

40000



GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESAN KAPUR TERHADAP SIFAT
KEJURUTERAAN TANAH BERLEMPUNG DI SEKITAR LADANG SEGALIUD,
SANDAKAN, SABAH.

HADIAH

LIM SOO LIN

TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM GEOLOGI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006443



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Geologi Am dan kajian Kesan Kapur Terhadap sifat kejiruteraan Tanah Berlempung Di Sekitar Ladang Segalind, Sandakan, Sabah

Ijazah: Sarjana muda

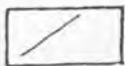
SESI PENGAJIAN: 2002

Saya LIM Soo LIN

(HURUF BESAR)

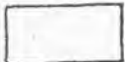
mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

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 (/)



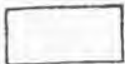
SULIT

(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

[Signature]
(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: M4-2-4, Lrg Mahsun 12, 11950

Dr. Baba Musta
Nama Penyelia

Bayan Baru, Pulau Pinang

Tarikh: 28/3/05

Tarikh: 28/3/05

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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

21 Februari 2005

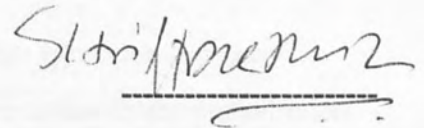
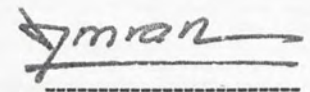
LIM SOO LIN
HS2002-3990



PERAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

PENYELIA**(DR. BABA MUSTA)**

PEMERIKSA 1**(PROF. MADYA DR. SHARIFF AK OMANG)**
-----**PEMERIKSA 2****(EN. RODEANO ROSLEE)**
-----**DEKAN****(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)**
-----

PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil peluang ini untuk mengucapkan setinggi-tingginya penghargaan dan ribuan terima kasih kepada:

- ◆ Dr Baba Musta selaku penyelia saya yang sentiasa memberi tunjuk ajar, nasihat dan bimbingan kepada saya sepanjang tempoh kajian dan penulisan tesis ini.
- ◆ Prof Dr. Sanudin Hj Tahir, Prof. Madya Dr. Shariff AK Omang, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, En. Sahat Sadikun, En. Adong Laming dan En. Rodeano Roslee yang banyak memberi tunjuk ajar dan nasihat yang bermanfaat.
- ◆ Pembantu makmal UMS terutamanya En. Jalaluddin Magalip yang sentiasa memberi kerjasama semasa menjalankan eksperimen di makmal.
- ◆ Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Jabatan Tanah dan Ukur dan Jabatan Kajicuaca yang memberi bantuan dan informasi yang diperlukan dalam penyelidikan ini.
- ◆ Rakan-rakan saya terutamanya Lee, Long, Sur dan Mdm. Fong yang sentiasa memberi bantuan, cadangan dan sokongan moral sepanjang masa menjalankan kajian ini.
- ◆ Ahli keluarga yang tersayang atas dorongan, semangat dan bantuan dari segi kewangan kepada saya.
- ◆ Akhir sekali, tidak lupa juga kepada rakan-rakan lain yang memberi sumbangan sama ada secara langsung atau tidak langsung.



ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di sekitar Ladang Segaliud, Sandakan iaitu pada kedudukan latitud $05^{\circ} 42'U$ hingga $05^{\circ} 48'U$ dan longitud $117^{\circ}42'T$ hingga $117^{\circ}48'T$. Kawasan yang mempunyai keluasan 100 kilometer persegi ini terdiri daripada Melange yang berusia miosen tengah hingga miosen atas dan Endapan Kuaterner. Melange merupakan breksia gelongsoran yang terdiri daripada blok-blok batuan igneus bes dan ultrabes, chert, batu pasir serta syal dalam matriks lempung kelabu. Endapan kuaterner pula terdiri daripada pasir, tanah liat, sedimen butiran cert, serpihan batu. Tiga sampel tanah berlempung daripada mélange telah diambil untuk analisis fiziko-kimia. Hasil analisis menunjukkan peratus saiz lempung pada sampel L1, L2 dan L3 masing-masing ialah 45.5%, 44.0% lodak, dan 42.6%. Tanah L1 dan L2 dikelaskan sebagai tanah lempung manakala sampel L3 adalah jenis lempung berlodak. Ujian had-had Atterberg menunjukkan sampel L1, L2 dan L3 dikelaskan sebagai berkeplastikan sederhana (CI). Nilai pH bagi kesemua sampel adalah berkali iaitu 7.1, 7.6 dan 8.2 masing-masing bagi sampel L1, L2 dan L3. Ujikaji sifat kejuruteraan tanah menunjukkan sampel L1 mempunyai ketumpatan kering maksimum 1.75 Mg/m^3 , sementara L2 ialah 1.83 Mg/m^3 , dan L3 pula ialah 1.70 Mg/m^3 . Ujian kekuatan kompresif pada sampel yang distabilkan dengan kapur menunjukkan penambahan kekuatan dengan penambahan kapur. Nilai optimum yang didapati pada sampel L1 ialah 8% kapur, L2 8% kapur dan L3 ialah 6% kapur. Hasil analisis juga menunjukkan kekuatan bertambah dengan masa sampel diawet.



