

1478103004
GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESTABILAN CERUN DI KAWASAN PAPAR

SABAH

SYAIRUL AZRI BIN HASBAH

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

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 Kertabilan Ceren Kawasan
Papar

Ijazah: Sarjana Muda Sains dengan Kejuruteraan (kursus Geologi)

SESI PENGAJIAN: 2004 / 2005

Saya Syairul Azri B. Hasbani
(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

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: S.K. Ekan Kuala Penyu
Peti Surat 24

En. Rodeano Hj. Kasli
Nama Penyelia

89747 Kuala Penyu

Tarikh: 24.04.2007.

Tarikh: 24.04.2007.

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).

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

26 Mac 2006

(SYAIRUL AZRI BIN HASBAH)

HS 2004-4054



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan**

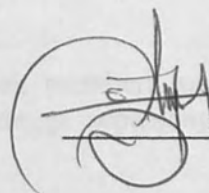
1. PENYELIA

(EN. RODEANO HJ. ROSLEE)



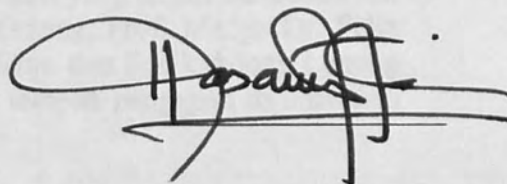
2. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)



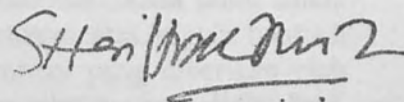
3. PEMERIKSA 2

(PROF. DR. HJ. SANUDIN HJ. TAHIR)



4. DEKAN

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG)



PENGHARGAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“DENGAN NAMA ALLAH YANG MAHA PEMURAH LAGI MAHA PENGASIH”

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih dikalungkan buat semua mereka yang terlibat :

En. Rodeano Haji. Roslee, selaku penyelia yang telah banyak memberi tunjuk ajar, dorongan, bimbingan, nasihat dan kerjasama yang tidak terhingga sepanjang tempoh kajian dijalankan.

Semua pensyarah program Geologi Universiti Malaysia Sabah yang terdiri daripada Prof. Dr. Sanudin Haji Tahir, Prof. Madya Dr. Shariff A.K Omang, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, Prof. Madya Dr. Baba Musta, Encik Sahat Sadikun dan Encik Adong Laming atas bantuan, teguran dan tunjuk ajar mereka sepanjang tempoh pengajian di universiti ini.

Semua kakitangan pembantu program Geologi Universiti Malaysia Sabah iaitu, Encik Mohammad, Encik Jalalaludin Matjalip dan Encik Abdurrahman atas segala bantuan yang diberikan semasa dimakmal. Tidak dilupakan juga bantuan yang diberikan oleh kakak Henny Fitria Wulandary semasa berkerja sebagai pembantu penyelidik Prof. Madya Dr. Baba Musta.

Semua kakitangan Jabatan Kaji Cuaca, Jabatan Tanah dan Ukur serta Jabatan Mineral dan Geosains atas kemudahan yang telah digunakan.

Rakan-rakan seperjuangan Hardizah, Jeolene, Zulfadzlizawati, Abdullah, Mohd. Sharil, Eldero, Saiful Hafez, Adli, Arul, Bomb dan semua rakan-rakan lain yang turut membantu saya dalam menyiapkan disertasi ini.

Dan yang terutama sekali ayahanda dan bonda yang tercinta Hj. Hasbah Mohd. Daud dan Hjh. Sabariah Hj. Tamin, Syaifful Bahri Bin Hj. Hasbah dan kak Anie, Norbayah Bte Hj. Hasbah dan abang Ariffin, Jilana Hanishela Paulin yang dikasihi serta ahli-ahli keluarga yang sentiasa memberi sokongan dari segi moral dan material yang tidak terhingga. Terima Kasih.



ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di daerah Papar, iaitu kira-kira 48 km daripada bandaraya Kota Kinabalu. Kawasan ini dibatasi oleh garis bujur $115^{\circ} 38.5' T$ hingga $115^{\circ} 59' T$ dan garis lintang $5^{\circ} 38.5' U$ hingga $5^{\circ} 44' U$ yang meliputi kawasan seluas 100 km^2 . Kawasan kajian terdiri daripada Formasi Crocker yang berusia Eosen hingga awal Miosen dan endapan Aluvium Kuaternar. Tujuan utama kajian ini dilakukan adalah untuk mengkaji keadaan geologi am dan menganalisis kestabilan cerun yang terdapat di kawasan kajian. Sebanyak 5 sampel batuan dan 5 sampel tanah dikumpul untuk membuat analisis makmal bagi keperluan kajian geologi am dan kajian kestabilan cerun. Analisis makmal bagi sampel tanah adalah untuk menentukan sifat fiziko kimia dan sifat-sifat kejuruteraan tanah. Keputusan bagi sifat fiziko kimia tanah menunjukkan nilai kandungan kelembapan berjulat antara 25.290 % hingga 33.609%, kandungan organik berjulat antara 2.225% hingga 4.237% dan graviti tentu berjulat antara 2.573 hingga 2.682. Analisis saiz butiran mengklasifikasikan sampel kepada jenis lempung, lempung berlodak, dan lempung berlodak dan berpasir. Manakala hasil ujian had-had Atterberg yang melibatkan had cecair yang berjulat antara 39.490% hingga 62.857%, Had plastik berjulat antara 22.561% hingga 34.758% dan pengecutan linear berjulat antara 15% hingga 16.429%. Bagi penentuan sifat-sifat kejuruteraan, analisis yang dilakukan adalah pemadatan proctor, ketelapan dan kekuatan ricih tanah. Bagi analisis sampel batuan, analisis petrografi dan kekuatan beban titik batuan dilakukan. Hasil petrografi menunjukkan batuan terdiri daripada jenis arkos wak dan mineral dominan yang wujud adalah kuarza. Analisis kestabilan cerun yang dilakukan melibatkan kaedah Markland bagi cerun batuan dan kaedah hirisan bagi cerun tanah. Melalui kaedah Markland, didapati cerun batuan yang dikaji adalah berpotensi mengalami kegagalan jenis baji dan jenis planar. Melalui kaedah hirisan, didapati cerun tanah di kawasan kajian tidak selamat kerana mempunyai nilai FK yang kurang daripada 1 iaitu berjulat antara -3.08 hingga 0.95. Antara faktor yang menyebabkan berlakunya kegagalan cerun adalah disebabkan oleh kadar luluhawa yang tinggi berpunca daripada iklim tropika. Cerun batuan adalah berpotensi mengalami kegagalan kerana wujudnya ketakselajaran-ketakselajaran seperti kekar.



ABSTRACT

The study area is situated in Papar district, approximately 48 km from Kota Kinabalu city and 48 km from Papar. This area is bounded by the longitude $115^{\circ} 38.5'$ E to $115^{\circ} 59'$ E and the latitude $5^{\circ} 38.5'$ N to $5^{\circ} 44'$ N which covers 100 km^2 . The rock unit of the area is the Crocker Formation aged from Eocene to Lower Miocene and the Kuaternary Alluvium. The main purpose of this study is to study the general geology and to analyse the slope stability in the area. 5 rock samples and 5 soil samples were used in order to analyse the general geology and analyse the slope stability analysis requirement. The laboratory tests conducted to determine the soil general physico and chemical properties. The result of moisture content which range from 25.290% to 33.609%, organic content which range from 2.25% to 4.237%, specific gravity which range from 2.573 to 2.682, particle size analysis, atterberg limits which consists of liquid limit which range from 39.490% to 62.857%, Plastic Limit which range from 22.561% to 34.758% and linear shrinkage which range from 15% to 16.429%. The laboratory tests were conducted to determine the engineering properties are proctor compaction, permeability and shear strength of soils. For the rock samples, the petrographic analysis and the point load test were conducted. Results from the petrographic analysis shown that the type of rock used is arkose wacke and the mineral dominant in the area is quartz. Slope stability anlysis conducted by the Markland test and the slice method. The Markland test the rock slope indicate that the potential failure is the wedge failure and the planar failure. Analysis using the slice method shows that the soil slope in the area is unsafe with the factor of safety below 1 range from -3.08 to 0.95. Among for slope factors of slope failure is controlled by the weathering process because of tropical climate. The possible of rock slope failure is due to the existence of discontinuities such as joints.



KANDUNGAN

	Muka surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xvi
SENARAI FOTO	xx
SENARAI FOTOMIKROGRAF	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Lokasi Kawasan Kajian	1
1.3 Objektif Kajian	4
1.4 Kepentingan Kajian	4
1.5 Kajian Perpustakaan	5
1.5.1 Kajian Geologi Am	5
1.5.2 Kajian Geologi Kejuruteraan	7
1.6 Metodologi Kajian	8
1.6.1 Kajian Awal	9
1.6.1.1 Rujukan Perpustakaan	9
1.6.1.2 Tafsiran Fotoudara	9
1.6.1.3 Penyediaan Peta Dasar	11
1.6.2 Kajian Lapangan	11
1.6.2.1 Persediaan Awal	11
1.6.2.2 Pemetaan	12
1.6.2.3 Survei Ketakselajaran	13



1.6.2.4 Inventori Cerun Tanah	13
1.6.2.5 Persampelan Tanah dan Batuan	14
1.6.3 Kajian Makmal	15
1.6.3.1 Petrografi	15
1.6.3.2 Analisis Geologi Struktur	16
1.6.3.3 Kandungan Kelembapan	16
1.6.3.4 Ujian pH	17
1.6.3.5 Kandungan Bahan Organik	17
1.6.3.6 Analisis Saiz Butiran	18
1.6.3.7 Had Atterberg	19
1.6.3.8 Ujian Graviti Tentu	20
1.6.3.9 Ujian Pemadatan Proctor	21
1.6.3.10 Kekuatan Ricih Tanah (Mampatan tak Terkurug)	22
1.6.3.11 Kebolehtelapan	23
1.6.3.12 Ujian Beban Titik Batuan (Point Load Test)	24
1.6.4 Analisis Kestabilan Cerun	26
1.6.4.1 Analisis Kestabilan Cerun Batuan	26
1.6.4.2 Analisis Kestabilan Cerun Tanah	26
1.6.5 Analisis dan Tafsiran Data	27
1.6.6 Penulisan Disertasi	27
BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI	28
2.1 Geografi	28
2.1.1 Suhu	28
2.1.2 Taburan Hujan	29
2.2 Jenis Guna Tanah dan Sosial Ekonomi	30
2.2.1 Jenis Guna Tanah	30
2.2.2 Sosial Ekonomi	32
2.2.2.1 Sistem Perhubungan	32



