUAN PEMERIKSA

DIPERAKUKAN OLEH

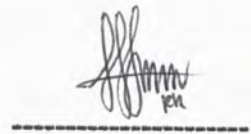
Tandatangan

**PENYELIA
(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)**



A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'B' followed by 'MUSTA', written over a horizontal dashed line.

**PEMERIKSA 1
(EN. RODEANO ROSLEE)**



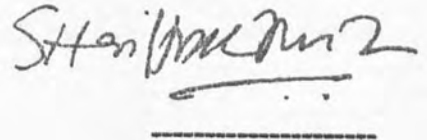
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rodeano Roslee', written over a horizontal dashed line.

**PEMERIKSA 2
(PROF. MADYA DR FELIX TONGKUL)**



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Felix Tongkul', written over a horizontal dashed line.

**DEKAN
(PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K. OMANG)**



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Shariff A.K. Omang', written over a horizontal dashed line.



PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan ucapan ribuan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak memberi pertolongan dan menjadi perangsang di sepanjang masa penulisan tesis, iaitu:

- Professor Madya Dr. Baba Musta selaku penyelia tesis, telah meluangkan banyak masa untuk memberi tunjuk ajar, nasihat dan bimbingan.
- Professor Dr. Sanudin Hj. Tahir, Professor Madya Dr. Felix Tongkul, Professor Madya Dr. Shariff A.K. Omang, Encik Sahat Sadikun, En. Adong Laming dan Encik Rodeano Roslee selaku pensyarah program geologi yang telah banyak mengajar dan memberi teguran yang positif kepada penulis.
- Juruteknik makmal iaitu Encik Jalaludin, Encik Mohammad Yusof, dan Encik Rahman yang banyak memberi nasihat dan kerjasama semasa menjalankan kerja makmal.
- Tutor, Cik Hennie yang telah banyak menolong dengan memperbetulkan kesilapan penulis semasa penulisan tesis.
- Kakitangan jabatan awam, iaitu Jabatan Mineral dan Geosains, Jabatan Tanah Ukur dan Pemetaan, Jabatan Perangkaan dan Jabatan Kajicuaca yang memberi kerjasama semasa mengumpul data-data yang berkaitan dengan tesis.
- Rakan-rakan seperjuangan terutamanya saudara Rajeevan Balakumar dan Tan Kian Wei yang menjadi penggalak dalam proses penulisan tesis.



ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di Kunak, Bahagian Tawau iaitu pada longitud $118^{\circ} 09' T$ ke $118^{\circ} 14' T$ dan latitud $04^{\circ} 37' U$ ke $04^{\circ} 42' U$ dengan keluasan adalah lebih kurang 100 Km^2 . Kawasan kajian terdiri daripada 5 unit yang berbeza iaitu besmen berhablur berusia Jura dan Trias, batu kapur Madai Baturong berusia Kapur, Formasi Chert-Split berusia Kapur hingga Eosen Awal, formasi Kuamut berusia Oligosen Lewat ke Miosen Tengah dan Basalt berusia Pliosen ke Kuarteneri. Kajian geomorfologi di kawasan kajian menunjukkan bahawa kawasan kajian mengalami luluhawa fizikal, luluhawa kimia dan luluhawa biologi. Jenis susutan darat yang dapat diperhatikan di kawasan kajian adalah jenis rayapan, jatuhan puing dan gelongsoran batuan. Hakisan air juga dapat diperhatikan di kawasan kajian. Kajian struktur geologi menunjukkan bahawa kawasan kajian mengalami canggaan berarah Timur Laut-Barat Daya. 5 sampel tanah telah dipilih untuk kajian sifat fizikal, kimia dan kejuruteraan. Sampel tanah adalah basalt kecuali S4 adalah ultramafik. Kandungan kelembapan dan indeks keplastikan semua sampel adalah tinggi kerana kehadiran mineral lempung. Ini terjadi kerana induk tanah basalt dan tanah ultramafik masing-masing adalah olivine basalt dan serpentin yang akan bertukar kepada mineral lempung apabila terluluhawa. Graviti tentu bagi sampel berjulat 2.09 hingga 2.51. Kandungan bahan organik yang tinggi iaitu diantara 5.73% hingga 14.66% mengurangkan nilai graviti tentu tanah. pH tanah bagi kelima-lima sampel adalah berasid lemah. Pengelasan taburan saiz partikel bagi kelima-lima sampel menunjukkan kelas lempung. Nilai ketumpatan kering maksima bagi sampel tanah adalah di antara 1.065 Mg/m^3 hingga 1.525 Mg/m^3 . Darjah kebolehtelapan bagi kelima-lima sampel adalah tidak telap dan kekuatan ricih maksima bagi kelima lima sampel adalah lemah iaitu antara 0.23 kN/m^2 hingga 1.78 kN/m^2 adalah kerana kehadiran mineral lempung.