ABSTRACT

The study area is located around Segaliud Estate, Sandakan that covers about 100km² at 05° 42'U to 05° 48'U latitude and 117°42'T to 117°48'T longitude. This area consists of melange from middle miosen age to the end of miosen age and Quaternary deposits. Melange consists of blocks of basic and ultrabasic igneous rock, chert, sandstone, and shale in a matrix of grey clay. Quaternary deposits consists sand, clayey soil, chert sediment and fragments. 3 samples from mélangé were taken for physical-chemical analysis. The results showed that the percentage of clay size in sample L1, L2 and L3 is 45.5%, 44.0% and 42.6% respectively. Soil sample L1 and L2 is classified as clay where else L3 is classified as silty clay. Atterberg limit test shows that sample L1, L2 and L3 is classified as moderate plasticity (CI). pH value for all samples are 7.1, 7.6 and 8.2 respectively. Soil engineering properties test showed that the maximum dry density of sample L1 is 1.75 Mg/m³, sample L2 with 1.83 Mg/m³ and sample L3 with 1.70 Mg/m³. Comprehensive strength test was carried out on samples that were stabilized with lime showed that the comprehensive strength of the samples increases by adding lime. Optimum strength is obtained adding 8% lime in L1, 8% lime in L2 and 6% lime in L3. Result showed that the strength increases with period of preservation.



KANDUNGAN

		Muka Surat
HALAMAN JUDUL		i
PENGAKUAN		ii
PENGAKUAN PEMERIKSA		iii
PENGHARGAAN		iv
ABSTRAK		v
ABSTRACT		vi
KANDUNGAN		vii
SENARAI RAJAH		x
SENARAI JADUAL		xi
SENARAI FOTO		xi
BAB 1	PENDAHULUAN	1
1.1	Pengenalan	1
1.2	Objektif Kajian	1
1.3	Kajian Terdahulu	5
	1.3.1 Formasi Garinono	5
	1.3.2 Unit Melange	6
	1.3.3 Endapan Kuaterner	10
	1.3.4 Kesan Kapur Ke Atas Lempung	10
1.4	Geografi	12
	1.4.1 Penduduk dan Kegiatan Ekonomi	12
	1.4.2 Iklim	13
	1.4.3 Sistem Perhubungan	13
1.5	Geomorfologi	14
	1.5.1 Topografi	14
	1.5.2 Sistem Saliran	15
	1.5.3 Proses Geomorfologi	19



	I) Luluhawa	19
	II) Susutan Darat	22
BAB 2	METODOLOGI	24
2.1	Pengenalan	24
	2.1.1 Kajian Awal	24
	2.1.2 Kajian Lapangan	26
	2.1.3 Kajian Makmal	27
	I) Ujian Kandungan Kelembapan	27
	II) Ujian Had-had Atterberg	28
	a) Ujian Had Cecair	28
	b) Ujian Had Plastik	29
	c) Indeks Keplastikan	30
	d) Ujian Had Pengecutan	30
	III) Ujian Graviti Tentu	31
	IV) Analisis Taburan Saiz Butiran	32
	V) Ujian pH	32
	VI) Ujian Kandungan Organik	32
	VII) Ujian Kebolehtelapan	33
	VIII) Ujian Pempadatan	34
	X) Ujian Mampatan Paksi Tiga	35
	XI) Kaedah Penstabilan	36
	2.1.4 Analisis Data dan Penulisan Laporan	37
	2.1.5 Masalah Kajian	37
BAB 3	GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	38
3.1	Pengenalan	38
3.2	Tektonik Rantau	39
3.3	Stratigrafi Rantau	40
3.4	Stratigrafi Am Kawasan Kajian	45