2.2.2.2	Penduduk dan Kegiatan Ekonomi	33
2.3	Tpopgrafi dan Sistem Saliran	35
2.3.1	Topografi	35
2.3.1.1	Kawasan Dataran Aluvium	35
2.3.1.2	Kawasan Perbukitan	37
2.3.2	Sistem Saliran	39
2.4	Morfologi Sungai	41
2.5	Geomorfologi dan Proses-prosesnya	43
2.5.1	Susutan Daratan	43
2.5.2	Luluhawa	46
2.5.2.1	Luluhawa Fizikal	46
2.5.2.2	Luluhawa Kimia	49
2.5.2.3	Luluhawa Biologi	51
2.5.3	Geomorfologi Pantai	52
2.5.4	Struktur Beban	54

BAB 3	GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	55
3.1	Pengenalan	55
3.2	Latar Belakang Tektonik	55
3.3	Stratigrafi	59
3.3.1	Stratigrafi Tempatan	59
3.4	Latar Belakang Geologi	61
3.4.1	Unit Batuan	61
3.4.1.1	Formasi Crocker	61
a.	Unit Batu Pasir Tebal	62
b.	Unit Selang Lapis Batu Pasir dan Syal	64
c.	Unit Syal Kelabu	66
d.	Unit Syal Merah	68
3.4.1.2	Endapan Aluvium Kuantener	69



3.4.2	Struktur Sedimen	70
3.4.2.1	Pembentukan Konkresi	70
3.4.2.2	Laminasi	71
3.4.2.3	Telerang	72
3.5	Geologi Struktur	74
3.5.1	Lineamen	75
3.5.1.1	Lineamen Rantau	75
3.5.1.2	Lineamen Tempatan	75
3.5.2	Perlappingan	80
3.5.3	Lipatan	82
3.5.4	Sesar	84
3.5.4.1	Sesar Sungkup	84
3.5.4.2	Sesar Normal	85
3.5.4.3	Sesar Mendatar	89
3.5.5	Kekar	89
3.5.6	Petrografi	92
BAB 4	ANALISIS KESTABILAN CERUN	96
4.1	Pengenalan	96
4.2	Kajian Makmal	96
4.2.1	Mekanik Tanah	97
4.2.1.1	Ujian Kandungan Kelembapan	97
4.2.1.2	Ujian pH	98
4.2.1.3	Ujian Kandungan Organik	99



4.2.1.4 Analisis Taburan Saiz Butiran	100
4.2.1.5 Ujian Had Atterberg	106
4.2.1.6 Ujian Graviti Tentu	109
4.2.1.7 Ujian Pemadatan Proctor	110
4.2.1.8 Ujian Kekuatan Ricih (Mampatan Tak Terkurung)	114
4.2.1.9 Ujian Kebolehtelapan	115
4.2.2 Mekanik Batuan	116
4.2.2.1 Petrografi	116
4.2.2.2 Ujian Beban Titik	117
4.3 Kajian Lapangan	118
4.3.1 Ujian Tukul Pantulan Schmidt	118
4.3.2 Ujian Ram Ricih Bilah	120
4.4 Survei Kegagalan Cerun	121
4.4.1 Pemetaan Kegagalan Cerun	121
4.4.2 Cerun Batuan	123
4.4.2.1 Kaedah Pengelasan	125
1. Kegagalan Berbentuk Lingkaran	127
2. Kegagalan Satah	127
3. Kegagalan Baji	127
4. Kegagalan Keterbalikan	128
4.4.2.2 Inventori Cerun	128
4.4.2.3 Analisis Kestabilan	131
a. Cerun R ₁ , Belakang Sekolah Cina, Papar	131



b. Cerun R ₂ , Belakang Sekolah Cina, Papar	134
c. Cerun R ₃ , Kuari Brinei Sdn. Bhd.	136
d. Cerun R ₄ , Kuari Brinie Sdn. Bhd	138
e. Cerun R ₅ , Kuari Kota Sdn. Bhd.	140
4.4.3 Cerun Tanah	142
4.4.3.1 Kaedah Pengelasan	142
4.4.3.2 Inventori Cerun	143
4.4.3.3 Analisis Kestabilan	145
a. Cerun S ₁ , Belakang Sekolah Cina, Papar	146
b. Cerun S ₂ , Kg. Kinuta	147
c. Cerun S ₃ , Kg. Nagapas	149
d. Cerun S ₄ , Kg. Butuan	150
e. Cerun S ₅ , Kg. Butuan	152
4.5 Profail Luluhawa	154
BAB 5 HASIL DAN PERBINCANGAN	155
5.1 Pengenalan	155
5.2 Geologi Am	155
5.3 Geologi Kejuruteraan	156
5.3.1 Pemetaan Geologi Kejuruteraan	156
5.3.2 Cerun Batuan	158
5.3.2.1 Cerun R ₁ , Belakang Sekolah Cina, Papar	158
5.3.2.2 Cerun R ₂ , Belakang Sekolah Cina, Papar	159



