

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN ANALISIS KESTABILAN
CERUN KAWASAN TELUK LIKAS - TELUK SALUT, Sabah

Ijazah: Sarjana Muda

SESI PENGAJIAN: 2007

Saya Sy SENG HUI

(HURUF BESAR)

1. Tesis adalah hak milik 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 (/)

SILENT

(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 diajukan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

~~(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)~~

Alamat Tetap: 4, Jln Kilang,
Tangkang Perah 83210
Batu Pahat, Johor

En. Rodeans Rosler
Name Penulis

Tanqkh: 23/04/01

Tarikh: 23/04/17

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).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

**GEOLOGI AM DAN ANALISIS KESTABILAN CERUN KAWASAN
TELUK LIKAS – TELUK SALUT, SABAH**

SO SENG HUI

**DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

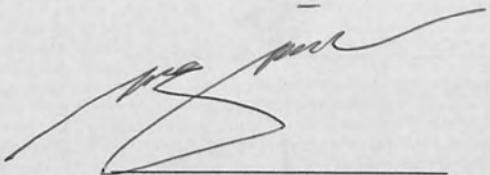
**PROGRAM GEOLOGI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

Mac 2007

PENGAKUAN

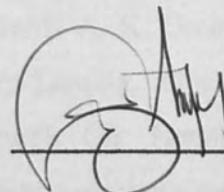
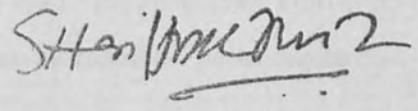
Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

19 MARCH 2007



SO SENG HUI

HS2004-1169

PENGESAHAN**Tandatangan****1. PENYELIA****(EN. RODEANO BIN ROSLEE)****2. PEMERIKSA 1****(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)****3. PEMERIKSA 2****(PROF. MADYA DR. FELIX TONGKUL)****4. DEKAN****(PROF. MADYA DR. SHARIFF AK OMANG)****UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Dalam ruang ini penulis ingin merakamkan penghargaan dan mengucapkan jutaan terima kasih atas segala kerjasama serta budi baik pelbagai pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dari awal hingga ke akhir kajian ini.

En. Rodeano b. Hj. Roslee, selaku penyelia dalam menghasilkan disertasi ini yang banyak memberi dorongan, bimbingan, sokongan dan komen yang membina sepanjang kajian dijalankan. Para pensyarah program Geologi, Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, Prof. Madya Dr. Shariff A. K. Omang, Prof Madya Dr. Baba Musta, Encik Sahat Sadikun, Encik Adong Laming, tutor program Geologi En. Ismail Abd. Rahim, dan pembantu penyelidik Cik Hennie Fitria Wulandary, yang sentiasa memberi idea-idea dan tunjuk ajar sepanjang tiga tahun pengajian di Universiti Malaysia Sabah.

Pembantu makmal program Geologi Encik Jalaluddin Majalip, Encik Mohd Yusof dan Encik Abdul Rahman yang sentiasa memberi tunjuk ajar semasa ujikaji makmal disertasi dijalankan. Kakitangan Pejabat Am SST, Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah, dan jabatan-jabatan kerajaan yang banyak memberi pertolongan dan maklumat sepanjang kajian dijalankan.

Penghargaan tidak dilupai diberikan kepada rakan-rakan seperjuangan saya iaitu Siti Fatimah Mat Ghani, Joo Woi Suaniam, Ong Cheng Hoon, Low Meng Hong, Laletha, Philoniza Miseng, Masrina Mokhtar, Dianne Josephine, Alexandar Leong Vun Kang, Eldero Pan Hwa Khiong, Mawarni Abdullah, dan Subasini yang sentiasa memberikan bantuan semasa kerja lapangan dijalankan serta rakan-rakan lain yang terlibat dalam membantu saya mendapatkan sebarang maklumat dan membantu saya menjalankan ujikaji-ujikaji makmal.

Keluarga saya dan penaja pendidikan (Petroliam Nasional Berhad, PETRONAS) yang sentiasa memberi sokongan moral yang amat tinggi serta sokongan kewangan membolehkan saya melengkapkan kajian ini dalam tempoh yang ditetapkan. Jasamu tidak dilupai dan sentiasa dihargai.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga sekali lagi kepada semua pihak yang disebut di atas dan juga yang tidak disebut, jasa dan bantuan kamu sentiasa diingati dalam memori kenangan saya selama-lamanya. Sekian terima kasih.

ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di pantai barat Sabah dari Teluk Likas ke Teluk Salut yang meliputi keluasan kira-kira 130 km^2 dan dibatasi oleh longitud dari T $116^\circ 06'$ hingga T $116^\circ 11'$ dan latitud dari U $06^\circ 01'$ hingga U $06^\circ 08'$. Geologi am kawasan kajian terdiri daripada Formasi Crocker yang berusia Eosen Akhir hingga Miosen Awal dan endapan Kuaterner yang berusia Resen. Formasi Crocker terbahagi kepada empat unit litologi iaitu unit yang utama iaitu unit batu pasir masif, unit selang-lapis batu pasir dan syal, unit syal merah, dan unit syal kelabu. Batu pasir kawasan kajian adalah terdiri daripada litik wak, litik arenit, dan sublitik. Analisis geologi struktur menunjukkan arah canggaan barat laut – tenggara. Pemetaan kegagalan cerun menunjukkan cerun-cerun di bahagian selatan kawasan kajian dalam keadaan yang stabil, manakala cerun-cerun di bahagian utara pula menunjukkan ketidakstabilan. Lima cerun batuan dan lima cerun tanah yang kritikal dipilih untuk kajian yang terperinci. Cerun-cerun batuan yang dikaji menunjukkan sifat kekuatan batuan yang sederhana kuat hingga kuat daripada ujian beban titik dan ujian pemantulan tukul Schmidt. Faktor utama yang mengakibatkan ketidakstabilan cerun-cerun batuan adalah kehadiran set-set ketakselarangan yang kompleks akibat daripada canggaan. Jenis kegagalan yang paling berpotensi di kawasan kajian adalah jenis kegagalan baji dan diikuti oleh jenis kegagalan satah dan terbalikan. Selain itu, faktor yang menyebabkan ketidakstabilan cerun-cerun batuan adalah seperti geometri cerun yang tinggi dan curam dan kebolehtelapan batuan yang lebih rendah berbanding batu pasir yang lain. Cerun-cerun tanah menunjukkan nilai faktor keselamatan yang diandaikan stabil tetapi berpotensi untuk gagal iaitu dari 2.29 hingga 4.81. Faktor-faktor lain yang menyebabkan ketidakstabilan cerun-cerun tanah adalah kebolehtelapan yang sangat rendah iaitu dari $4.08 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ hingga $2.34 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$, kehadiran bahan lempung dalam tanah, geometri cerun yang tinggi dan curam, dan penutupan muka cerun yang buruk.

ABSTRACT

The study area is located at the western coast of Sabah which covers about 130 km², and bounded by the latitude from 06° 01' N to 06° 08' N and the longitude from 116° 06' E to 116° 11' E. The general geology of the study area is covered by the Crocker Formation (Late Eocene to Early Miocene) and the Quartenary deposits. The Crocker Formation is devided into four litology units which are the Unit of Massive Sandstone, the Unit of Interbedded Sandstone and Shale, the Unit of Red Shale, and the Unit of Grey Shale. Type of sandstone of the study area are lithic graywacke, lithic arenite, and sublithic. Structural geology analisis shows that the direction of deformation is northwest – southeast. The slope failure mapping shows that most of the slopes in the southern part of the study area are stable in condition while most of the slopes which are located in the northern part of the study area are in the unstable condition. Five critical rock slopes and five critical soil slopes are chosen to do in detail study. The results of the point load test and the hammer Schmidt rebound test indicate that the degree of rock strength from moderately to strong for the rock slopes. The main factor which causes the instability of the rock slopes is the present of complex discontinuity sets due to the deformations. The wedge failure is the most potential failure for the rock slopes in the study area followed by the planar failure and the toppling failure. Besides the discontinuity factor, the factors which are causing the instability of the rock slopes are the high and steep slope and relatively lower permeability as compared to other sandstone. The value of the factor of safety from the slice analysis method shows that most of the slopes are in the stable condition which is ranged from 2.29 to 4.81. The main factors which cause the instability of the soil slopes are the very low permeability of the soil which are from 4.08×10^{-8} cm/s to 2.34×10^{-7} cm/s, the present of clay material in the soil, the geometries of the slope which are high and steep, and the poor coverage of the slope.

KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
SENARAI KANDUNGAN	viii
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI FOTO	xviii
SENARAI FOTOMIKRO	xxi
SENARAI RUMUS	xxii
SENARAI SIMBOL	xxiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan	1
1.2 Lokasi Kajian	4
1.3 Kepentingan Kajian	6
1.4 Objektif Kajian	7
1.5 Kajian Perpustakaan	8
1.5.1 Kajian Geologi Am	8
1.5.2 Kajian Geologi Kejuruteraan Secara Am	10
1.5.3 Kestabilan Cerun	11
1.6 Metodologi Kajian	14
1.6.1 Kajian Awal	14
a.Kajian Literatur	14
b.Tafsiran Fotograf Udara	15
c. Peta Dasar	15
d. Pengumpulan Data-data	16
1.6.2 Kajian Lapangan	16
a. Persediaan Awal	16