ABSTRACT

The study area is located within 118° 09' E to 118° 14' E longitude and 04° 37' N to 04° 42' N latitude in Kunak, Tawau District and covers about 100 km². Five different litologies are found in the study area which consists of Crystalline Basement age Jurassic to Triassic, Madai Baturong limestone age Cretaceous, Chert-Spilitite Formation age Cretaceous to early Eocene, Kuamut Formation age Late Oligocene to Middle Miocene and finally, Basalt age Pliocene to Quaternary. Geomorphological of the study area shows that the study area had undergone physical, chemical and biological weathering. The study area also had undergone series of mass wasting activities such as soil creep, debris fall and rock slide. Soil erosion by water agent is also present in the study area. Structural analysis on the study area shows the direction of the deformation was trended at Northeast-Southwest. 5 samples are collected to analyze its physical, chemical and geo-engineering properties. There are 4 basaltic soil and 1 ultramafic soil. The moisture content and plasticity index in samples shows high values due to clay minerals in soil. The source rock for basaltic soil and ultramafic soil are olivine basalt and serpentine respectively, whereby if undergone weathering will turn into clay minerals. Specific gravity for all sample is between 2.09 to 2.51. The presence of high organic content in samples which is between 5.73% and 14.66% causes the values specific gravity to be lower than it should be. All five samples are acidic soil. Through soil classification system, all samples are classified as Clay. The maximum dried density for all sample is in between 1.065 Mg/m³ and 1.525 Mg/m³. The permeability for all five samples are very low and the maximum shear strength for all samples also are low which is in between 0.23 kN/m² and 1.78 kN/m² due to the presence of clay minerals.



KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH	
SENARAI JADUAL	
SENARAI FOTO	
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	4
1.2 Objektif	4
1.3 Kajian Terdahulu	4
1.4 Metodologi	7
1.4.1 Kajian Awal	8
1.4.2 Kerja Lapangan dan Persampelan	9
1.4.3 Analisis Makmal	10
1.4.3.1 Sifat Fizikal	10
1.4.3.2 Sifat Kimia	16



	1.4.3.3	Sifat Kejuruteraan	17
	1.5	Masalah Kajian	22
BAB 2		GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI	23
	2.1	Geografi	23
	2.1.1	Taburan Penduduk	23
	2.1.2	Iklm dan Taburan Hujan	24
	2.1.3	Aktiviti Ekonomi	26
	2.1.4	Sistem Perhubungan	26
	2.2	Geomorfologi	28
	2.2.1	Topografi	28
	2.2.2	Sistem Saliran	31
	2.2.3	Proses Geomorfologi	33
		2.2.3.1 Luluhawa	33
		2.2.3.2 Susutan Darat	38
		2.2.3.3 Hakisan	41
BAB 3		GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	43
	3.1	Tektonik Rantau dan Tempatan	43
	3.2	Stratigrafi Rantau	45
	3.3	Stratigrafi Tempatan	50
	3.3.1	Besmen Berhablur	50
		3.3.1.1 Petrografi Batuan Ultramafik	51
	3.3.2	Formasi Chert-Split	53
	3.3.3	Formasi Kuamut	55



	3.3.4	Olivin Basalt	55
		3.3.4.1 Petrografi Batuan Olivin Basalt	56
3.4		Geologi Struktur	60
	3.4.1	Lineamen Positif	60
	3.4.2	Lineamen Negatif	65
	3.4.3	Analisis Kekar	68
BAB 4		HASIL ANALISIS MAKMAL	69
	4.1	Pengenalan	69
	4.2	Sifat Fizikal Tanah	72
		4.2.1 Analisis di Lapangan	74
		4.2.2 Analisis Makmal	77
		4.2.2.1 Kandungan Kelembapan Tanah	77
		4.2.2.2 Taburan Saiz Partikel	78
		4.2.2.3 Graviti Tentu	84
		4.2.2.4 Had-had Atterberg	85
	4.3	Sifat Kimia Tanah	90
		4.3.1 Ujian pH	90
		4.3.2 Kandungan Bahan Organik	91
	4.4	Sifat Kejuruteraan Tanah	93
		4.4.1 Ujian Pempadatan	93
		4.4.2 Ujian Mampatan Paksi Tiga	97
		4.4.3 Kebolehtelapan Tanah	104



