

**GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESAN KAPUR TERHADAP SIFAT
KEJURUTERAAN TANAH BERLEMPUNG DI KM58-KM80 JALAN
SANDAKAN-TELUPID.**

SURIANEE BINTI ROSLI WONG

**DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT-SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA**

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

2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESAN KAPUR TERHADAP
SIFAT KEJURUTERAAN TANAH BERLEMPUNG DI KM 58-80, JLN SANDAKAN-TELUPID

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS

SESI PENGAJIAN: 2004 / 2005

Saya SURIANEE BINTI ROSLI WONG

(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 sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: Lot 273, No 66, Lorong 15,
Timb. Kuak Menggatal, 88300
KK, Sabah

Dr Baba Musta
 Nama Penyelia

Tarikh: 29/03/05

Tarikh: 29/03/05

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 kerjaya saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan tiap-tiap satunya yang telah saya jelaskan sumbernya

20 Februari 2005



(SURIANEE ROSLI WONG)

(HS2002-4016)



PENGESAHAN PEMERIKSA

DIPERAKUI OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

DR. BABA MUSTA

2. PEMERIKSA - 1

PROFESOR MADYA SHARIFF A.K OMANG

Sitar M. K. M. M.

3. PEMERIKSA - 2

ENCIK RODEANO ROSLEE

RR

4. DEKAN

PROFESOR MADYA DR. AMRAN AHMED

Amran



PENGHARGAAN

Saya berasa amat gembira dan sukacita kerana dapat menyiapkan dan menyelesaikan disertasi ini dengan bantuan daripada pelbagai pihak. Pertama sekali, saya ingin mengucapkan rasa syukur kerana berjaya menyempurnakan disertasi ini meskipun menghadapi pelbagai rintangan. Setinggi-tinggi penghargaan saya tujukan kepada penyelia saya iaitu Dr. Baba Musta kerana sentiasa memberi bimbingan, sokongan, idea dan bantuan serta teguran yang membina serta para pensyarah lain yang turut banyak memberikan nasihat dan bimbingan.

Begitu juga jutaan terima kasih kepada para pembantu makmal, kakitangan Ums dan juga rakan-rakan seperjuangan yang telah banyak membantu saya dalam pelbagai aspek. Tidak lupa juga kepada pihak universiti yang menyediakan kemudahan seperti perpustakaan dan sebagainya bagi membolehkan para pelajar menimba ilmu sepanjang masa. Begitu juga ribuan terima kasih ditujukan kepada Jabatan Mineral dan Geosains, Jabatan Peta dan Ukur, JUPEM dan sebagainya.

Akhir sekali saya ingin mengajukan rasa terima kasih saya kepada ahli keluarga saya yang banyak membantu saya samada dari segi sokongan, kewangan dan sebagainya. Segala bantuan dan dorongan daripada mereka amatlah saya hargai.



Abstrak

Kawasan kajian yang dijalankan adalah terletak di bahagian timur Sabah iaitu kilometer 58-90, Jalan Telupid ke Sandakan iaitu pada latitud $117^{\circ}45'$ hingga $117^{\circ}50'$ dan longitud $5^{\circ}45'$ hingga $5^{\circ}50'$. Kajian ini adalah bertujuan untuk mengkaji keadaan geologi dan kesan kapur terhadap sifat kejuruteraan tanah berlempung di sana. Kawasan kajian adalah terdiri daripada Formasi Kulapis, Melange, Formasi Sandakan dan endapan kuaterner. Formasi Kulapis boleh dikenali dengan batuan yang berwarna jingga kemerahan manakala Melange pula adalah terdiri daripada pecahan-pecahan pelbagai batuan tidak kira besar atau kecil dan diselaputi oleh matriks lumpur yang tebal. Formasi Sandakan adalah terdiri daripada selang lapis batu pasir dan batu lumpur manakala endapan kuaterner terdiri daripada aluvium dan mempunyai usia yang paling muda. Sampel jenis shal hitam (X1) dan shal kelabu (X2 dan X3) menunjukkan nilai pH yang agak beralkali. Peratusan kandungan kelembapan dan kandungan organik bagi sampel tanah X1 adalah lebih tinggi berbanding kedua-dua sampel yang lain. Sampel tanah X1 adalah terdiri daripada jenis lempung manakala sampel X2 dan X3 adalah jenis lempung berlodak. Nilai kekuatan tertinggi atau maksimum bagi sampel tanah X1 ialah 38.6 KN/m^2 iaitu pada hari pengawetan selama 14 hari dan penambahan peratus kapur sebanyak 8% manakala 143 KN/m^2 bagi sampel tanah X2 dan 121 KN/m^2 bagi sampel tanah X3 yang mana kedua-dua sampel ini diawet selama 45 hari dengan penambahan kapur sebanyak 8%.