b. Pemetaan Geologi	17
c. Pemetaan Lokasi Kegagalan Cerun	17
d. Pemetaan Geologi Kejuruteraan	17
e. Inventori Cerun Batuan	18
f. Inventori Cerun Tanah	19
g. Ujian <i>in-situ</i> Lapangan	19
1. Ujian Bilah Rich	19
2. Ujian Pemantulan Tukul Schmidt	20
h. Persampelan	21
1.6.2 Kajian Makmal	21
a. Sampel Batuan	22
1. Kajian Petrografi	22
2. Ujian Beban Titik	22
b. Sampel Tanah	24
1. Ujian pH	24
2. Kandungan Kelembapan	24
3. Kandungan Bahan Organik	25
4. Analisis Taburan Saiz Butiran	26
5. Graviti Tentu	26
6. Had Atterberg	27
i. Had Cecair	27
ii. Had Plastik	28
iii. Indeks Keplastikan	28
iv. Had Pengecutan Linear	28
7. Pemadatan Proctor	29
8. Ujian Mampatan Tak Terkurung	30
9. Kebolehtelapan	31
1.6.3 Analisis dan Tafsiran Data	31
a. Analisis Geologi Struktur	32
b. Analisis Kestabilan Cerun	32
1. Cerun Batuan	32
2. Cerun Tanah	33
1.6.4 Penulisan Disertasi	

BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI

2.1	Pengenalan	34
2.2	Geografi	35
2.2.1	Iklim	35
a.	Suhu	35
b.	Taburan Hujan	36
c.	Kelajuan Angin	37
2.2.2	Sistem Perhubungan	38
2.2.3	Sistem Saliran	40
2.2.4	Taburan Pendudukan	42
2.2.5	Kegiatan Ekonomi	43
2.3	Geomorfologi	4
2.3.1	Topografi	43
2.3.2	Morfologi Pantai	46
2.3.3	Morfologi Sungai	47
2.3.4	Proses Luluhawa	47
a.	Luluhawa Fizikal	47
b.	Luluhawa Kimia	48
c.	Luluhawa Biologi	49
2.3.5	Hakisan	50
2.3.6	Susutan Darat	53

BAB 3 GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI

3.1	Pengenalan	56
3.2	Tektonik Rantau	56
3.3	Stratigrafi Am Sabah	61
3.4	Stratigrafi Tempatan	62
3.4.1	Formasi Crocker	64
a.	Unit Batu Pasir Masif	64
b.	Unit Selang-lapis Batu Pasir dan Syal	65
c.	Unit Syal Merah	67
d.	Unit Syal Kelabu	68
e.	Struktur Sedimen	69

f. Kajian Petrografi	78
3.4.2 Endapan Kuaterner	85
3.5 Analisis Geologi Struktur	86
3.5.1 Analisis Lineamen	86
3.5.2 Analisis Perlapisan	88
3.5.3 Analisis Lipatan	89
3.5.4 Analisis Sesar	90
3.5.5 Analisis Kekar	91

BAB 4 ANALISIS KESTABILAN CERUN

4.1 Pengenalan	94
4.2 Kajian Lapangan	95
4.2.1 Pemetaan Geologi Kejuruteraan	95
4.2.2 Inventori Cerun Batuan	97
a. Cerun R1 (1 km Sebelum Sg. Mengkabong)	97
b. Cerun R2 (1 km selepas simpang masuk ke Kg. Gayang)	98
c. Cerun R3 (Institut Latihan Perindustrian)	99
d. Cerun R4 (Seri Maju dan Seri Maju Jaya)	100
e. Cerun R5 (Telipok)	101
4.2.3 Inventori Cerun Tanah	102
a. Cerun S1 (Telipok)	103
b. Cerun S2 (Taman Indah Permai)	104
c. Cerun S3 (Kuari Teluk Sepanggar)	105
d. Cerun S4 (Simpang masuk ke Karambunai)	106
e. Cerun S5 (Kampung Lok Bunuq)	109
4.2.4 Ujian <i>in-situ</i>	110
a. Ujian Pemantulan Tukul Schmidt	110
b. Ujian Bilah Ricih	110
4.3 Kajian Makmal	111
4.3.1 Sampel Batuan	111
a. Ujian Beban Titik	111
4.3.2 Sampel Tanah	112
a. Ujian pH	112

b. Kandungan Kelembapan	113
c. Kandungan Bahan Organik	113
d. Analisis Taburan Saiz Butiran	114
e. Ujian Graviti Tentu	118
f. Ujian Had Atterberg	119
g. Ujian Pemadatan Proctor	121
h. Ujian Mampatan Tak Terkurung	125
i. Ujian Kebolehtelapan	127
j. Mikroskop Pengimbasan Elektron (SEM)	128
4.4 Analisis Kestabilan Cerun	129
4.4.1 Cerun Batuan	129
a. Cerun R1	129
b. Cerun R2	131
c. Cerun R3	132
d. Cerun R4	134
e. Cerun R5	135
4.4.2 Cerun Tanah	137
a. Cerun S1	137
b. Cerun S2	137
c. Cerun S3	138
d. Cerun S4	139
e. Cerun S5	141