BAB5	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN	107
5.1	Pengenalan	107
5.2	Perbincangan	107
5.2.1	Luluhawa Batuan Induk kepada Tanah	107
5.2.2	Hubungan Kandungan Tanah dengan Graviti Tentu	110
5.2.3	Hubungan Mineral Lempung dengan Sifat Fizik Tanah	112
5.2.4	Hubungan Mineral Lempung dengan Sifat Kejuruteraan Tanah	113
5.2.5	Hubungan Bahan Organik dengan Sifat Fizik, Kimia dan Kejuruteraan Tanah	114
5.2.6	Faktor Keasidaan Sampel Tanah	115
5.2.7	Perbezaan Tanah Basalt dan Tanah Ultramafik Kawasan Kajian	115
5.3	Kesimpulan	117
5.4	Cadangan	118
RUJUKAN		119
LAMPIRAN		123



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman	
1.1	Kawasan kajian, Kunak di dalam peta Sabah	2
1.2	Peta menunjukkan kawasan kajian dan lokasi persampelan	3
1.3	Rajah Metodologi	7
2.1	Carta Pai yang menunjukkan taburan penduduk di kawasan Kunak	24
2.2	Graf bar taburan hujan dari tahun 1996 ke 2005 di Kunak	25
2.3	Sistem Perhubungan Jalan Raya di kawasan Kunak	27
2.4	Garis kontur di kawasan kajian	30
2.5	Sistem saliran dan kampung di kawasan kajian	32
3.1	Jujukan stratigrafi rantau di kawasan Semenanjung Dent dan Darvel Bay serta kawasan Kalabakan-Kuamut dan Kalumpang	49
3.2	Jujukan stratigrafi kawasan kajian, di Kunak, Sabah	58
3.3	Sempadan litologi di kawasan kajian	59
3.4(a-g)	Peta lineamen positif di kawasan kajian	61
3.5	Analisis Gambarajah Ros lineamen positif di kawasan kajian	65
3.6	Peta lineamen negative di kawasan kajian	66
3.7	Analisis Gambarajah Ros lineamen negatif di kawasan kajian	67
3.8	Analisis gambarajah Ros kekar di kawasan kajian	68
4.1	Peta topografi di kawasan Kunak dan stesen-stesen persampelan	71
4.2	Carta segitiga pengelasan tanah	79
4.3	Graf lengkung agihan saiz zarah bagi sampel tanah (S1)	80
4.4	Graf lengkung agihan saiz zarah bagi sampel tanah (S2)	80



4.5	Graf lengkung agihan saiz zarah bagi sampel tanah (S3)	81
4.6	Graf lengkung agihan saiz zarah bagi sampel tanah (S4)	81
4.7	Graf lengkung agihan saiz zarah bagi sampel tanah (S5)	82
4.8	Carta indeks keplastikan dengan kedudukan sampel-sampel tanah	89
4.9	Graf pemadatan dan garis ruang udara 0% bagi sampel tanah (S1)	94
4.10	Graf pemadatan dan garis ruang udara 0% bagi sampel tanah (S2)	95
4.11	Graf pemadatan dan garis ruang udara 0% bagi sampel tanah (S3)	95
4.12	Graf pemadatan dan garis ruang udara 0% bagi sampel tanah (S4)	96
4.13	Graf pemadatan dan garis ruang udara 0% bagi sampel tanah (S5)	96
4.14	Lakaran sampel tanah (S1) selepas ujian mampatan paksi tiga	99
4.15	Lakaran sampel tanah (S2) selepas ujian mampatan paksi tiga	99
4.16	Lakaran sampel tanah (S3) selepas ujian mampatan paksi tiga	100
4.17	Lakaran sampel tanah (S4) selepas ujian mampatan paksi tiga	100
4.18	Lakaran sampel tanah (S5) selepas ujian mampatan paksi tiga	101
4.19	Graf kekuatan mampatan paksi tiga bagi sampel tanah (S1)	101
4.20	Graf kekuatan mampatan paksi tiga bagi sampel tanah (S2)	102
4.21	Graf kekuatan mampatan paksi tiga bagi sampel tanah (S3)	102
4.22	Graf kekuatan mampatan paksi tiga bagi sampel tanah (S4)	103
4.23	Graf kekuatan mampatan paksi tiga bagi sampel tanah (S5)	103
5.1	Hasil luluhawa mineral silika	109