Abstract

The research area is located at the east part of Sabah at KM58-80, Telupid to Sandakan Road which the latitude is from 117°45' until 117°50' and the longitude is from 5°45' until 5°50'. The purpose of doing this research are to determine the geology condition of that area and the effect of lime to the engineering properties of clay. Kulapis Formation, Melange, Sandakan Formation and Quaternary Deposition are formation that found in this area. Kulapis Formation can be recognize by its color which is red-orange while Melange are consist of blocks of variety of rock in variety of size in clay matrix. Sandakan Formation are consist of sandstone and mudstone bedding while the Quaternary Deposition is including the alluvium which is the youngest of all. Three sample of soil that have been taken are the black shale(X1) and the grey shale(X2 and X3). This three samples are alkalic in pH. The X1 sample shows that it has the higher percent of moisture content and organic content. From the particle size analysis, sample X1 is determine as clay while the other two sample are determine as silty clay. The maximum value of strength in sample X1 is 38.6 KN/m² which been preserved for 14 days while sample X2 is 143KN/m² and sample X3 is 121KN/m² which been preserved for 45 days.



KANDUNGAN

Tajuk	Halaman
PENGAKUAN	III
PENGESAHAN	IV
PENGHARGAAN	V
ABSTRAK	VI
ABSTACT	VII
KANDUNGAN	VIII
SENARAI JADUAL	XI
SENARAI RAJAH	XII
SENARAI FOTO	XIV
SENARAI LAMPIRAN	XVI
BAB1 PENDAHULUAN	
1.1 Lokasi kawasan kajian	1
1.2 Tujuan Kajian	2
1.3 Kaedah Kajian	3
1.4 Geografi kawasan kajian	6
1.5 Kajian Terdahulu	10
1.5.1 Geologi Am	10
1.5.2 Kesan Kapur terhadap Tanah	12
BAB 2 METODOLOGI	
2.1 Sifat Fiziko-kimia Tanah	14



2.1.1 Ujian pH	14
2.1.2 Kandungan Kelembapan Tanah	15
2.1.3 Kandungan Organik	15
2.1.4 Penentuan saiz partikel	16
2.1.5 Had-had Atterberg	17
2.2 Sifat Kejuruteraan Tanah	20
2.2.1 Ujian Pemadatan	20
2.2.2 Kekuatan Mampatan Paksi Tiga	21
2.2.3 Kebolehtelapan Tanah	22
BAB3 GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	
3.1 Geologi Rantau	24
3.2 Geologi Am Kawasan Kajian	25
3.2.1 Formasi Kulapis	25
3.2.2 Melange	26
3.2.3 Formasi Sandakan	28
3.2.4 Endapan kuaternari	29
3.3 Stratigrafi	30
3.3.1 Stratigrafi Rantau	30
3.3.2 Stratigrafi Kawasan Kajian	30
3.4 Geologi Struktur	32
3.5 Petrografi Batuan	33
BAB 4 : ANALISIS KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.0 Pendahuluan	35