BAB 5 HASIL PERBINCANGAN

5.1 Pengenalan	142
5.2 Geologi Am	142
5.3 Kestabilan Cerun	144
5.3.1 Cerun Batuan	144
a. Cerun R1 (1 km sebelum Sg. Mengkabong)	144
b. Cerun R2 (Simpang masuk ke Kg. Gayang)	146
c. Cerun R3 (Institut Latihan Perindustrian)	147
d. Cerun R4 (Seri Maju dan Seri Maju Jaya)	
e. Cerun R5 (Telipok)	

5.3.2 Cerun Tanah	152
a. Cerun S1 (Telipok)	152
b. Cerun S2 (Taman Indah Permai)	154
c. Cerun S3 (Kuari Teluk Sepanggar)	157
d. Cerun S4 (Simpang masuk ke Karambunai)	159
e. Cerun S5 (Kg. Lok Bunuq)	163
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1 Pengenalan	166
6.2 Geologi Am	166
6.3 Analisis Kestabilan Cerun	167
6.3.1 Cerun Batuan	167
6.3.2 Cerun Tanah	168
6.4 Cadangan Penstabilan Cerun	169
6.4.1 Cerun Batuan	169
a. Pemindahan Batuan Tidak Stabil	169
b. Melandaikan Cerun	170
c. Sistem Perparitan	170
6.4.2 Cerun Tanah	171
a. Tembok Penahan	171
b. Sistem Perparitan	171
c. Pembinaan teres	171
d. Vegetasi – bioengineering	172
6.5 Cadangan Kajian Lanjutan	172
RUJUKAN	173
LAMPIRAN	

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
3.1 Peratuasan kandungan mineral bagi lima lokasi kajian yang dipilih	83
3.2 Keputusan daripada pengelasan batu pasir bagi kawasan kajian	84
4.1 Nilai kekuatan mampatan unipaksi bagi setiap cerun	110
4.2 Nilai kekuatan ricih bagi setiap cerun	111
4.3 Nilai indeks kekuatan beban titik $I_{S(50)}$ dan USC sampel batuan	112
4.4 Nilai pH bagi setiap sampel tanah.	112
4.5 Kandungan kelembapan bagi sampel tanah	113
4.6 Kandungan bahan organik bagi sampel tanah	114
4.7 Taburan saiz butiran sampel berpandukan USED dan USCS	117
4.8 Nilai graviti tentu mengikut jenis tanah	118
4.9 Nilai graviti tentu bagi setiap sampel tanah	118
4.10 Hasil analisis ujian had Atterberg	120
4.11 Nilai ketumpatan maksimum dan kandungan kelembapan optimum bagi semua sampel	121
4.12 Pengelasan nilai kekuatan ricih tanah	126
4.13 Nilai kekuatan ricih sampel tanah	126
4.14 Nilai pekali kebolehtelapan bagi sampel tanah	127

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Peta Sabah yang menunjukkan kedudukan kawasan kajian	4
1.2	Peta kawasan kajian	5
2.1	Min suhu tahunan bagi Kota Kinabalu dari tahun 1996 – 2005 (daripada Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca, 2006)	36
2.2	Rumusan taburan hujan tahunan Kota Kinabalu dari tahun 1996 – 2005 (daripada Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca, 2006)	37
2.3	Rekod kelajuan angin permukaan bagi Kota Kinabalu dari tahun 1996 – 2005 (daripada Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca, 2006)	38
2.4	Peta sistem saliran kawasan kajian	41
2.5	Jumlah penduduk mengikut etnik, Kota Kinabalu, 2000	42
2.6	Peta topografi kawasan kajian	45
3.1	Kedudukan tektonik Sabah di rantau Asia Tenggara (diubahsuai daripada Tan dan Lamy, 1990)	57
3.2	Keratan rentas berarah barat laut – tenggara di Sabah mengikut usia (diubahsuai daripada Tongkul, 1991)	58
3.3	Stratigrafi am rantau (diubahsuai daripada Yin, 1998)	62
3.4	Peta geologi kawasan kajian	63
3.5	Pengelasan batu pasir oleh Pettijohn (1975)	84
3.6	Gambarajah ros bagi lineamen positif kawasan kajian	87
3.7	Gambarajah ros bagi lineamen negatif kawasan kajian	87
3.8	Analisis perlapisan di keseluruhan kawasan kajian dengan kaedah Jalur π -Girdle dan kaedah Jaringan Pengira Kalsbeek	88
3.9	Analisis lipatan Kampung Salut	89
3.10	Analisis sesar bagi sesar sungkup di telipok, Kampung Salut, dan Institut Latihan Perindustrian	90
3.11	Gambarajah ros daripada sistem kekar di 1 km sebelum Sungai Mengkabong	91