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
1.1	Kekuatan pemadatan unipaksi mengguna istilah piawai	7
3.1	Pengelasan batuan ultramafik di kawasan kajian	52
3.2	Pengelasan batuan ultramafik di kawasan kajian	57
4.1	Pengelasan kelembapan sampel tanah secara visual	73
4.2	Pengelasan kekerasan tanah berzarah halus secara visual	73
4.3	Kandungan Kelembapan Sampel	77
4.4	Taburan saiz partikel sampel tanah	78
4.5	Pekali keseragaman (C_u) dan pekali kelengkungan (C_c) bagi sampel tanah kawasan kajian	82
4.6	Nilai graviti tentu tanah kawasan kajian	84
4.7	Nilai had cecair bagi sampel tanah di kawasan kajian	86
4.8	Had plastik sampel tanah di kawasan kajian	87
4.9	Indeks keplastikan dan pengelasan sampel tanah	88
4.10	Had pengecutan linear sampel-sampel tanah	90
4.11	Nilai pH sampel-sampel tanah kawasan kajian	91
4.12	Purata peratus kandungan bahan organik sampel tanah	92
4.13	Jadual kandungan kelembapan optima dan ketumpatan kering	94
4.14	Kekuatan ricih maksima sampel tanah	98
4.15	Kekuatan ricih yang biasa untuk tanah liat dan berbutir	98
4.16	Pekali kebolehtelapan sampel-sampel tanah	105



4.17	Pengelasan darjah kebolehtelapan berdasarkan nilai-nilai kebolehtelapan	105
5.1	Nilai graviti tentu mineral-mineral tanah	111



SENARAI FOTO

No. Foto		Halaman
2.1	Ladang kelapa sawit di Kunak, U 4°39.691' dan T 118°12.595'	29
2.2	Retakan Lumpur disebabkan oleh luluhawa fizikal di stesen 4 Bukit Club U 4° 39.19' dan T 118° 12.295'	34
2.3	Pengoksidaan Ferum pada batuan igneus akibat luluhawa kimia di kawasan kajian , U 4° 48.87' T 118° 12.29'	36
2.4	Luluhawa biologi disebabkan oleh pembajian akar di stesen 3, U 40° 39.590' dan T 118° 12.625'	37
2.5	Pergerakan perlahan lahan di kawasan kajian U 4°38.392' dan T 118° 12.195'	39
2.6	Jatuhan Puing di stesen 3, U 4° 39.590' dan T 118° 12.625'	40
2.7	Gelongsoran Batuan di stesen 4, Bukit Club, U 4° 39.199' dan T 118° 12.295'	41
2.8	Hakisan air di stesen 4, Bukit Club, U 4° 39.199' dan T 118° 12.295'	42
3.1	Batuan ultramafik di stesen 4, Bukit Club, U 4° 39.199' T 118° 12.295'	51
3.2	Komposisi mineral dalam sampel batuan ultramafik	52
3.3	Formasi Chert-Spilite yang berdekatan dengan stesen 3, U 4° 39.442' dan T 118° 12.595'	54
3.4	Tanah Basalt di stesen 3 yang terletak berdekatan dengan Formasi	54



	Chert-Split, U 4° 39.590' dan T 118° 12.625'	
3.5	Batuan basalt bervesikel yang terluluhawa membentuk tanahnya, U 4° 40.267' dan T 118° 14.029'	56
3.6	Komposisi mineral dalam sampel batuan basalt	57
4.1	Sampel tanah S2, U 4° 41.523' dan T 118° 12.700'	74
4.2	Sampel tanah S3, U 4° 39.590' dan T 118° 12.625'	75
4.3	Sampel tanah S4, U 4° 39.199' dan T 118° 12.295'	76
4.4	Sampel tanah S5, U 4° 40.878' dan T 118° 12.200'	76