4.2 Analisis Sifat Fiziko-kimia Tanah	38
4.2.1 Kandungan pH	38
4.2.2 Kandungan Kelembapan	39
4.2.3 Kandungan Organik	39
4.2.4 Taburan Saiz Partikel	40
4.2.5 Analisis Had-had Atterberg	42
4.2.6 Graviti Tentu	45
4.3 Analisis sifat kejuruteraan tanah	46
4.3.1 Pemadatan Tanah	46
4.3.2 Ujian Kekuatan Ricih Tanah	47
4.3.3 Kebolehtelapan Tanah	53
BAB 5 : PERBINCANGAN DANKESIMPULAN	
5.1 Perbincangan	55
5.1.1 Pendahuluan	55
5.1.2 Kajian Lapangan	55
5.1.3 Kajian Makmal	56
5.1.4 Kajian Pencerapan Tanah Runtuh, Kerosakan Jalan Raya dan kegagalan struktur binaan.	58
5.2 Kesimpulan	68
RUJUKAN	70
LAMPIRAN	72



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Halaman
Jadual 4.1 : Kandungan pH bagi sampel tanah X1, X2 dan X3.	38
Jadual 4.2 : Peratus kandungan kelembapan bagi sampel tanah X1, X2 dan X3.	38
Jadual 4.3 : Peratusan kandungan organik bagi sampel tanah X1, X2 dan X3.	39
Jadual 4.4 : Analisis had plastik bagi ketiga-tiga sampel tanah X1, X2 dan X3.	42
Jadual 4.5 : Nilai had cecair (Lc) bagi ketiga-tiga sampel tanah X1, X2 dan X3.	43
Jadual 4.6 : Nilai indeks keplastikan (Ip) bagi sampel tanah X1, X2 dan X3.	43
Jadual 4.7 : Pengecutan linear (Ls) bagi sampel tanah X1, X2 dan X3.	45
Jadual 4.8: Nilai graviti tentu (Sg) bagi sampel tanah	45
Jadual 4.9 : Ketumpatan kering maksimum dan kelembapan kering maksimum bagi sampel tanah X1, X2 dan X3.	46
Jadual 4.10: Nilai kebolehtelapan sampel tanah X1,X2 dan X3.	53
Jadual 5.1 : Parameter-parameter dalam analisis keputusan makmal .	57
Jadual 5.2 : Parameter-parameter dalam analisis keputusan makmal .	69



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman
Rajah 1.1 : Taburan Hujan di Sandakan Dalam Millimeter Pada Tahun 2004.	7
Rajah 1.2 : Suhu di Kawasan Sandakan pada Tahun 2004 dalam °C.	8
Rajah 1.3 : Taburan Penduduk di Kawasan Sandakan pada tahun 2002	8
Rajah 1.4 : Jenis Tanaman yang Ditanam di Kawasan Sandakan Sekitar Tahun 2002.	9
Rajah 3.1 : Jujukan stratigrafi kawasan kajian	31
Rajah 4.1 : Pengelasan segitiga saiz partikel sampel X1, X2 dan X3.	41
Rajah 4.2 : Carta keplastikan tanah bagi sampel X1, X2 dan X3.	42
Rajah 4.3 : Graf peratus kapur melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk pengawetan selama 1 hari.	48
Rajah 4.4 : Graf peratus kapur melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk pengawetan selama 7 hari.	48
Rajah 4.5 : Graf peratus kapur melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk pengawetan selama 14 hari.	49
Rajah 4.6 : Graf peratus kapur melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk pengawetan selama 28 hari.	49
Rajah 4.7 : Graf peratus kapur melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk pengawetan selama 45 hari.	50
Rajah 4.8 : Graf hari pengawetan melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk peratus kapur	50



sebanyak 0 %.