	3.4.1 Formasi Garinono	45
	3.4.2 Endapan Kuaterner	54
BAB 4	ANALISIS DATA TERHADAP SIFAT-SIFAT TANAH	55
4.1	Pengenalan	55
4.2	Sifat Fiziko-Kimia	56
	4.2.1 Ujian pH	56
	4.2.2 Kandungan Kelembapan	56
	4.2.3 Kandungan Organik	57
	4.2.4 Spesifik Graviti	58
	4.2.5 Analisis Taburan Saiz Butiran	58
	4.2.6 Ujian Had-had Atterberg	61
4.3	Analisis Sifat Kejuruteraan Tanah	63
	4.3.1 Ujian Pempadatan	63
	4.3.2 Ujian Mampatan Tiga-Mampatan Tak Terkekang	65
4.4	Ujian Kekuatan Kompresif Tanah Yang Distabilkan	68
	4.4.1 Perbandingan Kekuatan Kompresif Tanah Yang Distabilkan Mengikut Tempoh Hari Diawet	68
	4.4.2 Perbandingan Kekuatan Kompresif Tanah Yang Distabilkan Mengikut Peratusan Kapur	72
4.5	Ujian Kebolehtelapan	76
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	77
5.1	Geologi Am Kawasan Kajian	77
5.2	Sifat Fiziko-Kimia Tanah	78
5.3	Sifat Kejuruteraan Tanah	79
5.4	Ujian Kekuatan Kompresif Tanah Yang Distabilkan	80
5.5	Cadangan	81
	RUJUKAN	82
	LAMPIRAN	84



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Kedudukan kawasan kajian.	3
1.2	Peta lokaliti cerapan dan persampelan kawasan kajian.	4
1.3	Pengelasan mélange dan jenis batuan berasosiasi (Raymond, 1984).	9
1.4	Jumlah penduduk mengikut kumpulan etnik di kawasan kajian.	12
1.5	Taburan hujan bulanan di kawasan kajian.	13
1.6	Peta topografi kawasan kajian	17
1.7	Sistem Saliran kawasan kajian.	18
3.1	Kedudukan tektonik Sabah di rantau Asia Tenggara.	42
3.2	Model tektonik Sabah.	43
3.3	Stratigrafi am Sabah.	44
4.1	Pengelasan saiz butiran bagi sampel tanah di kawasan kajian	60
4.2	Carta keplastikan bagi sampel L1, L2 dan L3	63
4.3	Lengkung ujian pemadatan bagi sampel L1, L2 dan L3	64
4.4	Kekuatan tegasan maksimum bagi sampel L1, L2 dan L3	66
4.5	Kekuatan ricih bagi sampel L1 dengan 1, 7, 14, 28 dan 45 hari pengawetan	69
4.6	Kekuatan ricih bagi sampel L2 dengan 1, 7, 14, 28 dan 45 hari pengawetan	70
4.7	Kekuatan ricih bagi sampel L2 dengan 1, 7, 14, 28 dan 45 hari pengawetan	72
4.8	Kekuatan ricih bagi sampel L1 bagi penambahan 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% kapur	73
4.9	Kekuatan ricih bagi sampel L2 bagi penambahan 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% kapur	74



4.10	Kekuatan ricih bagi sampel L3 bagi penambahan 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% kapur	75
------	---	----

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
4.1	Nilai pH sampel tanah	56
4.2	Kandungan kelembapan sampel tanah	57
4.3	Kandungan organik	58
4.4	Keputusan spesifik graviti sampel tanah	58
4.5	Keputusan analisis taburan saiz butiran	60
4.6	Keputusan had-had Atterberg	62
4.7	Ketumpatan kering maksimum	64
4.8	Kekuatan ricih piawai	66
4.9	Kekuatan ricih bagi sampel L1 mengikut tempoh pengawetan	69
4.10	Kekuatan ricih bagi sampel L2 mengikut tempoh pengawetan	70
4.11	Kekuatan ricih bagi sampel L3 mengikut tempoh pengawetan	71
4.12	Kekuatan ricih bagi sampel L1 mengikut peratusan kapur	73
4.13	Kekuatan ricih bagi sampel L2 mengikut peratusan kapur	74
4.14	Kekuatan ricih bagi sampel L2 mengikut peratusan kapur	75
4.15	Ujian kebolehtelapan	76

SENARAI FOTO

No. Foto		Halaman
1.1	Geomorfologi menunjukkan kawasan perbukitan	16
1.2	Keadaan Sungai Segaliud di kawasan kajian	16
1.3	Luluhawa menukarkan keadaan semulajadi batuan yang terdedah kepada cuaca menjadi batuan rapuh dan akhirnya menjadi tanah tanih peroi.	20
1.4	Pengeringan dan pembasah pada lumpur yang menyebabkan Pembentukan ' <i>mud-crack</i> ' retakan lumpur (luluhawa fizik).	21