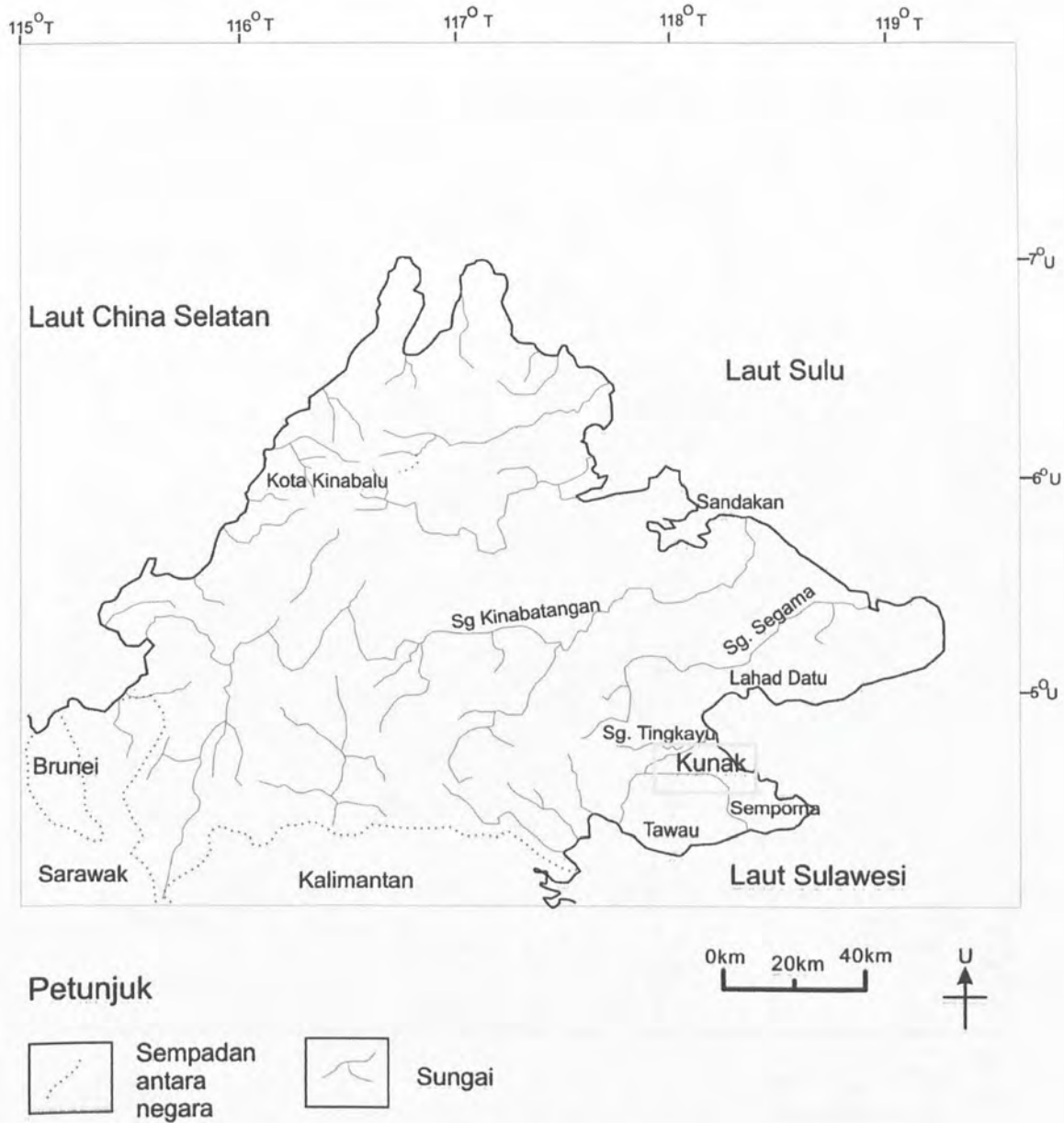
BAB 1

PENDAHULUAN

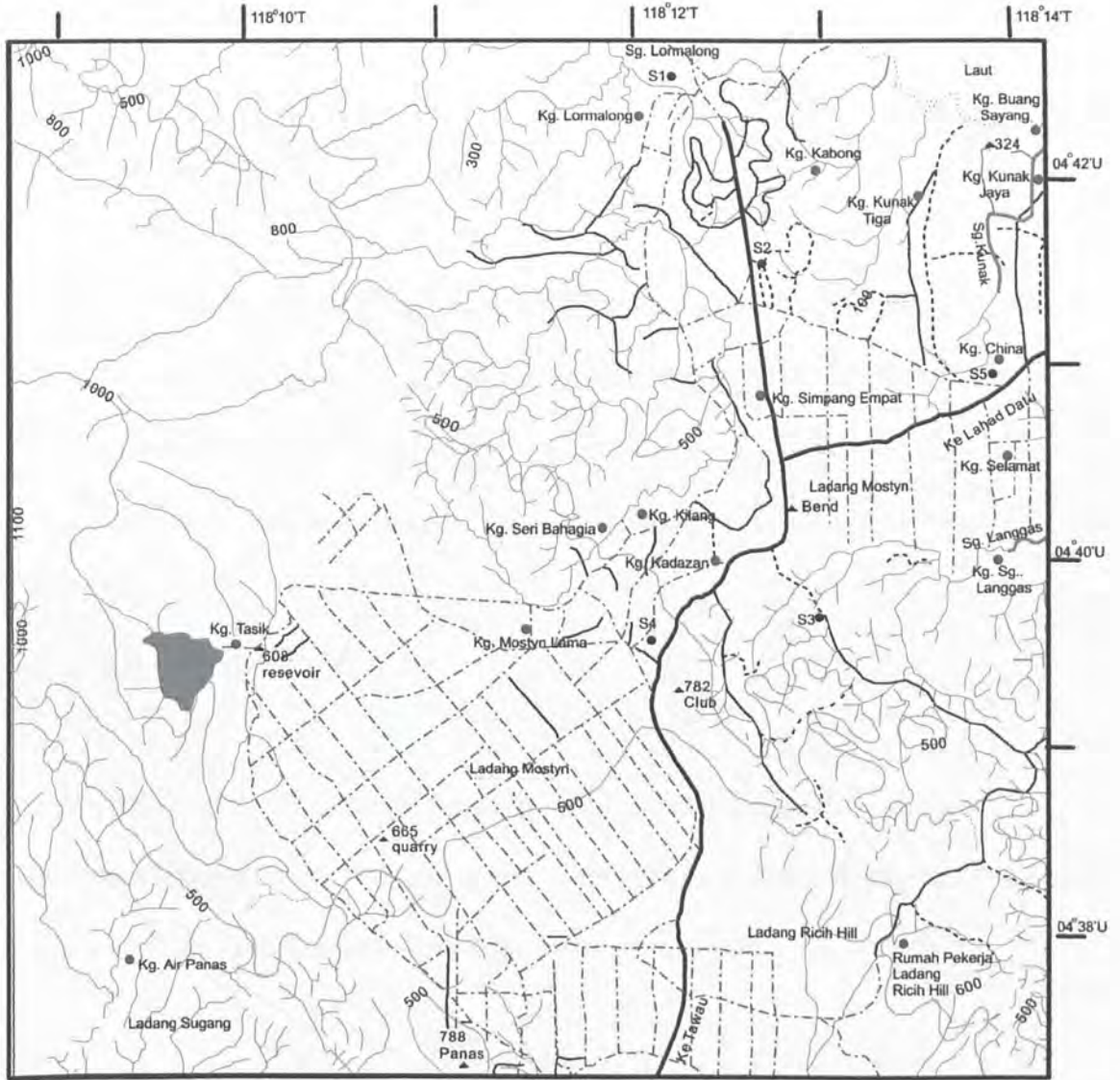
1.1 PENGENALAN

Kawasan kajian terletak di Kunak, Bahagian Tawau, iaitu pada longtitud 118° 09' T ke 118° 14' T dan latitud 04° 37' U ke 04° 42' U. Keluasan kawasan kajian adalah lebih kurang 100 Km². Terdapat ladang-ladang kelapa sawit di kawasan kajian seperti ladang Mostyn dan ladang Ricih Hill. Kampung-kampung yang terletak di kawasan kajian adalah seperti Kampung Lormalong, Kampung Kabong, Kampung Kunak Tiga, Kampung Kunak Jaya, Kampung Buang Sayang, Kampung China, Kampung Simpang Empat, Kampung Selamat, Kampung Sungai Laggas, Kampung Kilang, Kampung Seri Bahagia, Kampung Kadazan, Kampung Mostyn Lama, Kampung Tasik dan Kampung Air Panas. Rajah 1.1 yang menunjukkan lokasi Kunak dalam peta Sabah manakala Rajah 1.2 yang menunjukkan peta kawasan kajian dan lokasi persampelan.