- Rajah 4.9 : Graf hari pengawetan melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk peratus kapur sebanyak 2 %. 51
- Rajah 4.10 : Graf hari pengawetan melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk peratus kapur sebanyak 4 %. 51
- Rajah 4.11 : Graf hari pengawetan melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk peratus kapur sebanyak 6 %. 52
- Rajah 4.12 : Graf hari pengawetan melawan tegasan sisi maksima bagi sampel tanah X1, X2 dan X3 untuk peratus kapur sebanyak 8 %. 52



SENARAI FOTO

No. Foto	Halaman
Foto 1.1 : Keadaan sungai Monyet yang kecil dan cetek serta keruh airnya.	6
Foto 1.2 : Keadaan perbukitan di kawasan kajian disertai dengan penanaman kelapa sawit dengan banyaknya.	7
Foto 3.1 : Singkapan Formasi Kulapis menunjukkan batuan yang berwarna jingga dan agak kemerahan serta terpecah-pecah akibat tektonik yang agak teruk.	27
Foto 3.2 : Pecahan-pecahan batuan pelbagai saiz dan jenis yang bercampur dengan matriks lumpur pada salah satu singkapan Melange.	28
Foto 3.3 : Blok batuan yang besar dan bersegi-segi yang turut terdapat dalam singkapan Formasi Melange.	29
Foto 3.4 : Endapan kuaternari yang kelihatan terdapat di sekitar tebing sungai Monyet.	29
Foto 3.5 : Keratan nipis bagi sampel batu pasir yang diambil daripada formasi Melange	33
Foto 3.6 : Keratan nipis bagi sampel batu pasir yang diambil daripada formasi Kulapis.	34
Foto 4.1 : Sampel tanah X1 yang berwarna agak kehitaman.	36
Foto 4.2 : Sampel tanah X2 yang berwarna kelabu kehitaman dan masih mengandungi tinggalan jasad batuan yang kecil.	37
Foto 5.1 : Tanah runtuh jenis nendatan yang berlaku pada bahagian yang tidak dihalang dengan tembok batu.	58
Foto 5.2 : Tanah runtuh telah menyebabkan sebahagian longkang ini telah ditutupi oleh batuan dan tanah.	58
Foto 5.3 : Tanah runtuh jenis gelongsor puing yang telah merosakkan dan menimbus sebahagian tembok batu yang dibina .	59

Foto 5.4 : Keadaan longkang yang telah ditimbus oleh batuan dan tanah akibat runtuh daripada bahagian tebing.	60
Foto 5.5 : Jalan raya yang mengalami masalah mendapan akibat keadaan tanah yang tidak stabil.	61
Foto 5.6 : Jalan raya yang diturap semula untuk mengatasi masalah mendapan tanah yang merosakkan jalan raya sebelum ini.	61
Foto 5.7 : Keadaan jalan raya yang tidak sekata akibat daripada beberapa kali turapan yang dilakukan hingga mengurangkan kualiti jalan raya ini.	62
Foto 5.8: Longkang besar ini mulai mengalami sedikit kerosakan akibat keadaan tanah yang tidak berapa stabil.	63
Foto 5.9 : Keadaan sebahagian longkang yang sudah pun rosak teruk.	63
Foto 5.10 : Struktur longkang kecil ini mula menunjukkan kesan retakan di bahagian tengahnya.	64
Foto 5.11: Longkang baru mula dibuat setelah longkang lama disumbat oleh tanah.	64
Foto 5.12 : Tembok batu yang telah rosak teruk akibat tanah runtuh	65
Foto 5.13: Tembok batu yang dibina untuk menghalang tanah runtuh.	66



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran	Halaman
A. Peta tektonik Sabah. (Tongkul, 1991)	72
B. Analisis Peratusan Kandungan Kelembapan Tanah	73
C. Analisis Peratusan Kandungan Organik Tanah	75
D. Analisis Taburan Saiz Partikel Tanah	76
E. Analisis Had Atterberg	80
F. Ujian Graviti Tentu	81
G. Ujian Pemadatan Tanah	82
H. Ujian Kekuatan Mampatan Paksi Tiga	83