3.12	Gambarajah ros daripada sistem kekar di 1 km selepas simpang masuk ke Kg. Gayang	92
3.13	Gambarajah ros daripada sistem kekar di Institut Latihan Perindustrian	92
3.14	Gambarajah ros daripada sistem kekar di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	93
3.15	Gambarajah ros daripada sistem kekar di lokasi R5, Telipok	93
4.1	Peta geologi kejuruteraan kawasan Teluk Likas – Teluk Salut	96
4.2	Mekanisme gelinciran pada cerun S4B	107
4.3	Carta segitiga pengelasan USED	115
4.4	Graf peratusan pelepasan melawan saiz butiran bagi setiap sampel tanah mengikut pengelasan USCS	116
4.5	Carta keplastikan yang menunjukkan pengelasan keplastikan bagi setiap sampel	119
4.6	Graf pemandatan bagi cerun S1	122
4.7	Graf pemandatan bagi cerun S2	122
4.8	Graf pemandatan bagi cerun S3	123
4.9	Graf pemandatan bagi cerun S4A	123
4.10	Graf pemandatan bagi cerun S4B	124
4.11	Graf pemandatan bagi cerun S5A	124
4.12	Graf pemandatan bagi cerun S5B	124
4.13	Graf keterikan melawan bagi setiap sampel	126
4.14	Kontur unjuran stereonet bagi cerun R1	130
4.17	Kedudukan set-set ketakselarangan dan muka cerun R2 dengan sudut geseran 30°	128
4.15	Kedudukan set-set ketakselarangan dan muka cerun R1 dengan sudut geseran 30°	130
4.16	Kontur unjuran stereonet bagi cerun R2	131
4.17	Kedudukan set-set ketakselarangan dan muka cerun R2 dengan sudut geseran 30°	132
4.18	Kontur unjuran stereonet bagi cerun R3	133
4.19	Kedudukan set-set ketakselarangan dan muka cerun R3 dengan sudut geseran 30°	133
4.20	Kontur unjuran stereonet bagi cerun R4	134
4.21	Kedudukan set-set ketakselarangan dan muka cerun R3 dengan sudut	135

geseran 30°

4.22	Kontur unjuran stereonet bagi cerun R5	136
4.23	Kedudukan set-set ketakselarangan dan muka cerun R5 dengan sudut geseran 30°	136
4.24	Hirisan bagi Cerun S1	137
4.25	Hirisan bagi cerun S2	138
4.26	Hirisan bagi cerun S3	139
4.27	Hirisan bagi cerun S4A	140
4.28	Hirisan bagi cerun S4B	140
4.29	Hirisan bagi cerun S5	141

SENARAI FOTO

No. Fotograf		Muka Surat
1.1	Tanah runtuh di Kampung Lok Bunuuq, Oktober 2006 (arah penggambaran: Utara)	3
1.2	Tanah runtuh di simpang masuk ke Karambunai, Jun 2006 (arah penggambaran: Timur)	3
2.1	Jalan Tuaran Bypass yang merupakan sistem perhubungan darat yang penting di kawasan kajian (arah penggambaran: timur laut)	39
2.2	Sistem perhubungan air di kawasan kajian (arah penggambaran: barat)	39
2.3	Sungai Inanam sebagai sebahagian daripada sistem perparitan (arah penggambaran: timur)	40
2.4	Bukit Bald Spur yang merupakan kawasan tertinggi di kawasan kajian (arah penggambaran:timur laut)	44
2.5	Kampung Salut yang merupakan dataran rendah kawasan kajian (arah penggambaran: barat laut)	44
2.6	Pantai Universiti Malaysia Sabah (arah penggambaran: utara)	46
2.7	Pengelupasan bawang di lokasi R4, Institut Latihan Perindustrian (ILP) (arah penggambaran: selatan)	48
2.8	Kesan pengoksidaan Universiti Malaysia Sabah (arah penggambaran: tenggara)	49
2.9	Akar tumbuhan yang bertempat di dalam kekar, Universiti Malaysia Sabah (arah penggambaran: timur laut)	50
2.10	Hakisan lembar di 0.5 km sebelum simpang masuk ke Karambunai (arah penggambaran: barat)	51
2.11	Hakisan alur di Telipok (arah penggambaran: utara)	52
2.12	Hakisan galur di Kota Kinabalu Industrial Park (arah penggambaran: timur laut)	52
2.13	Aliran puing di Taman Indah Permai (arah penggambaran: timur)	54
2.14	Jatuhan batuan di simpang ke masuk Kampung Gayang (arah penggambaran: tenggara)	54