5.3.2.3 Cerun R ₃ , Kuari Brunei Sdn. Bhd.	160
5.3.2.4 Cerun R ₄ , Kuari Brunei Sdn. Bhd.	161
5.3.2.5 Cerun R ₅ , Kuari Kota Sdn. Bhd.	163
 5.3.3 Cerun Tanah	 164
5.3.3.1 Cerun S ₁ , Belakang Sekolah Cina, Papar	164
5.3.3.2 Cerun S ₂ , Kg. Kinuta	166
5.3.3.3 Cerun S ₃ , Kg. Nagapas	167
5.3.3.4 Cerun S ₄ , Kg. Butuan	169
5.3.3.5 Cerun S ₅ , Kg. Butuan	170
 5.4 Profail Luluhawa	 172
 BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	 173
6.1 Kesimpulan	173
6.2 Geologi Am	173
6.3 Geologi Kejuruteraan	174
6.3.1 Cerun Batuan	174
6.3.2 Cerun Tanah	175
6.4 Cadangan	179

RUJUKAN

LAMPIRAN

SENARAI JADUAL

No Jadual	Muka surat
1.1 Senarai peta topografi yang digunakan	10
1.2 Senarai gambar udara yang digunakan	10
1.3 Sifat-sifat kekuatan batuan (ISRM, 1985)	25
4.1 Peratus kandungan kelembapan bagi setiap sampel tanah	98
4.2 Nilai pH bagi setiap cerun tanah	99
4.3 Peratus kandungan organik (BOT) bagi setiap sampel cerun tanah	99
4.4 Pengelasan Ujian Saiz Butiran Tanah	101
4.5 Analisis Saiz Butiran untuk 5 sampel tanah	102
4.6 Keputusan had cecair bagi 5 sampel tanah	106
4.7 Keputusan bagi had plastik, Indeks keplastikan dan Aktiviti lempung bagi 5 sampel tanah	107
4.8 Peratusan Pengecutan Linear bagi 5 sampel tanah	109
4.9 Nilai graviti tentu bagi setiap sampel tanah	110
4.10 Nilai Kandungan Kelembapan Maksima dan Ketumpatan Kering Optima	111
4.11 Nilai kekuatan ricih dan kejelekitan bagi 5 sampel tanah	114
4.12 Nilai Kebolehtelapan bagi 5 sampel tanah	116
4.13 Nilai indeks kekuatan Beban Titik $I_{s(50)}$ dan USC kelima-lima sampel batuan	118
4.14 Bacaan ujian tukul pantulan schmidt di 5 lokasi cerun batuan	120
4.15 Bacaan Ujian Ram Ricih Bilah di 5 lokasi cerun tanah	121



4.16	Rumusan maklumat ketakselajaran daripada kelima-lima cerun	129
4.17	Lima lokasi cerun tanah di kawasan kajian	143
4.18	Rumusan geometri cerun bagi S_1 , S_2 , S_3 , S_4 dan S_5	144
5.1	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun batuan bagi cerun R_1	158
5.2	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun batuan bagi cerun R_2	160
5.3	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun batuan bagi cerun R_3	161
5.4	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun batuan bagi cerun R_4	162
5.5	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun batuan bagi cerun R_5	164
5.6	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun tanah S_1	166
5.7	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun tanah S_2	167
5.8	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun tanah S_3	168
5.9	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun tanah S_4	170
5.10	Ringkasan hasil analisis kestabilan cerun tanah S_5	171
6.1	Ringkasan hasil analisis fiziko-kimia, kejuruteraan dan analisis kestabilan cerun bagi kelima-lima cerun tanah	177



SENARAI RAJAH

No Rajah	Muka surat
1.1 Lokasi Kawasan Kajian	2
1.2 Peta Dasar	3
2.1 Suhu sepanjang tahun 1995 sehingga tahun 2005 di kawasan Papar	29
2.2 Taburan hujan dari tahun 1995 sehingga tahun 2005 di kawasan Hospital Papar	30
2.3 Jumlah penduduk mengikut etnik bagi kawasan Papar	34
2.4 Peta topografi kawasan kajian menunjukkan ketinggian berbeza	38
2.5 Sistem saliran yang terdapat di kawasan kajian	40
3.1 Kedudukan plet-plet yang menyempadani Sabah (ubahsuai dari Tan & Lamy, 1990)	57
3.2 Peta menunjukkan kedudukan tektonik Sabah	58
3.3 Turutan Stratigrafi Kawasan Kajian (Ubahsuai daripada Yin, 1998)	60
3.4 Lineamen positif di kawasan kajian	76
3.5 Lineamen negatif di kawasan kajian	77
3.6 Analisis lineamen positif yang menunjukkan daya yang bertindak adalah berarah barat laut- tenggara (anak panah merah)	78
3.7 Analisis lineamen negatif yang menunjukkan daya yang bertindak iaitu timur laut-barat daya (anak panah merah)	79
3.8 Analisis peralapisan menggunakan kaedah ' <i>phi-gridle</i> '	80