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Lokasi Kawasan Kajian

Kawasan kajian terletak di bahagian timur Sabah iaitu kilometer 58-90, Jalan Sandakan ke Telupid. Ia dibatasi oleh garis latitud $117^{\circ}45'$ hingga $117^{\circ}50'$ dan longitud $5^{\circ}45'$ hingga $5^{\circ}50'$. Jumlah keluasan kawasan kajian adalah lebih kurang 100 km^2 . Kawasan kajian secara keseluruhannya adalah diliputi oleh ladang kelapa sawit dengan keadaan berbukit-bukau yang tinggi maksimumnya adalah sekitar 450m. Kejadian tanah runtuh jenis nendatan sering berlaku di kawasan kajian ini dan menimbulkan banyak masalah dalam pembinaan jalan raya ataupun bangunan. Ini adalah disebabkan kawasan ini terdiri daripada pecahan-pecahan batuan samada yang besar atau yang kecil dan bercampur dengan matriks lumpur yang dikenali sebagai Melange. Sistem perhubungan di kawasan kajian adalah terdiri daripada jalan raya berturap dan jalan ladang. Sistem sungai adalah jenis reranting.

1.2 Tujuan Kajian

Tujuan utama kajian ini dilakukan adalah untuk :

- a. Mengenal pasti litologi batuan, struktur geologi, tektonik rantau, sejarah dan stratigrafi batuan serta geomorfologi kawasan kajian melalui pemerhatian lapangan dan pembacaan kajian-kajian terdahulu.
- b. Mengkaji sifat-sifat fiziko-kimia dan sifat kejuruteraan tanah berlempung di kawasan kajian ini.
- c. Mengkaji kesan campuran kapur terhadap sifat kekuatan ricih tanah berlempung di kawasan kajian..
- d. Menghasilkan peta geologi yang terkini yang akan membantu dan memudahkan penyelidik atau pengkaji-pengkaji lain membuat kajian mereka dengan lebih mendalam dan terperinci.



1.3 Kaedah Kajian

Langkah-langkah dan kaedah-kaedah kajian yang dilakukan seperti berikut:

1.3.1 Persediaan awal dan kajian literatur

Kajian literature dilakukan melalui pemerhatian, pembacaan dan pengumpulan maklumat daripada kajian-kajian terdahulu mengenai kawasan kajian. Kajian-kajian terdahulu ini boleh didapati melalui jurnal, artikel, prosiding, buku dan internet. Pada peringkat ini, perancangan mengenai kerja lapangan juga dilakukan dimulai oleh penyediaan peta dasar daripada gabungan peta topografi serta foto udara (4279A23-25, 4279B1-3, 4280A21-25, 4281B6-10 dan 4282C6-9)

1.3.2 Kajian Lapangan dan Persampelan

Kerja lapangan dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan maklumat di lapangan serta mengambil sampel yang mencukupi untuk analisis di makmal. Kajian ini membolehkan kita mengetahui samada yang dicerap di lapangan adalah seperti yang dinyatakan dalam kajian oleh penyelidik-penyelidik terdahulu. Cerapan di lapangan adalah seperti pengambilan jurus dan kemiringan menggunakan kompas, mengambil bacaan kekar, sesar, ketebalan lapisan antara satu batuan dengan batuan yang lain, melihat litologi batuan, mengambil gambar dan mengukur berapa besar singkapan yang dijumpai.

Kerja lapangan dilakukan dalam tiga peringkat iaitu pada peringkat pertama adalah untuk meninjau kawasan kajian, mengenal pasti jalan-jalan raya yang dilalui adalah sama seperti dalam peta dan mencatat sedikit sebanyak mengenai kawasan kajian dengan lebih ringkas termasuk litologi batuan dan singkapan yang terdapat di sana.

Peringkat kedua pula melibatkan pencerapan data di lapangan yang lebih terperinci serta mengambil sampel sekaligus. Pada peringkat yang ketiga, semakan semula dan tambahan cerapan data di lapangan dibuat serta mengambil sampel lagi jika sampel yang diambil sebelum itu tidak mencukupi.

1.3.3 Kajian atau Analisis Sampel di Makmal

Sampel yang telah dibawa balik ke makmal akan dibuat ujian pH dan ujian kandungan kelembapan serta merta sebelum dikeringkan melalui pengudaraan atau di dalam oven. Kemudian sampel tersebut akan dibuat analisis kejuruteraan tanah yang lain seperti had-
had atterberg dan analisi pemadatan serta mampatan dan kebolehtelapan tanah. Sampel yang dimaksudkan ialah sampel tanah untuk analisis fiziko-kimia dan kejuruteraan tanah sementara sampel batuan pula untuk analisis hirisan nipis bagi melihat mineral dan menentukan batuan tersebut.