2.15	Gelangsar puing di simpang masuk ke Karambunai (arah penggambaran: Tenggara)	55
3.1	Unit batu pasir masif di simpang masuk ke Kampung Gayang	64
3.2	Unit selang-lapis batu pasir dan syal di 1 km dari simpang masuk ke Kg. Gayang	65
3.3	Unit syal merah di 1.5 km dari Universiti Malaysia Sabah	67
3.4	Unit syal kelabu di. 0.3 km dari simpang masuk ke Kampung Gayang	68
3.5	Perlapisan di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	71
3.6	Laminasi selari di 1 km dari simpang masuk ke Kampung Gayang	71
3.7	Laminasi silang di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	72
3.8	Struktur beban di Institut Latihan Perindustrian	72
3.9	Struktur flut di simpang masuk ke Kampung Gayang	73
3.10	Fosil Surih <i>Urohelminthoida?</i> yang dijumpai di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	73
3.11	Fosil Surih <i>Glockeria?</i> yang dijumpai di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	74
3.12	Lipatan di Telipok	74
3.13	Sesar sungkup Telipok	75
3.14	Garis gores sesar di Institut Latihan Perindustrian	75
3.15	Sistem kekar di 1 km sebelum Sungai Mengkabong	76
3.16	Telerang kuarza yang di Institut Latihan Perindustrian	76
3.17	Telerang kalsit di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	77
3.18	Permineralan pirit di dalam telerang kalsit di Seri Maju dan Seri Maju Jaya	77
3.19	Besi oksida di 1 km sebelum Sungai Mengkabong	78
3.20	Endapan aluvium paya Kampung Salut	69
4.1	Cerun R1, 1 km sebelum Sungai Mengkabong	98
4.2	Cerun R2, 1 km selepas simpang masuk ke Kg. Gayang	99
4.3	Cerun R3, Institut Latihan Perindustrian	100
4.4	Cerun R4, Seri Maju dan Seri Maju Jaya	101
4.5	Cerun R5, Telipok	102
4.6	Cerun S1, Telipok	103
4.7	Cerun S2, Taman Indah Permai	104

4.8	Cerun S3, Kuari Teluk Sepanggar	105
4.9	Cerun S4A, simpang masuk ke Karambunai	106
4.10	Cerun S4B, simpang masuk ke Karambunai	107
4.11	Cerun S4A pada Ogos 2007	108
4.12	Cerun S4A pada Januari 2007	108
4.13	Cerun S5, Kampung Lok Bunuq	109

SENARAI FOTOMIKRO

3.1	Kandungan mineral batu lodak yang dijumpai di Seri Maju dan Seri Maju Jaya (XPL, pembesaran: X10)	66
3.2	Kandungan mineral batu lodak yang dijumpai di Seri Maju dan Seri Maju Jaya (PPL, pembesaran: X10)	67
3.3	Kandungan mineral batu pasir di 1 km sebelum Sungai Mengkabong (XPL, pembesaran: X10)	78
3.4	Kandungan mineral batu pasir di 1 km sebelum Sungai Mengkabong (PPL, pembesaran: X10)	79
3.5	Kandungan mineral batu pasir di 1 km dari simpang masuk ke Kampung Gayang (XPL, pembesaran: X10)	79
3.6	Kandungan mineral batu pasir di 1 km dari simpang masuk ke Kampung Gayang (PPL, pembesaran: X10)	80
3.7	Kandungan mineral batu pasir di Institut Latihan Perindustrian (XPL, pembesaran: X4)	80
3.8	Kandungan mineral batu pasir di Institut Latihan Perindustrian (PPL, pembesaran: X4)	81
3.9	Kandungan mineral batu pasir di Seri Maju dan Seri Maju Jaya (XPL, pembesaran: X4)	81
3.10	Kandungan mineral batu pasir di Seri Maju dan Seri Maju Jaya (PPL, pembesaran: X4)	82
3.11	Kandungan mineral batu pasir di Telipok (XPL, pembesaran: X4)	82
3.12	Kandungan mineral batu pasir di Telipok	83
4.1	Mikrostruktur bagi sampel S4A	128
4.2	Mikrostruktur bagi sampel S5A	129

SENARAI RUMUS

1.1	Kekuatan ricih, $\tau_u = \frac{\tau}{\frac{\pi d^2 h}{2} + \frac{\pi d^3}{6}}$	20
1.2	Indeks beban titik, $I_{S(50)} = \frac{P}{De^2}$	23
1.3	kekuatan mampatan unipaksi, UCS = $24 \times I_{S(50)}$	23
1.4	kandungan kelembapan tanah, $\omega_o = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%$	24
1.5	Kandungan bahan organik, (BOT)% = $\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100\%$	25
1.6	Graviti Tentu, $G = \frac{G_L(m_2 - m_1)}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$	26
1.7	Indeks Keplastikan, $I_p = L_L - P_L$	28
1.8	Had Pengeutan Linear, $LS = 1 - \frac{L_D}{L_o} \times 100\%$	28
1.9	Ketumpatan pukal, $\rho = \frac{M_2 - M_1}{1000}$	29
1.10	Ketumpatan kering, $\rho D = \rho \times \frac{100}{100 + \omega} \text{ Mg/m}^3$	29
1.11	Kekuatan ricih, $\tau_f = C_u + \sigma \tan \phi$	30
1.12	Kekuatan ricih, $\tau_f = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} = C_u$	30
1.13	Pekali kebolehtelapan, $k = 2.3 \times \frac{aL}{At} \log_{10} \frac{h_1}{h_2}$	31