3.9	Hasil analisis roset menunjukkan bahawa kekar pada kawasan kajian adalah sepanjang barat laut tenggara	90
3.10	Hasil analisis roset menunjukkan bahawa kekar utama di kawasan kajian adalah sepanjang barat laut tenggara	91
4.1	Graf peratusan perlepasan saiz butiran melawan saiz butiran dan pengelasan sampel tanah S_1 mengikut USCS	103
4.2	Graf peratusan perlepasan saiz butiran melawan saiz butiran dan pengelasan sampel tanah S_1 mengikut USCS	103
4.3	Graf peratusan perlepasan saiz butiran melawan saiz butiran dan pengelasan sampel tanah S_2 mengikut USCS	104
4.4	Graf peratusan perlepasan saiz butiran melawan saiz butiran dan pengelasan sampel tanah S_3 mengikut USCS	104
4.5	Graf peratusan perlepasan saiz butiran melawan saiz butiran dan pengelasan sampel tanah S_4 mengikut USCS	105
4.6	Graf peratusan perlepasan saiz butiran melawan saiz butiran dan pengelasan sampel tanah S_5 mengikut USCS	105
4.7	Carta keplastikan menunjukkan had keplastikan bagi kelima-lima sampel cerun tanah	108
4.8	Graf ketumpatan kering maksima melawan kandungan kelembapan bagi sampel S_1	111
4.9	Graf ketumpatan kering maksima melawan kandungan kelembapan bagi sampel S_2	112



4.9	Graf ketumpatan kering maksima melawan kandungan kelembapan bagi sampel S_3	112
4.11	Graf ketumpatan kering maksima melawan kandungan kelembapan bagi sampel S_4	113
4.12	Graf ketumpatan kering maksima melawan kandungan kelembapan bagi sampel S_5	113
4.13	Graf tegasan melawan terikan bagi kelima-lima sampel tanah	115
4.14	Menunjukkan nilai tukul pantulan Schmidt dan pembetulan nilai bacaan	120
4.15	Keadaan cerun yang aktif	122
4.16	Keadaan cerun yang tak aktif	123
4.17	Keadaan cerun yang berpotensi untuk kegagalan	124
4.18	Kaedah pengelasan dan jenis kegagalan cerun batuan oleh Hoek dan Bray (1981)	126
4.19	Analisis stereonet bagi cerun batuan di cerun batuan 1	133
4.20	Analisis Markland menunjukkan kegagalan jenis planar dan baji bagi cerun batuan di cerun batuan 1	133
4.21	Analisis stereonet bagi cerun batuan 2	135
4.22	Analisis Markland menunjukkan kegagalan jenis baji berlaku bagi cerun batuan 2	135
4.23	Analisis stereonet bagi cerun batuan 3	137
4.24	Analisis Markland bagi cerun batuan di cerun batuan 3 menunjukkan kegagalan baji berlaku	138
4.25	Analisis stereonet bagi cerun batuan 4	139



4.26	Analisis Markland menunjukkan kegagalan baji berlaku bagi cerun batuan 4	140
4.27	Analisis stereonet bagi cerun batuan di cerun batuan 5	141
4.28	Analisis Markland menunjukkan kegagalan jenis baji bagi cerun batuan di cerun batuan 5	142
4.29	Gambaran grafik cerun S_1	147
4.30	Gambaran grafik cerun S_2	148
4.31	Gambaran grafik cerun S_3	150
4.32	Gambaran grafik cerun S_4	151
4.33	Gambaran grafik cerun S_5	153
5.1	Peta geologi kejuruteraan di kawasan Papar	157



SENARAI FOTO

No Foto	Muka surat
2.1 Aktiviti pengkuarian di kuari Kota Sdn.Bhd.	31
2.2 Aktiviti penanaman padi di Kg. Kopimpinan	34
2.3 Kawasan penempatan penduduk dan kawasan penanaman padi di kawasan dataran aluvium, Kg. Kopimpinan	36
2.4 Aluvium sungai membentuk endapan di sepanjang tebing Sungai Benoni	36
2.5 Tali air di kawasan Kg. Benoni	41
2.6 Morfologi Sg. Papar, (Lokasi Kg. Surati)	42
2.7 Rayapan tanah pada cerun landai,Kg. Sogovon)	44
2.8 Hakisan galur yang terdapat di Kg, Sarapi	45
2.9 Longgokan talus pada Kuari Brunei Sdn. Bhd.	45
2.10 Pengelupasan batuan akibat luluhawa fizikal	47
2.11 Luluhawa fizikal pada unit selang lapis batu pasir dan syal	47
2.12 Luluhawa fizikal membentuk lurah pada syal	48
2.13 Luluhawa fizikal yang terdapat di Kg. Langkawit	48
2.14 Luluhawa kimia pada batuan membentuk kerak besi dan mengubah warna asal batuan	49
2.15 Luluhawa kimia membentuk kerak besi pada permukaan batuan	50
2.16 Luluhawa pada batu pasir yang bercorak gelombang	50
2.17 Menunjukkan luluhawa biologi di kawasan kajian	51
2.18 Tumbuhan liar yang tumbuh pada singkapan terluluhawa biologi	52
2.19 Arus pasang surut Pantai Manis	53
2.20 Struktur beban yang ditemui di kawasan kajian	54
3.1 Unit Batu Pasir tebal terluluhawa berwarna kecoklatan	62
3.2 Unit Batu Pasir tebal tang belum terluluhawa berwarna Kelabu keunguan	62
3.3 Unit selang-lapis batu pasir dan syal yang tidak sekata	63