1.3.4 Penulisan Laporan

Segala data yang telah dicerap di lapangan dan dianalisis di makmal diselidik dan diterangkan dalam laporan yang akan dihantar pada tarikh yang ditentukan. Kandungan yang dimasukkan dalam laporan ini adalah lebih kepada sifat tanah berlempung serta kesan kapur terhadap tanah dari segi kekuatan.



1.4 Geografi Kawasan Kajian

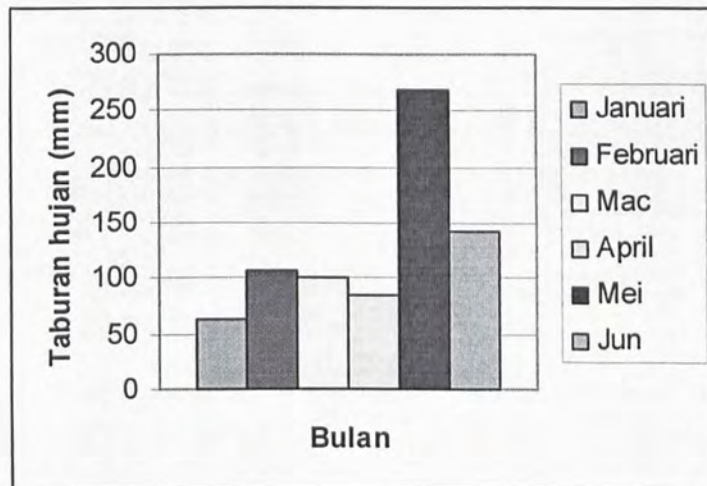
Sistem perhubungan di kawasan kajian tidak mempunyai banyak jalan-jalan utama. Jalan-jalan ladang terdapat dengan banyaknya dan ada sesetengahnya adalah ditutupi dengan pagar besi untuk menghalang orang luar daripada masuk ke kawasan tersebut. Hanya sebatang sungai yang telah dikenalpasti di kawasan kajian yang dinamakan sebagai Sungai Monyet dan ia merupakan cabang daripada sungai besar yang dikenali sebagai Sungai Segaliud (Foto 1.1). Sistem sungai di kawasan kajian adalah dikenalpasti sebagai jenis sistem reranting. Tanaman utama yang dikenal pasti adalah tanaman jenis kelapa sawit dan topografi kawasan kajian adalah terdiri daripada kawasan perbukitan (Foto 1.2)



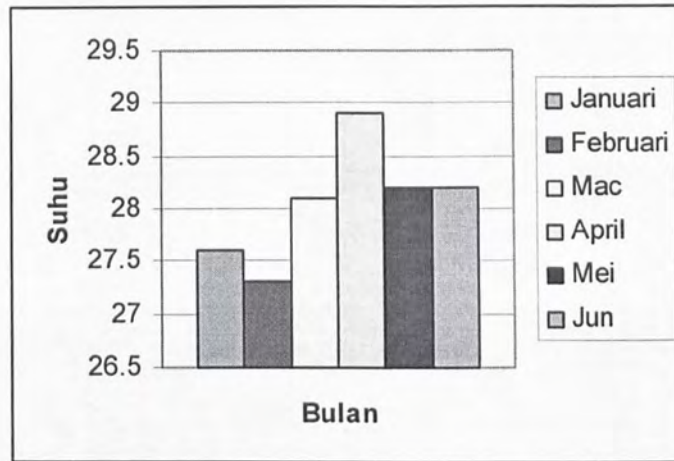
Foto 1.1 : Keadaan sungai Monyet yang kecil dan cetek serta keruh airnya.