SENARAI SIMBOL

ω_0	kandungan kelembapan
G_s	spesifik gravity
BOT	kandungan organik
P_L	had plastik
L_L	had cecair
PI	indeks keplastikan
LS	pengecutan linear
ρ_D	ketumpatan kering
σ	ketegasan
τ_f	kekuatan ricih
k_T	pekali kebolehtelapan
C_r	ketekalan relatif
P	Arah canggaan

RUJUKAN

- Abdul Aziz Mahmood, 2002. *Kajian Fasies Formasi Crocker, Teluk Sepanggar*. Universiti Malaysia Sabah. (Tidak diterbitkan).
- Annual Book of ASTM Standards, *ASTM*, 1989. Philapelphia: t.p.
- Aris Iswady, 2002. *Kajian Geologi Kejuruteraan Dengan Penekanan Kepada Kestabilan Cerun Di Kawasan Chenderung-Marang, Terengganu Darul Iman*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. (Tidak diterbitkan).
- Baba Musta, Khairul, A. K., & Mohd. Razman, S., 2002. Effect on Permeability and Microstructure of Soil. *Geological Survey of Malaysia Annual Geological Conference*, Kelantan.
- Baba Musta, Khairul, A. K., Mohd. Razman, S., & Z'aba Ismail, 2003. Heavy Metals migration through the clayey soil from Telipok, Sabah. *Geological Society of Malaysia* **46**.
- Baba Musta, Khairul, A. K., Mohd. Razman, S., & Z'aba Ismail, 2004. An Investigation of Heavy Metals Retention in Lime Stabilised Soil. *Borneo Science* **15**: 1-13. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.
- Beavis, F. C., 1985. *Geologi Kejuruteraan*. Ibrahim Komoo & Tajul Anuar Jamaluddin (ptjr.), 1992. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Bowen, J. M. & Wright, J. A., 1957. Geology of Crocker Range and Adjoining Areas. Dlm: Lietchi (pnyt.), *Geology of Sarawak, Brunei and Northwest Sabah*. British Territory Borneo Geological Survey Department.
- British Standard BS 1377, 1975. *Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes*. London: British Standard Institution.

British Standard BS 1377, 1990. *Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes*. London: British Standard Institution.

British Standard BS 1881, 1986. *Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes*. London: British Standard Institution.

Collenette, P., 1958. *The Geology and Mineral Resources of Jesselton-Kinabalu Area, North Borneo*. British Borneo Geological Survey Department, Government Printing Office, Sarawak.

Goh, S. H., 1997. *General Geology of Paya Temburung-Relau-Balik Pulau Area, Penang Island*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. (Tidak diterbitkan).

Hatcher, R. A. J., 1995. *Structural Geology: principles, concepts and problems*. Prentice Hall.

Head, H. K., 1984. *Manual of Soil Laboratory Testing, Volume 1: Soil Classification and Compaction Tests*. ELE International Limited.

Hobbs, B. E., Means, W. D. & Williams, P. F., 1976. *An Outline of Structural Geology*. John Wiley adn Sons Inc., New York.

Hutchison, C. S., 1988. Stratigraphic-Tectonic model for eastern Borneo. *Geol. Society Malaysia Bulletin* 22.

Hutchinson, C. S., 1989. Geological Evolution of Southeast Asia. *Oxford Monographs on Geology and Geophysics* 13. Clarendon Press, Oxford.

Ibrahim Komoo, 1989. Masalah Kestabilan Cerun Malaysia. *Penyelidikan dan Perkembangan dalam Sains Fizik dan Gunaan*. Peberbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. 277-293.

Ibrahim Komoo, 1995. *Geologi Kejuruteraan-Perspektif Rantau Tropika Lembab (Syarahan Perdana)*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.

Ibrahim Komoo & Mazlan Othman, 1996. Uplands Development: A Management Approach for Prevention and Control of Erosion and Slope Failure. *CAP-SAM National Conference*, Penang.

International Society for Rock Mechanics, 1985. "Suggested Method for Determining Point Load Strength International Society for Rock Mechanics, Commission on Testing Methods, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geotechnical Abstracts* 22.

Jacobson, G., 1970. Gunung Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. *Geo. Survey Malaysia Rept. 8.*

Jacobson, G. & Kim, P., 1972. *Some Engineering Properties of Sabah Rocks*. Geol. Society Malaysia.

Lee, C. H., 2005. *Geology Am dan Sifat-sifat Kejuruteraan Tanah Di Sabah Tea, Ranau, Sabah*. Universiti Malaysia Sabah. (Tidak diterbitkan).

