

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Geologi-am dan kestabilan Cerun di Kawasan Ranau - Kg. Peropot (KM 0 - KM 12) sepanjang Jalan Ranau-Tambunan, Sabah  
 IJAZAH: Sarjana Muda Sains

SAYA DYLAN WONG LIAN SIM SESI PENGAJIAN: 2005 - 2008  
 (HURUF BESAR)

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

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 (/)

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: 2A, Lorong Unggas  
1A, 96000 Sibu, Sarawak

Nama Penyelia

Tarikh: 16/05/08

Tarikh: \_\_\_\_\_

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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESTABILAN CERUN DI KAWASAN RANAU– KG.  
PEROPOT (KM 0 – KM 12), SEPANJANG JALAN  
RANAU – TAMBUNAN, SABAH

DYLAN WONG LIAN SIM

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

PROGRAM GEOLOGI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2008

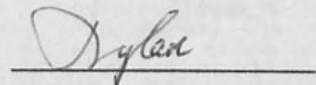


**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGAKUAN

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

17 April 2008



DYLAN WONG LIAN SIM

HS2005-4485

**DIPERAKUI OLEH****TANDATANGAN****1. PENYELIA**

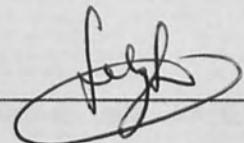
(EN. RODEANO ROSLEE)

**2. PEMERIKSA 1**

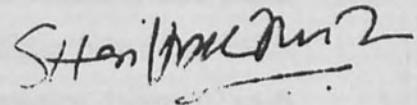
(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)

**3. PEMERIKSA 2**

(PROF. DR. FELIX TONGKUL)

**4. DEKAN**

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



## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada mereka yang terlibat secara atau tidak langsung dalam menjayakan disertasi ini. Saya amat bersyukur kerana dapat menyiapkan disertasi ini walaupun terdapat banyak rintangan dan masalah yang dihadapi.

Setinggi ucapan penghargaan terutamanya ditujukan kepada Encik Rodeano Hj. Roslee sebagai penyelia saya, yang telah banyak membimbing dan memberi tunjuk ajar sepanjang proses menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga kepada pensyarah-pensyarah Geologi University Malaysia Sabah iaitu Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, Prof Dr. Felix Tongkul, Prof Madya Dr. Shariff A.K. Omang, Prof Madya Dr. Baba Musta, Encik Sahat Sadikun atas tunjuk ajar, nasihat, dan bantuan yang diberikan sepanjang tempoh pengajian.

Ucapan penghargaan juga kepada pembantu-pembantu makmal iaitu Encik Jalaluddin Majalip, Encik Mohd Yusof, Encik Hibatur Abdul Rahman, dan Encik Sanin atas bimbingan dan bantuan terutamanya dalam penyediaan bahan dan radas untuk tujuan ujikaji. Pekerja-pekerja Jabatan Mineral dan Geosains, Jabatan Tanah dan Ukur, Jabatan Pertanian, Jabatan Meteorologi, dan Jabatan Perangkaan atas bantuan dalam pengumpulan data-data mentah yang diperlukan.

Saya juga ingin menujukan ucapan terima kasih kepada rakan-rakan sekalian yang sentiasa memberi bantuan sama ada kerja lapangan atau kajian makmal. Akhir sekali, saya ingin mengambil kesempatan untuk merakamkan setinggi penghargaan kepada keluarga saya yang sering memberi sokongan moral dan dorongan dari masa ke masa.

Dylan

## ABSTRAK

Kawasan kajian bertumpu di Ranau-Tambunan ( $T\ 116^{\circ}36'$ - $116^{\circ}40'$  dan  $U\ 5^{\circ}54'$ - $5^{\circ}58'$ ). Objektif kajian termasuklah mengkaji aspek geologi am kawasan kajian, mengkaji sifat fizikal dan kejuruteraan bahan cerun tanah dan cerun batuan, menganalisis kestabilan cerun tanah dan batuan, mengkaji faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan cerun, memberi cadangan untuk meningkatkan kestabilan serta kaedah pembaikpulihan cerun-cerun, dan menghasilkan peta geologi terkini di kawasan kajian. Kawasan kajian terdiri daripada 3 jenis unit batuan, iaitu Formasi Trusmadi (Paleosen Bawah-Eosen Atas) yang dicirikan oleh batuan argilit gelap yang dominan yang berselang lapis dengan batu lodak dan batu pasir serta kataklasit; Formasi Crocker (Oligosen-Eosen Atas) dicirikan oleh batu pasir dominan dan berselang lapis dengan syal, syal, batu lodak dan batu lumpur ; dan Endapan Aluvium (Kuartener-Resen) terdiri daripada campuran kerikil, pasir dan lumpur. Analisis petrografi mendapati bahawa sampel batuan yang dikaji dalam kawasan kajian dicirikan oleh butiran yang halus, hampir bersudut dengan mineralogi dan tekstur yang muda yang dikategorikan dalam ‘arkos wak’. Daripada analisis geologi struktur yang dibuat, didapati bahawa daya canggaan yang bertindak ke atas kawasan kajian adalah bertren Timur Laut-Barat Daya. Sampel-sampel tanah didapati bersifat kealkalian sederhana dan kealkalian sedikit (7.70-8.41), kandungan kelembapan sederhana (10.65%-14.64%), kandungan organik sangat rendah hingga rendah (0.29%-2.54%), dan dikelaskan sebagai ‘lempung’ dan’ lempung berpasir dan berlodak’. Sampel-sampel didapati berkeplastikan rendah (22.99%-26.03%). Kekuatan rincih tanah dikelaskan sebagai rendah (11.17 kPa-29.87 kPa) dan sampel-sampel tanah adalah tidak telap ( $9.13 \times 10^{-6}$  m/s- $5.854 \times 10^{-7}$  m/s). Sampel batuan pula dikelaskan sebagai sederhana kuat (1.155 MPa-1.242 MPa). Analisis model hirisan mudah menunjukkan kelima-lima cerun tanah adalah berpotensi untuk gagal dan tidak selamat (faktor keselamatan tanpa geseran: 0.12-0.66). Keputusan analisis Markland pula menunjukkan kelima-lima cerun batuan lebih cenderung untuk mengalami kegagalan cerun jenis baji.