1.5	Luluhawa kimia tindak balas pengoksidaan di S3.	21
1.6	Luluhawa biologi pada singkapan S5.	22
1.7	Longgokan yang berbentuk lidah atau cuping dan mempunyai permukaan tidak rata di kaki cerun hasil gelongsoran puing.	23
2.1	Alat penetrometer dengan kon untuk ujian had cecair.	29
2.2	Alat ujian mampatan Paksi Tiga	36
3.1	Melange Garinono yang terdiri daripada bongkah-bongkah batuan dalam matriks lempung dengan nisbah 1:4, arah pengambaran U30°T.	46
3.2	Blok graiwak terbenam dalam matriks lempung, Breksia nendatan. Jurus kemiringan 84/54, Arah pengambaran U30°T, S210°B.	47
3.3	Bongkah batuan dengan jurus kemiringan 34/66 dikelilingi oleh matriks lempung kehijauan, chert dan batu pasir.	49
3.4	Batu pasir kelabu berlaminasi kalsit di S1.	49
3.5	Struktur ira sabak pada batu lumpur di S1.	50
3.6	Telerang kuarza dalam batu pasir kelabu.	50
3.7	Contoh tangan batu ultrabes (S1), batu pasir (S5) dan chert (S6).	51
3.8	Tanah runtuh berhampiran lokasi persampelan	51
3.9	Tanah runtuh jenis gelongsoran puing di S5.	52
4.0	Perlapisan batuan dengan jurus kemiringan 80/46 dijumpai berhampiran di kawasan gelongsoran puing.	53



PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil peluang ini untuk mengucapkan setinggi-tingginya penghargaan dan ribuan terima kasih kepada:

- ◆ Dr Baba Musta selaku penyelia saya yang sentiasa memberi tunjuk ajar, nasihat dan bimbingan kepada saya sepanjang tempoh kajian dan penulisan tesis ini.
- ◆ Prof Dr. Sanudin Hj Tahir, Prof. Madya Dr. Shariff AK Omang, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, En. Sahat Sadikun, En. Adong Laming dan En. Rodeano Roslee yang banyak memberi tunjuk ajar dan nasihat yang bermanfaat.
- ◆ Pembantu makmal UMS terutamanya En. Jalaluddin Magalip yang sentiasa memberi kerjasama semasa menjalankan eksperimen di makmal.
- ◆ Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Jabatan Tanah dan Ukur dan Jabatan Kajicuaca yang memberi bantuan dan informasi yang diperlukan dalam penyelidikan ini.
- ◆ Rakan-rakan saya terutamanya Lee, Long, Sur dan Mdm. Fong yang sentiasa memberi bantuan, cadangan dan sokongan moral sepanjang masa menjalankan kajian ini.
- ◆ Ahli keluarga yang tersayang atas dorongan, semangat dan bantuan dari segi kewangan kepada saya.
- ◆ Akhir sekali, tidak lupa juga kepada rakan-rakan lain yang memberi sumbangan sama ada secara langsung atau tidak langsung.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Kawasan kajian adalah terletak di bahagian timur Sabah iaitu di sekitar ladang Segaliud. Kawasan ini dibatasi oleh garis lintang $05^{\circ}42'U$ hingga $05^{\circ}48'U$ dan garis bujur $117^{\circ}42'T$ hingga $117^{\circ}48'T$. Keluasan kawasan kajian adalah sekitar 100km^2 . Kawasan kajian merangkumi sekitar jalan simpang tiga yang utama iaitu jalan dari Telupid, jalan ke Sandakan dan jalan ke Lahad Datu (Rajah 1.1).