3.4	Unit selang lapis batu pasir dan syal tidak sekata dan ditutupi jatuhnya batuan	64
3.5	Unit selang-lapis batu pasir tebal dan syal yang nipis, dan diikuti selang- lapis yang sekata	64
3.6	Unit selang lapis batu pasir dan syal yang sekata terenal di atas batu pasir yang sangat tebal	65
3.7	Unit syal kelabu dan batu pasir dengan nisbah 2:1	66
3.8	Unit syal kelabu dengan ketebalan lebih kurang 2 meter	66
3.9	Jujukan unit syal merah dan syal kelabu yang dibatasi jujukan lapisan batu pasir	67
3.10	Kawasan paya yang mewakili endapan aluvium kuarteren di Kg. Langkawit	68
3.11	Hasil konkresi berbentuk sfera, arah penggambaran Barat (Lokasi: Kg. Butuan)	70
3.12	Laminasi konvolut, arah penggambaran Barat Daya, Kg. Langkawit	71
3.12	Laminasi konvolut, arah penggambaran Barat Daya, Kg. Langkawit	72
3.13	Oksida besi sebagai isian kekar	73
3.14	Kalsit sebagai isian kekar	74
3.15	Perlapisan batu pasir dan syal yang jelas	79
3.16	Perlapisan batu pasir dan syal berstruktur lantai	79
3.17	Lipatan pada singkapan lantai	82
3.18	Lipatan yang ditemui pada unit selang-lapis batu pasir sederhana tebal dan syal nipis	82
3.19	Sesar sungkup pada unit selang-lapis batu pasir tebal dan syal nipis	83
3.20	Sesar normal di kawasan Kuari Brunei Sdn. Bhd.	84
3.21	Sesar normal di kawasan Kg. Langkawit	85
3.22	Sesar normal di kawasan Kuari Kota Sdn. Bhd.	87
3.23	Sesar normal di kawasan Kuari Brunei Sdn. Bhd.	87
3.24	Sesar normal di kawasan Kuari Brunei Sdn. Bhd.	88
3.25	Sesar normal di kawasan Kuari Kota Sdn. Bhd.	88
4.1	Cerun batuan R ₁ di belakang Sekolah Cina, Papar	132



4.2	Cerun batuan R_2 di belakang Sekolah Cina, Papar	134
4.3	Cerun batuan R_3 di Kuari Brunei Sdn. Bhd	136
4.4	Cerun batuan R_4 di Kuari Brunei Sdn. Bhd	139
4.5	Cerun batuan R_5 di Kuari Kota Sdn. Bhd	141
4.6	Cerun tanah S_1 di Belakang Sekolah Cina, Papar	146
4.7	Cerun tanah S_2 di Kg. Kinuta	148
4.8	Cerun tanah S_3 di Kg. Nagapas	149
4.9	Cerun tanah S_4 di Kg. Butuan	151
4.10	Cerun tanah S_5 di Kg. Butuan	152
4.11	Kegagalan cerun yang berlaku di cerun tanah 5 (S_5)	153



SENARAI FOTOMIKROGRAF

No Fotomikrograf	Muka surat
3.1 (a: Gambar Polarized dan b: Warna Sebenar) menunjukkan mineralogi batu pasir dengan kehadiran kuarza (K= Kuarza)	94
3.2 (a: Gambar Polarized dan b: Warna Sebenar) menunjukkan hadiran mineral feldspar plagioklas (Pembesaran 40x) (F= Feldspar, K= Kuarza)	95
4.1 (a: Gambar Polarized dan b: Warna Sebenar) menunjukkan mineralogi batu pasir bagi cerun batuan R ₅ dengan kehadiran kuarza (K= Kuarza)	117



RUJUKAN

- Balaguru, A., Nichols, G & Hall, R., 2003. *Tertiary Stratigraphy and Basin Evolution of Southern Sabah: Implications for the Tectono-Stratigraphic Evolution of Sabah, Malaysia*. Geological Society Malaysia 47: 27-49
- Basir Jasin & Sanudin Tahir, 1988. Barremian Radiolaria from Chert-spillite Formation, Kudat, Sabah. *Sains Malaysiana* 18:57-75
- Basir Jasin & Sanudin Tahir., 1991. *Late Eocene Planktonic Foraminifera from the Crocker Formation, Pun Batu, Sabah*. Geological Society of Malaysia.
- Beavis, F.C., 1985. *Geologi Kejuruteraan*. Ibrahim Komoo dan Tajul Anuar Jamaluddin (ptjr.), 1992. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Bowen, J. M. & Wright, J.A., 1957. *Geology of Croker Range And Adjoining areas*. In Leichiti(phyt.), Geological Sarawak, Brunei and NW Sabah. Brt. Terr. Borneo. *Geol Survey Dept*
- Bowen, J.M. & Wright J.A, 1957. *Geology of Crocker Range and Adjoining areas., Geology of Sarawak, Brunei and Northwest*. Brit. Borneo Geology Survey Dept., 3.
- BS 1590 British Standard Institution 1990, *British Standard Method of Test for Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution
- BS 1377. 1990. *Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes*. London : British Standard Institution
- Cliff Ollier & Colin Pain, 1996, *Regolith, soil and landform*, John Wiley and sons