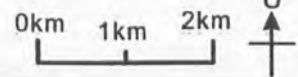


Rajah 1.1 Kawasan kajian, Kunak di dalam peta Sabah



Petunjuk

- | | | | | | |
|--|--------------|--|------------------|--|---------------|
| | Sungai | | Jalan Motosikal | | Stesen Kajian |
| | Jalan Utama | | Kampung | | |
| | Denai | | Puncak Tertinggi | | |
| | Jalan Ladang | | Kontur | | |



Rajah 1.2 Peta menunjukkan kawasan kajian dan lokasi persampelan



1.2 OBJEKTIF

Objektif kajian adalah:

- a. Menyediakan peta geologi asas yang lengkap dan terkini di kawasan Kunak
- b. Menjalankan kajian geologi am seperti geologi sejarah, stratigrafi dan geologi struktur kawasan kajian
- c. Menentukan sifat kejuruteraan tanah di kawasan kajian.

1.3 KAJIAN TERDAHULU

Paton (1958) telah memetakan kawasan Kunak sebahagian daripada Semenanjung Semporna. Paton (1958), Tongkul (1991) mengatakan bahawa kerak bumi kawasan kajian terdiri daripada basemen berhablur berusia Mesozoik.

Kirk (1962) membahagikan Formasi Chert- Spilit kepada batu kapur Madai Baturong. Leong (1974) mengatakan chert-spilit di kawasan kajian adalah berusia Kapur ke Awal Eosen mempunyai ketakselarasan sudut dengan batu kapur Madai-Baturong.



Paton (1958) menyatakan bahawa tuf riolit terdapat di kawasan kajian adalah terdiri daripada tuf breksia dan tuf berbutir halus berwarna biru-kehijauan. Leong (1974) menyatakan tuf riolit di kawasan kajian adalah berusia Awal dan Lewat Miosen. Beliau juga mengelaskan tuf riolit di kawasan kajian dibawah Formasi Kuamut.

Kirk (1962) mengatakan bahawa basalt Kuartenari yang diendapkan merangkumi kawasan yang amat luas di seluruh Semenanjung Semporna. Beliau juga mengatakan bahawa basalt lava ini adalah basalt Olivin dan berusia Pliosen ke Kuartenari. Hutchinson (1988) menyatakan basalt di kawasan kajian adalah berasal daripada permatang tengah lautan.

Srihan (1991) menyatakan bahawa zenolith batu kapur didapati dalam basalt lava dan berusia Eosen Tengah ke Miosen Tengah.

Paton (1958) mengatakan bahawa Alluvium di kawasan Kunak adalah berusia Kuartenari.

Menurut Beavis (1992), keadaan semulajadi kandungan dan kehomogenan tanah bergantung kepada kualiti jasad batuan induk dan faktor-faktor iklim. Beavis (1992) mengatakan bahawa mineral lempung dapat mempengaruhi kelakuan mekanik tanah, dimana mineral Kaolinit mempunyai kekuatan ricih yang tinggi berbanding dengan mineral lempung yang lain. Selain itu, sifat mekanik tanah juga boleh dipengaruhi oleh

kehadiran mineral kuartza, feldspar, mika, amfibol, garnet, dan mineral-mineral tahan luluhawa yang lain.

Menurut Beavis (1992) keadaan tanah berubah-ubah dengan pelbagai kandungan kelembapan. Suatu kaedah iaitu kaedah ujian had Atterberg telah dihasilkan untuk menghuraikan pengaruh air terhadap ketekalan tanah. Mengikut kaedah ini, had cecair berkadar terus dengan kebolehpadatan tanah. Bujang (2002) mencadangkan bahawa perkaitan antara had cecair dengan indeks keplastikan dapat menunjukkan kestabilan tanah.

Sifat tanah yang berkaitan dengan geologi kejuruteraan adalah sifat indeks yang biasanya digunakan untuk mengelaskan tanah dan sifat mekanik (Beavis, 1992). Sifat indeks adalah seperti kandungan kelembapan dan had-had Atterberg manakala sifat mekanik pula adalah seperti kebolehmampatan, kekuatan mampatan unipaksi, kebolehtelapan dan kekuatan ricih. Kekuatan pemadatan unipaksi mengguna istilah piawai adalah seperti dalam jadual 1.1.