1.2 OBJEKTIF KAJAN

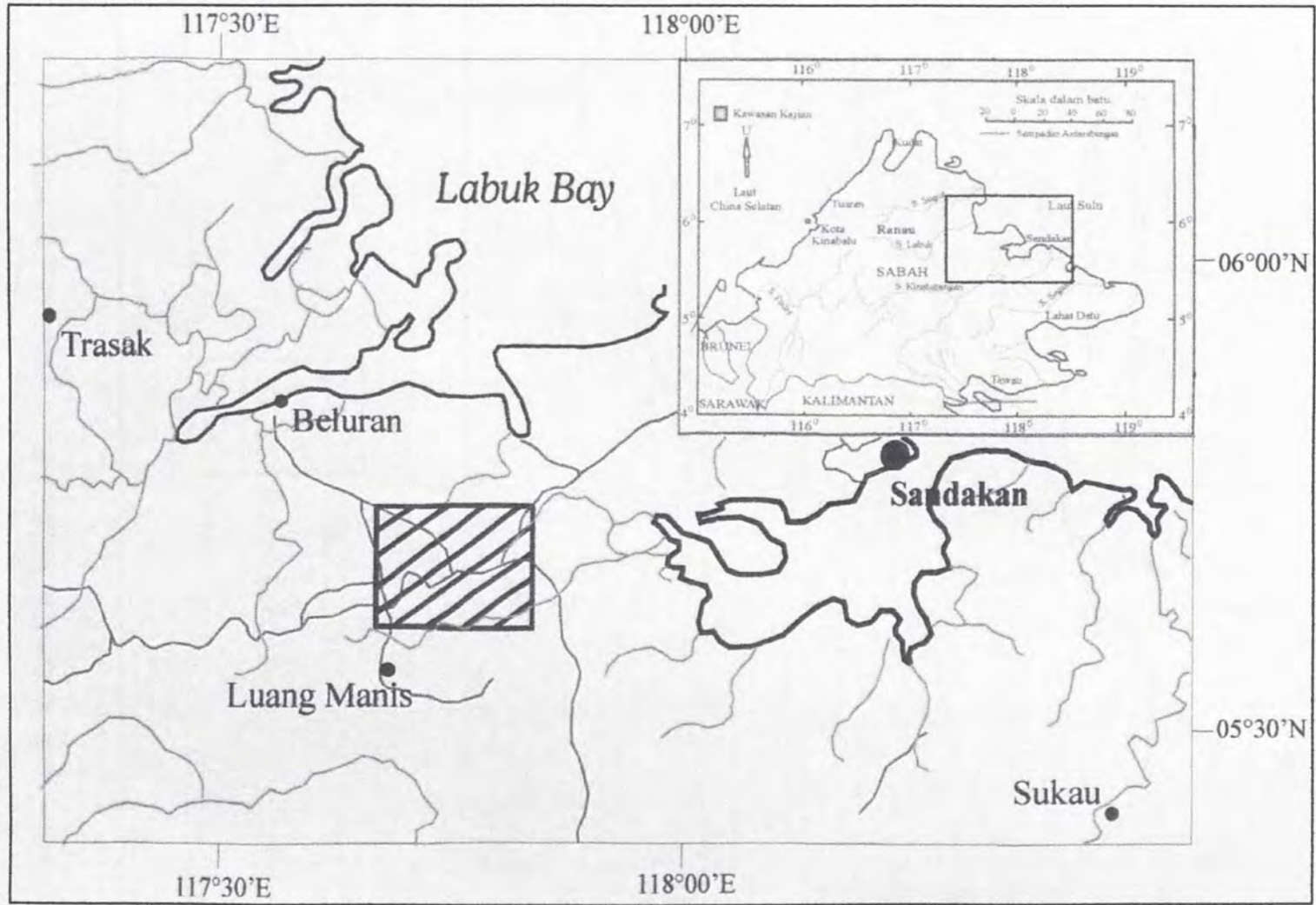
- a) Mengkaji aspek geologi am di kawasan kajian yang meliputi litologi batuan, struktur geologi bentuk geomorfologi dan jujukan stratigrafi batuan serta mengenalpasti taburan tanah berlempung di sekitar kawasan kajian.
- b) Mengkaji sifat fizikal, kimia, mineralogi dan sifat kejuruteraan tanah lempung dari mélange di kawasan kajian.
- c) Mengkaji kesan kapur terhadap sifat kejuruteraan tanah berlempung, contoh sifat