- Coduto, D. P., 1999. *Geotechnical Engineering Principles and Practices*. Prentice Hall, New Jersey.
- Collenette, P., 1958. *The Geology and Mineral Resources of Jesselton-Kinabalu Area, North Borneo*. British Borneo Geological Survey Department, Government Printing Office, Sarawak.
- Fernando, S., Pedro, D.M & Nilo, C.C., 2001. *Characterization of cemented sand in Triaxial Compression*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. Pp 857-868.
- Fitch, F. H. , 1955. *The Geology and Minerals Resources of Part of the Segama Valley and Darvel Bay area, Colony of North Borneo*. Geological Survey Department of British Territories in Borneo, memoir 4, 142p.
- Fitzpatrick E.A, 1986, *An introduction to soil science 2nd edition*, Longman scientific and technical
- Faisal, M.M. 1997, *Crocker Formation: It's Implication to Ground Water Resource and Foundation Stability of Kota Kinabalu, Sabah Malaysia*, School of Science and Technology. Universiti Malaysia Sabah
- Faisal, M.M. 1997, *Mass Movement and Related Processes During Tropical Storm "Greg" in Keningau, Sabah, Malaysia*. School of Science and Technology. Universiti Malaysia Sabah.
- Faisal, M.M. 1997, *Preliminary Report on Slope Stability of the Kota Kinabalu-Tambunan Road, Sabah*. A journal of Science and Technology Science Borneo (Volume 4). Universiti Malaysia Sabah

- Haile, N.S., 1961. The Cretaceous-Cenozoic Northwest Borneo Geosyncline. *Proceedings of the British Borneo Geological Conference 1961*. Geol. Survey Dept. Brit. Terr. in Borneo: 1-12
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian Region*. US. Geol. Survey Professional Paper. 1078, 345
- Head, K.H., 1984. *Manual of Soil Laboratory Testing*. Pentech Press, London.
- Hobbs, B.E., 1976. *an Outline of Structure Geology*. John Wiley and Sons. New York
- Isabelle Cojan, Mourice Renard., 1999. *Sedimentologi*. AA Balkena Publisher, Tokyo
- Hoek, E. & Bray J. 1996. *Rock Slope Engineering (3rd edition)*, E & FN Spon. London
- Hutchison. C.S., 1988. *Stratigraphic-tectonic Model for Eastern Borneo*. Geol. Society Malaysia.
- Hutchison, C.S., 1989. *Geological Evolution of South-east Asia*. Clarendon Press, Oxford.
- Ibrahim Komoo., 1989. Engineering Geology Of Kuala Lumpur. *International Conference on Engineering Geology in Tropical Terrains*. Bangi. Malaysia.
- Ibrahim Komoo, 1995. *Geologi Kejuruteraan Perspektif Rantau Tropika Lembap*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Ismail B. Ahmad, 1991. *Kajian Mengenai Luluhawa dan Perkembangan Bentuk Muka Bumi di Kawasan Iklim Panas*. Geomorfologi Tropika. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

- ISRM. 1979. *Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials*. ISRM Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 16, 135-140
- ISRM 1985. Suggested methods for determining point load strength. ISRM Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 22(2), 51-60
- Jacobson, G., 1970. *Gunung Kinabalu Area, Sabah, Malaysia*. Geo. Survey Malaysia Rept. 8
- Attkinson J. H. & Bransby P.L., 1991, *Mekanik Tanah-Pengenalan Mekanik Tanah Peringkat Genting*, Dewan Bahasa dan Pustaka
- Liechti, P., Reo, F.W. & Haile, N.S., 1960. *The geology of Sarawak, Brunei and the western part of Borneo*. Bull. Brit. Borneo. Geol. Survey, No. 3.
- Trevor L.L. & Eric R., 1999, *Geotechnical design to eurocode 7*, Springer-Verlag London Limited
- Loo Chang Hooi, 2000. *Stratigrafi dan Sedimentologi bagi Formasi Crocker, Kawasan Telipok, Sabah*. Universiti Malaysia Sabah. Tesis B.Sc (tidak diterbitkan).
- Majeed M. Faisal, Sanudin Hj. Tahir, Baba Musta & Shariff A. K. Omang, 1999. *Study Mass movement along Kundasang Road, Sabah*. GEOSEA 98 Proceedings, Geol. Soc. Malaysia Bull. 43, 1999, pp 187-190
- Mohd Asni Saikon, 2001. *Geologi Am Kawasan Kawang-Kinarut, Papar Sabah*, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).