Jadual 1.1 Kekuatan ricih unipaksi mengguna istilah piawai (Beavis, 1992)

Kekuatan	Unit Piawai
Kekuatan sangat tinggi	> 50 MPa
Kekuatan tinggi	16 - 50 MPa
Kekuatan sederhana	5 - 16 MPa
Kekuatan rendah	1.6 - 5 MPa
Kekuatan sangat rendah	<1.6 MPa

1.4 METODOLOGI



Rajah 1.3 Metodologi

RUJUKAN

- Banci penduduk dan perumahan Malaysia, 2002. *Jumlah Penduduk Mengikut Kumpulan Etnik dan Kawasan Pihak Berkuasa Tempatan, Sanah dan Wilayah Persekutuan Sabah*. Jabatan Perangkaan Cawangan Sabah, Kota Kinabalu.
- Beavis, F.C., 1985. *Engineering Geology*. Blackwell Scientific Publication, Oxford, United Kingdom.
- Beavis, F.C., 1992. *Geologi Kejuruteraan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Bujang, H.B.K, 2002. *Kejuruteraan Geoteknik*. Universiti Putra Malaysia, Selangor.
- Foth, H.D., 1994, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Head, K.H., 1984. *Manual of Soil Laboratory Testing. Vol.1: Soil Classification and Compaction Test*. Pentech Press Limited, London.
- Hussaini, O., 2000. *Amali Geologi Kejuruteraan*. Ampang Press Sdn. Bhd., Kuala Lumpur.
- Hutchinson, C.S., 1988. *Stratigraphic-Tectonic Model for Eastern Borneo*. Geol. Soc. Malaysia Bulletin 22.



Jabatan Pertanian Sabah, 2004. *Anggaran Keluasan Bagi Tanaman Tanaman Utama Mengikut Bahagian dan Daerah Pentadbiran, Sabah*. Jabatan Perangkaan Cawangan Sabah, Kota Kinabalu.

Jusop, S., 1981. *Asas Sains Tanah*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Kirk, H.J.C., 1962. *The Geology and Mineral Resources of the Semporna Peninsula, North Borneo*. Brit. Borneo Geol. Surv. Mem. 14.

Lee B.D., et. al., 2003. *Secondary Mineral Genesis from Chlorite and Serpentine in a Ultramafic Soil Toposequence*. Soil Science Society of American Journal, America.

Leong, K.M., 1974. *Geology and Mineral Resources of the Upper Segama Valley and Darvel Bay area, Sabah Malaysia*. Government printing office, Kuching Sarawak.

McLean, A.C. & Gribble, C.D., 1980. *Geology for Civil Engineers*. Fakenham Press Limited, Fakenham Norfolk, Britain.

Monthly Summary of Rainfall for Mostyn Estate, 1996-2006. Perkhidmatan Kajicuaca Malaysia Cawangan Sabah, 2006.



Munsell Soil Colour Chart, 1994. Macbeth division of Kollmagen Instrument Corp, New York.

Paton, T.R., 1958. *A Geological Reconnaissance of the Semporna Peninsula*. Brit. Borneo Geol. Surv.

Rosiyah, A.L., 1991. *Mekanik Tanah : Pengenalan Mekanik Tanah Peringkat Genting*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Sanudin Hj. Tahir dan Baba Musta, 2007. *Pengenalan Kepada Stratigrafi*. Penerbit UMS, Universiti Malaysia Sabah.

Srihan, S., 1991. *General Geology and Petrography of Rocks in Kunak area, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, UM (tidak diterbitkan).

Teh, A.N, 2004. *Geologi Am dan Kesan Kapur terhadap Sifat Kejuruteraan Tanah daripada Formasi Crocker di Telipok, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, UMS (tidak diterbitkan).

Terzaghi, K. & Peck, R.B., 1948. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley, New York.

Thomas, P., Low, F.K.C., Hepburn, A.J., 1976. *The land capability classification of Sabah volume 1, The Tawau residency*.



Tjia, H.D., 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Tongkul, F., 1991. Basin development and deposition of the Bogaya Formation in the Pitas area, Northern Sabah. *Bull. Geol. Soc. Malaysia* 29.

Tongkul, F., 2000. *Sedimentologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.

Wong, S.W., 2005. *Geologi Am dan Kajian Kesan Kapur terhadap Sifat Kejuruteraan Aluvium Sungai di sekitar Telipok, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, UMS (tidak diterbitkan).