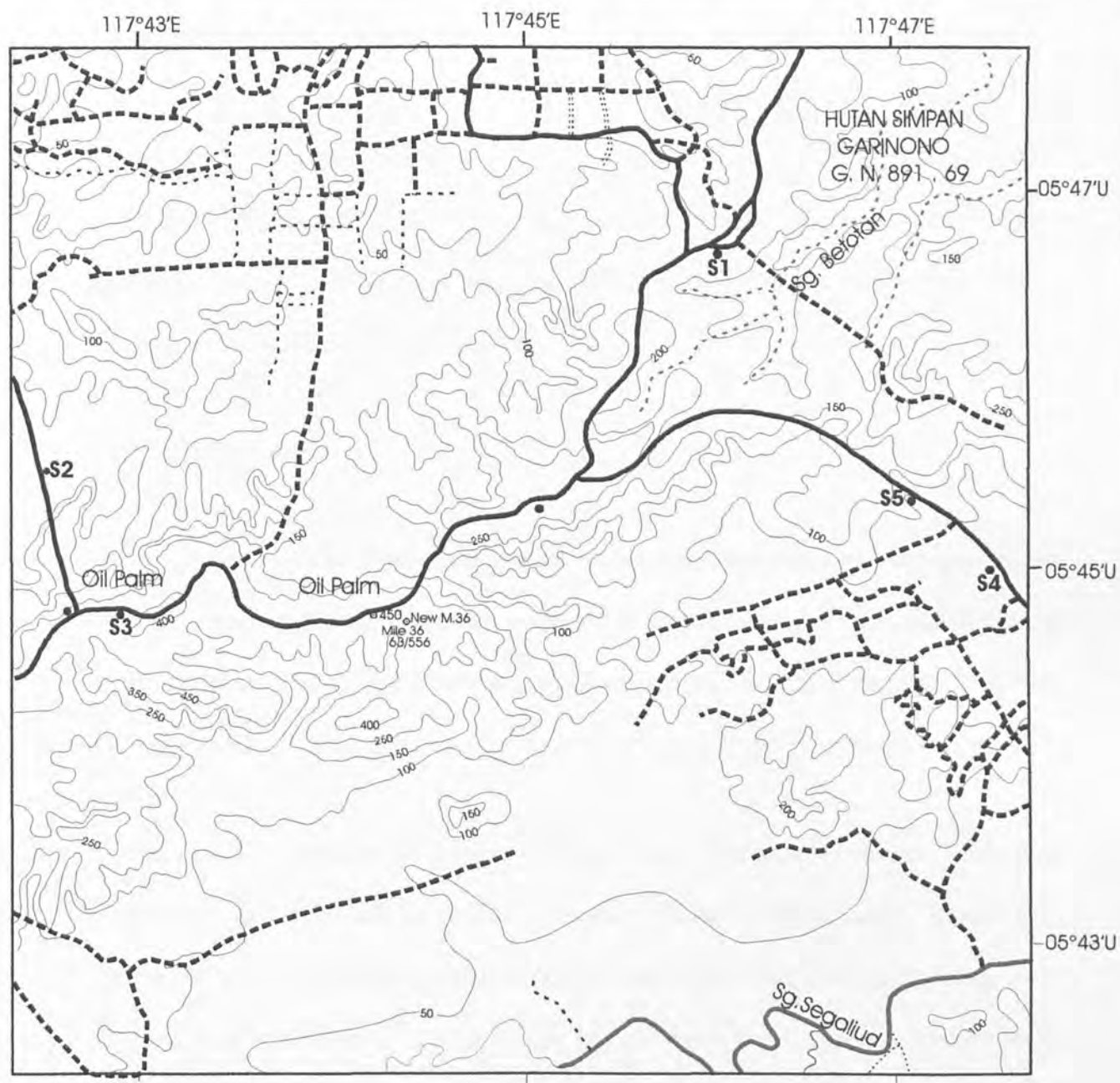
kejuruteraan ialah pemadatan tanah, kebolehtelapan dan kekuatan kompresif.

d) Menghasilkan peta geologi asas yang lengkap di kawasan kajian.

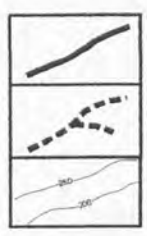




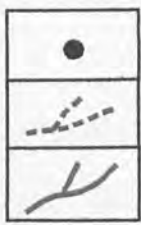
Rajah 1.1 Kedudukan kawasan kajian.



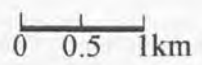
Petunjuk



- Jalan Berturap
- Jalan Tidak Berturap
- Kontur



- Stesen Cerapan
- Sungai Bermusim
- Sungai



Rajah 1.2 Peta lokaliti cerapan dan persampelan kawasan kajian.



1.3 KAJIAN TERDAHULU

Secara amnya, Formasi Garinono terdiri daripada breksia gelongsoran dan jujukan perlapisan. Di kawasan kajian, Formasi Garinono jenis breksia gelongsoran merangkumi kawasan yang terbesar. Kebanyakan singkapan yang dijumpai adalah blok-blok batuan dan mengalami luluhawa yang tinggi.

1.3.1 Formasi Garinono

Formasi Garinono telah diperkenalkan oleh Collenette (1965 dan 1966) sebagai “slump breccias” yang terhasil akibat aktiviti gelongsoran bawah laut dan proses nendatan yang aktif sejurus selepas pengendapan sedimen kaya-lumpur. Ia terdiri daripada blok-blok batuan igneus bes dan ultrabes, chert, batu pasir serta syal dalam matriks lempung kelabu.

Lee (1970) melanjutkan kajian Collenette dan Formasi Garinono ditakrifkan merangkumi komposisi utama breksia batuan dan meliputi jujukan antara lapisan batu lumpur, tuff, tuffit dengan batu pasir minor dan kalkarenit. Usia Formasi Garinono telah ditafsirkan sebagai Miosen Tengah hingga Miosen atas ($T_5 - T_1$) berdasarkan kepada foraminifera yang terdapat dalam unit jujukan berlapis, hubungan stratigrafi dengan formasi lain dan usia blok-blok batuan dalam breksia gelongsoran.