- Mohd. Asri Ann, 1998. *Geologi Am dan Sedimentologi Kawasan Taman Perindustrian Kota Kinabalu (KKIP)*, Sabah. Universiti Malaysia Sabah. Tesis Sm.Sn. (tidak diterbitkan).
- Mohamad Barzani Gasim, 1994. *Canggaan Bertindan dalam Formasi Crocker di kawasan Tamparuli, Sabah*. Warta Geologi, Vol. 20, No. 3.
- Niethammer, G.. 1915. *On the Geological Examination in the Interior of British North Borneo Lying between Tambunan, Tempias and Paranchangan*, Report No. 10, N.K.P.M.
- Norman Hudson, 1971, *Soil conservation*, Batsford academic and educational Ltd 1971
- Olivier, C.D., 1984. *Weathering*. Ed. Ke-2. Longman Group Ltd, London.
- Paul F. ; *Mineralogi Optik* ;1992. Dewan Bahasa Dan Pustaka. Kuala Lumpur (terjemahan Abdul Aziz Hussin).
- Pettijohn, F.J., 1975. *Sedimentary Rocks*. Ed. Ke-3. New York: Harper & Row. 628-635
- Zaruba Q., V. & Mencl V. :*Lanslides and their control*. Elsevier Scientific Publishing Company, Oxford, 1982.
- Rahn, P.H., 1986. *Engineering Geology An Environmental Approach*. Elsevier Science Publishing Company, New York.
- Rangin, C., Bellon, H., Bernard, F., Letouzey, J., Muller, C. & Tahir, S., 1990. Neogene Arc-continent Collision in Sabah, N. Borneo. Dlm: Balaguru, A., Nichols, G dan Hall, R., 2003. Tertiary Stratigraphy and Basin Evolution of



Southern Sabah: Implications for the Tectono-Stratigraphic Evolution of Sabah, Malaysia. *Geological Society Malaysia* 47

Robert, H.D. Jr., 1995. *Structural Geology Principles, Concepts and Problems*. Ed. Ke-2. Prentice Hall, Inc., USA. 137-346

Rodeano.R., Sanudin. T & Omang. S.A.K, 2006, *Engineering Geology of Kota Kinabalu, Sabah*, National Geosciences Conference 2006. geological Society of Malaysia and Universiti Malaysia Sabah

R. Whitlow, 1986, *Basic Soil Mechanics*, 3rd Ed, Longman

Sanudin Tahir., 2003, *Geologi Petroleum*. Universiti Malaysia Sabah.

Selley, R.C., 1982. *An introduction to sedimentology*. Academic Press, London.

Shariff, A.K. & Sahibin, A.R., 1989. *Litologi dan Struktur Formasi Crocker Kawasan Kampus UKMS, Kota Kinabalu, Sabah*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia. Sumber 5: 79-99

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 Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. *Geological Society Malaysia* 47

Storetvedt, K.M., Leong, L.S., & Mohamad Adib, 2003. New Structural Framework for SE Asia and Its Implication for the Tectonic Evolution of NW Borneo. *Geological Society Malaysia* 47: 7-76.

Tajul Anuar Jamaluddin, 1989. Struktur Sedimen dalam Formasi Crocker di kawasan Tamparuli, Sabah. Dlm: William, A.G., Lambiase, J.J., Back, S., dan Jamiran, M.K., 2002. Sedimentology of the Jalan Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. *Geological Society Malaysia* 47

- Tan, N.K. & Lamy, J.M., 1990. Tectonic Evolution of the North West Sabah Continental Margin Since the Late Eocene. *Geological Society Malaysia* 27
- Taylor, B. & Hayers, D.E., 1983. *Origin and History of the South China Sea Basin: Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asian Seas and Island*. Part 2. American geophysical Monograph, 27.
- Tjia, H.D., 1987. *Geomorfologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Tongkul, F., 1987. The Sedimentological and Structure of the West Crocker Formation in the Kota Kinabalu Area, Sabah. Dlm: William, A.G., Lambiase, J.J., Back, S., dan Jamiran, M.K., 2002. Sedimentology of the Jalan Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. *Geological Society Malaysia* 47
- Tongkul, F., 1990. *Structural Style and Tectonic of Western and Northern Sabah*. Geological Society Malaysia 27
- Tongkul, F., 1991. Tectonic Evolution of Sabah, Malaysia. *Geological Society Malaysia* 27: 227-239
- Tongkul, F., 2000. *Sedimentologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Tongkul F., 2002. *Nota Geologi Struktur*. Uniersiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan)
- Tuan Besar Tuan Sarif & Radzali Othman (ptjr.), 1992. *Mineralogi Lempung*. Ed. Ke-2. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Varnes, D. J., 1958. Landslides types and process. In Eckel, E. B. (ed), Landslides and engineering practice. Highway Research Board Special Report 29, pp. 20-47.



Walker R.G.,1984. Facies Model. *Geoscience : Canada*, 317. *Warta Geologi*, vol 13-14, 1987-1988

Wilson, R.A.M, & Wong, 1964. *The Geology and Mineral Resources of Labuan and Padas Valley Area, Sabah*. Geology Survey Dept. Borneo Region. Mem17.

Wray, W.K., 1986. *Measuring Engineering Properties of Soil*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Yin, E.H., 1986. *Annual Report, General Geological Survey Of Malaysia*. Ministry of Primary Industries.