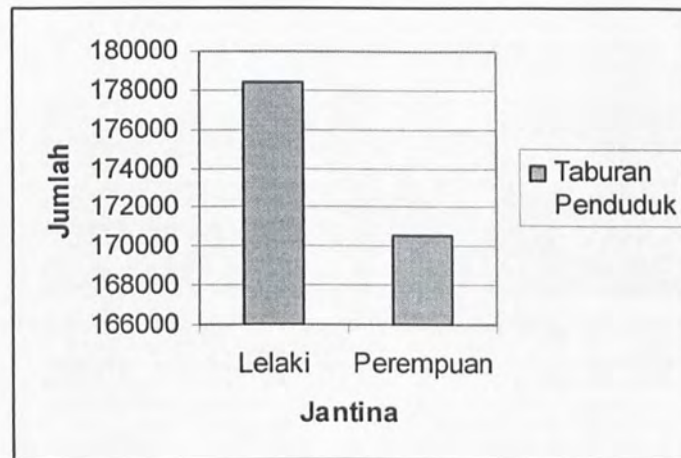
Foto 1.2 : Keadaan perbukitan di kawasan kajian disertai dengan penanaman kelapa sawit dengan banyaknya.



Rajah 1.1 : Taburan Hujan di Sandakan Dalam Millimeter Pada Tahun 2004.



Rajah 1.2 : Suhu di Kawasan Sandakan pada Tahun 2004 dalam °C.



Rajah 1.3: Taburan Penduduk di Kawasan Sandakan pada tahun 2002

RUJUKAN

- Al-Kharabsheh, A., 2002. *Lime Stabilization Effects on Geotechnical Properties of Expansive Soils in Amman, Jordan*, 1-13.
- Clennell, B., 1991. *The origin and tectonic significance of melanges in Eastern Sabah, Malaysia*. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* **6**, 407-429.
- Fitch, F.H., 1958. *The Geology and mineral resources of the Sandakan Area North Borneo*. Geological Survey Department Memoir **9**, 1-43.
- Greaves, H.M., 1996. An introduction to lime stabilization. *Proceeding of the seminar held at Loughborough University Civil and Building Engineering Department*, 5-45.
- Hans P.H. dan Tan N.K., 1993. *Tertiary tectonic evolution of the NW Sabah continental margin*. *Geological Society of Malaysia* **33**, 195-210.
- Hutchison, C.S., 1988. *Stratigraphic – Tectonic model for eastern Borneo*. *Geological Society of Mas Bulletin*, **32**, 135-151.
- Hutchison, C.S., 1989. *The geological Evolution of SE Asia*. Oxford U. Press, Oxford.
- Jon N. dan Neil H., 1996. *The sedimentology of Miocene shallow marine clastics of the Sandakan Formation of Eastern Sabah*. *Geological Society of Malaysia* **40**, 119-130.
- Liau, A., 1984. *Landslides, Rockfalls & Road subsidences along the Tamparuli-Ranau Highway (2nd Edition)*. Geological Survey of Malaysia, Report (SB/EG/94/2).



- Newton, J., 1967. *Bidu-Bidu Hills Area, Sabah, East, Malaysia*. Geological Survey, Borneo Region Malaysia Report 4, 54-60.
- Perry, J., Macneil, D.J dan Wilson, P.E., 1996. The Uses of Lime in Ground Engineering : A Review Of Work Undertaken at The transport Research Laboratory. *Proceeding of The Seminar held at Loughborough University Civil and Building Engineering Department*, 27-45.
- Rahn,P.H., 1986. *Engineering Geology, An Environmental Approach*. Elsevier. New York. Oxford. 158-160.
- Rogers, C.D.F, dan Glending, S., 1996. Modification of Clay Soils Using Lime. *Proceeding of The Seminar held at Loughborough University Civil and Building Engineering Department*, 99-114.
- Tongkul, F., 1991. *Tectonic evolution of Sabah, Malaysia*. Journal of Southeast Asian Earth Science 6, 395-405.
- Tongkul, F., 1993. *Tectonic control on the development of the Neogene basins in Sabah, East Malaysia*. Geological Society of Malaysia. 33, 95-103.