Hailed dan Wong (1965) menyatakan Formasi Garinono sama dengan Formasi Ayer dan Formasi Kuamut (Collenette, 1965) tetapi disangkal oleh Sanudin dan Tan (1986), mereka mencadangkan Formasi Ayer dan Formasi Kuamut sebagai “Sabah Melange”.



1.3.2 Unit Melange

Istilah Melange telah diperkenalkan oleh Greenly (1919), dengan penerangan endapan di Anglesey yang dicirikan oleh percampuran batuan akibat tektonik.

Hsu (1968), mencadangkan bahawa melange adalah kumpulan batuan yang tercampur dengan ciri campuran serpihan atau bongkah-bongkah batuan yang berlainan jenis, akibat daripada pengaruh tektonik dalam matriks lumpur yang halus dan terich kuat. Ini hanya menjelaskan bahawa melange terbentuk akibat kesan tektonik sahaja.

Melange terbentuk daripada proses-proses penyerpihan dan percampuran batuan. Raymond (1984), menyatakan bahawa melange mempunyai empat jenis dengan berdasarkan keasalan unit-unit batuan iaitu melange tektonik, melange diapirik lumpur, melange olistostrom dan melange poligenetik. Melange tektonik terbentuk akibat proses-proses tektonik, manakala melange diapirik lumpur dan melange olistostrom pula disebabkan oleh proses-proses diapirik dan sedimentari. Melange poligenetik pula terbentuk akibat cantuman proses-proses tektonik, sedimentari dan diapirik lumpur.

Sanudin dan Tan (1986), mencadangkan bahawa ketiga-tiga formasi sedimen, Formasi Waru, Formasi Ayer dan Formasi Kuamut yang memasuki rijang dan spilite, semua mempunyai sifat melange, mesti dikumpulkan sebagai satu jasad mappable dan ditentukan sebagai "Sabah Melange". Tambahan pula, rijang dan spilite di mana adalah sebahagian daripada siri ofiolit dan sekarang menyusun secara kacau-bilau dalam



melange tidak patut dikumpulkan sebagai “Formasi Chert-Spilitite” dalam stratigrafi Sabah.

Safawi (1990), menyatakan istilah melange kini digunakan untuk menerangkan kepelbagaian jenis batuan yang mempunyai ciri stratigrafi yang tidak jelas, lapisan-lapisan yang berpecah-pecah atau blok eksotik dalam matrik berfabrik. Ia dipercayai terbentuk pada zon subduksi yang merupakan kawasan berlakunya proses-proses tektonik. Walau bagaimanapun, istilah melange tidak semestinya mematuhi kesan tektonik sahaja, ia juga boleh dikaitkan dengan kesan konsolidasi batuan kerana deformasi dalam keadaan tekanan yang terlalu tinggi.

Menurut Tongkul (1991), pembukaan dan perkembangan aktif bagi lembangan Laut China Selatan semasa Oligosen hingga Miosen Tengah akibat aktiviti tektonik utama di mana batuan tua tersungkup bersama Formasi Melange zon sesar utama. Proses subduksi di bahagian timur Sabah berlaku pada Awal Miosen hingga Tengah Miosen. Proses subduksi berlaku bersama-sama aktiviti volkanisme.

Clennell (1991), menyatakan bahawa bahagian timur Sabah adalah lokus kepada aktiviti gunung berapi jenis arka pada masa awal miosen hingga kuarteneri. Di samping itu, kehadiran Melange di timur Sabah adalah dikaitkan dengan asalan lembangan dalam persekitaran intra-arka dan bukannya berkait langsung daripada proses subduksi-akresi. Unit Melange mempunyai hubungan yang kompleks dengan unit lapisan berdekatan yang dikenalkan sebagai Formasi Kulapis, Formasi Labang dan Formasi Tanjong di mana terbentuk antara lembangan laut cetek. Hubungan ini dapat ditemui pada bahagian utara



Sungai Segaliud, jalan Sandakan yang berdekatan Lungmanis, dan lebuh raya ke Telupid

Menurut Clennell (1991), peratusan besar sedimen klastik yang dijumpai dalam unit Melange Garinono adalah batu pasir dan batu lodak. Secara keseluruhannya, jasad batuan besar yang terpecah dan tercampur-campur ini termasuklah formasi terpecah (broken formation), kompleks arka-ofiolit dan matriks-lumpur melange dibentuk daripada kombinasi proses olistostromal, tektonik dan diapirism.