Liechti, P., Roe, F. W., & Haile, N. S., 1960. *The Geology of Sarawak, Brunei and the Western Part of North Borneo*. Brit. Borneo Geol. Survey Bull. 3.

Mohd. Asbi, Azman, A. S., Man Barhan, H., & Norman, H. Y., 1994. Some Thoughts on The Collapse of the Highland Towers, Ulu Kelang, Selangor. *Forum Geology and Hillside Development*. Universiti Malaya, Kuala Lumpur.

Mohd Yasir, Ibrahim Komoo, & Sarah Aziz, 2004. Pemetaan Guna Tanah untuk Menilai Impak Gelinciran Tanah Terhadap Komuniti Kundasang. *Warta Geologi* 30.

Pettijohn, F. J., 1975. *Sedimentary Rocks*. Harper and Row, New York.

- Rahman Yaccup, 1999. *Penggunaan Integrasi Kaedah Geofizik dan Geologi Kejuruteraan untuk Mengkaji Gelinciran Tanah*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. (Tidak diterbitkan).
- Raj, J. K., Failures at Slopes Cuts in Clastic Sedimentary Bedrock in Malaysia. *Warta Geologi* 30.
- Rodeano Roslee, Magid, M. F., Sanudin Tahir, & Shariff, A. K. 2004. Effect of Geology on Mass Movement in Bundu Tuhan Area, Sabah, Malaysia. *Borneo Science* 15.
- Rodeano Roslee, Sanudin Tahir, & Shariff, A. K., 2005. Shallow Slide in the Tenompok Area, Ranau, Sabah, Malaysia. *IEM-GSM Forum*, Selangor.
- Shariff, A. K., 1991. *Geologi Lebuhraya Tuaran-Papar. Laporan Akhir projek 2/84. Fakulti Sains dan Sumber Alam*. University Kebangsaan Malaysia
- Siti Hafidah, 2003. The Failures of the Cut Slopes in Malaysia. *Warta Geologi* 29.
- Stauffer, P. H., 1968. Studies in the Crocker Formation, Sabah. Dlm: William, A. G., Lambiase, J. J., Back, S., dan Jamiran, M. K., 2002. *Sedimentology of the Jalan Salaiman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. Geological Society Malaysia* 47.
- Tajul Annur Jamaluddin, 1990. *Geologi Kejuruteraan Lebuh Raya Timur-Barat Semenanjung Malaysia – Penekanan Terhadap Kegagalan Cerun Batuan*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. (Tidak diterbitkan)
- Tan, N. K. & Lamy, J. M., 1990. Tectonic Evolution of the NW Sabah Continental Margin Since Late Eocene. *Geol. Society of Malaysia Bulletin* 27.

- Taylor, B. & Hayes, D. E., 1983. Origin and History of the South Chine Sea Basin. Dlm: Hayes, D. E. (Editor), Tectonic and Geologic Evolution of the South East Asian Seas and Island. *American Geophysical Union Monograph 27* (2), 23-56.
- Tjia, H. D., 1980. Quaternary Tectonics of Sabah and Sarawak, East Malaysia. *Sains Malaysiana 12* (2), 191-215.
- Tjia, H. D., 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Tongkul, F., 1987. The Sedimentological and Structure of the West Crocker Formation in Kota Kinabalu Area, Sabah. Dlm: William, A. G., Lambiase, J. J., Back, S., dan Jamiran, M. K., 2002. *Sedimentology of the Jalan Salaiman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. Geological Society Malaysia 47*.
- Tongkul, F., 1990. Structural Style and Tectonics of Western and Northern Sabah, Malaysia. *Geol. Soc. Malaysia Bull 27*. 227-240.
- Tongkul, F., 1991. Tectonics Evolution of Sabah, Malaysia. *Journal of Southeast Asian Earth Science 6* (3/4), 395-405.
- Tongkul, F., 1993. Tectonic Control on the Development of the Neogene's Basins in Sabah, East Malaysia. *Geol. Soc. Malaysia Bull. 33*, 95-103.
- Tongkul, F., 1994. The Geology of Northern Sabah, Malaysia: its relation to the opening of the South China Sea Basin. *Tectonophysics 235*, 131-147.
- Tongkul, F., 2000. *Sedimentologi*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- TRRL, 1952. *Soil Mechanics for Road Engineers*, Department of the Environment, London, HMSO.

- Vun B. O., 1999. *Geologi dan Struktur dengan Penekanan kepada Kestabilan Cerun Kawasan Cyberjaya, Selangor Darul Ehsan*. Universiti Malaya, Kuala Lumpur. (Tidak diterbitkan).
- Wan Fuad Wan Hassan., 1995. *Mineralogi-Konsep pemerihalan dan penentuan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Yin, E. H., 1985. *Geological Map of Sabah*. 3rd Edn. Geol. Surv. Malaysia.