	Unit stratigrafi tidak terganggu	Unit terpecah	Unit tak berahli	Melange
	Unit stratigrafi dengan kesinambungan peralapisan	Unit stratigrafi dengan peralapisan terpecah secara tempatan	Badan batuan tanpa kesinambungan peralapisan arah bongkah eksotik	Badan batuan tanpa kesinambungan peralapisan tetapi bongkah eksotik hadir
UNIT TEKTONIK UNIT SEDIMEN	X	Formasi atau Kompleks Terpecah (S atau T)	Formasi tak berahli	Melange "diapir"
				Melange tektonik
				Melange Poligenetik
			Endolistostrome	"Allolistostrome"
	Formasi (s) atau Kompleks (l)			

Rajah 1.3 Pengelasan melange dan jenis batuan berasosiasi (Raymond, 1984).

1.3.3 Endapan Kuaterner

Endapan Kuaterner merangkumi alluvium resen dan alluvium paras tinggi. Fitch (1950) menganggap bahawa pengendapan alluvium ini bermula pada masa Pliosen semasa pembentukan Dataran lokan di Lembah Labuk. Walau bagaimanapun, menurut Lee (1970), pengendapan yang secara besar-besaran mungkin berlaku pada masa kuaterner.

Endapan aluvium ini terdiri daripada kerikil yang bersaiz pasir hingga kerikil. Kerikil terdiri daripada kerikil kuartza yang berwarna putih, batupasir kelabu, batupasir kelabu dengan telerang kuartza serta cert yang berwarna putih keperangan. Kerikil kuartza adalah lebih tahan terhadap luluhawa.

1.3.5 Kesan Kapur ke atas Lempung

Tanah lempung mempunyai sifat mekanik yang lemah di mana akan menyebabkan ketidakstabilan tanah dan akhirnya akan membawa kegagalan cerun, pergerakan jisim, susutan darat seperti tanah runtuh dan sebagainya. Daripada journal-journal yang dirujuk, mineral lempung biasanya wujud montmorilonit, kaolinit, ilit, klorit, kuarza (Rudolf, Andre dan Yvon, 1995; Bell, 1996; Amer, Abdulwahid, Hector, Ali, Mohammed dan Badr, 2001).

Proses penghidratan akan berlaku antara campuran kapur dengan tanah lempung. Bahan penyimen yang biasa terbentuk daripada proses penghidratan ialah kapur hidrat, kalsium silikat hidrat dan kalsium alluminium hidrat (Mohamed, 2000). Kapur berupaya



RUJUKAN

- Baba Musta, Khairul Anuar Kassim dan Mohd Razman Salim, 2002. *Effect of Lime on Permeability and Microstructure of Soil*. Geological Society of Malaysia Annual Geological Conference 2002. pp. 265-270
- Bell, F. G., 1995. *Cement Stabilization and Clay Soils, With Examples*. Environment & Engineering Geoscience, Vol I, No.2, 1995. pp. 139-151
- Braja M. D., 2002. *Principle of Geotechnical Engineering*. 5th edition. USA. Brookscole. Pp. 13-168
- Clennell, B., 1991. *The origin and tectonic significance of Melange in Eastern Sabah, Malaysia*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences. Vol. 6, No. ¾, pp. 407-429.
- Collenette, P. 1966. *The Garinono Formation, Sabah, Malaysia*. Borneo Region, Malaysian Geological Survey Annual Report for 1965, 161-167.
- Emad Akawwi and Atef Al-Kharabsheh. 2002. Lime Stabilization Effects on Geotechnical Properties of Expansive Soils in Amman, Jordan. EJGE paper 2002-020.
- Fitch, F. H. 1958. *The geology and mineral resources of the Sandakan area north Borneo*. Geol. Survey department British Territories in Borneo memoir 9, 55-60.
- Jamil A. Naji. 2002. *The use of Lime to Stabilize Granular Volcanic Ash Materials for Road Construction*. Journal of science & Technology Vol(7) No(2) 2002.
- Lee, D. T. C. 1970. *Geological memoir of the Sandakan Peninsula, Eastern Sabah*. Borneo Region, Malaysia Geol. Survey Report 6, 1-23.



Newton-Smith, J. 1967. *Bidu-Bidu Hills area, Sabah, East Malaysia*. Geol. Survey Borneo Region, 38-41.

Sanudin Hj. Tahir and Tan Teong Hing. 1986. *The Sabah Melange – A stratigraphy unit?* Warta Geologi, Vol. 12, No. 2, Mar-Apr 1986.

Tan, N.K. dan Lamy, J.M., 1990. *Tectonic Evolution of the NW Sabah Continental Margin Since Late Eocene*. Geol. Soc. Malaysia, Bull. 27.

Tongkul, F. 1991. *Tectonic Evolution of Sabah, Malaysia*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, Vol. 6, No. , 395-405.

LAMPIRAN