## ABSTRACT

The studied area is located in Ranau-Tambunan (E  $116^{\circ}36'$ - $116^{\circ}40'$  dan N  $5^{\circ}54'$ - $5^{\circ}58'$ ). Objectives of the study include study of general geology of the area, study of physical and engineering properties of the materials in the rock slope and soil slope, analyse the slope stability of rock slope and soil slope, identify the causes of slope failure, propose effective remedial approaches for the slope stabilization, and to produce the latest geological map of studied area. The studied area is consist of 3 main rock units, that is Trusmadi Formation (Lower Paleocene- Upper Eocene) which characterized by predominance of dark argillaceous rocks interbedded with siltstone and sandstone dan cataclasite; Crocker Formation (Oligocene-Upper Eocene) is characterized by predominance of sandstone and interbedded with shale, shale, siltstone and mudstone; and Alluvium deposition (Quaternary-Recent) comprises mixture of pebble, sand and mud. Petrography analysis have shown that the rock samples in studied area are characterized by fine grained, nearly angular with mineralogy and younger texture that categorized as 'arkose wacke'. From the carried out structural geology analysis, the deformation forces that exerts on the studied area follows the NE-SW trend. Soil samples are found to be moderately alkaline and slightly alkaline (7.70-8.41), moderate moisture content (10.65%-14.64%), low to very low in organic content (0.29%-2.54%), and classified as 'clay' and 'sandy and silty clay'. Samples have low plasticity (22.99%-26.03%). The shear strength of soil is classified as low ( $11.17 \text{ kPa}$ - $29.87 \text{ kPa}$ ) and soil samples are impermeable ( $9.13 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ - $5.854 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ ). Whereas the rock samples are classified as moderately strong ( $1.155 \text{ MPa}$ - $1.242 \text{ MPa}$ ). The ordinary slicing model analysis have shown that all the slopes have the potential to fail and unsafe (factor of safety without friction: 0.12-0.66).The results of Markland analysis show that the rock slopes are prone to undergo wedge type failure.

## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI RUMUS	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI JADUAL	xvi
SENARAI FOTO	xviii
SENARAI FOTO MIKRO	xx

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1 Pengenalan	1
1.2 Lokasi Kawasan kajian	2
1.3 Objektif Kajian	5
1.4 Kepentingan Kajian	5
1.5 Metodologi Kajian	6
1.5.1 Kajian Awal	7
1.5.1.1 Rujukan Perpustakaan	7
1.5.1.2 Tafsiran Fotograf Udara dan Peta Dasar	8
1.5.1.3 Penyediaan Peta	9
1.5.2 Kajian Lapangan	9
1.5.2.1 Persediaan Awal	9
1.5.2.2 Pemetaan Geologi	10
1.5.2.3 Inventori Cerun Tanah	10
1.5.2.4 Inventori Cerun Batuan (Survei Ketakselanjaran)	11
1.5.2.5 Ujian Lapangan <i>in situ</i>	11
a. Ujian Ricih Bilah (cerun tanah)	12
b. Ujian Tukul Pantulan Schmidt (cerun batuan)	13



1.5.2.6 Persampelan Tanah dan Batuan	14
1.5.3 Kajian Makmal	15
1.5.3.1 Petrografi	15
1.5.3.2 Analisis Geologi Struktur	16
1.5.3.3 Ujian pH	16
1.5.3.4 Kandungan Kelembapan	17
1.5.3.5 Kandungan Bahan Organik	18
1.5.3.6 Analisis Saiz Butiran	19
1.5.3.7 Had-had Atterberg	20
a. Had Cecair	20
b. Had Plastik	21
c. Indeks Keplastikan	21
d. Pengecutan Linear	22
1.5.3.8 Ujian Graviti Tentu	23
1.5.3.9 Ujian Pemadatan Proctor	24
1.5.3.10 Kekuatan Ricip Tanah (Mampatan Tak Terkurung)	25
1.5.3.11 Kebolehtelapan	26
1.5.3.12 Ujian Beban Titik Batuan	28
1.5.3.13 Ujian Kebolehlasakan Batuan	30
1.5.4 Analisis dan Tafsiran Data	32
1.5.4.1 Analisis Kestabilan Cerun Tanah	32
1.5.4.2 Analisis Kestabilan Cerun Batuan	36
1.5.5 Penulisan Disertasi	38
1.6 Kajian Perpustakaan	38
1.6.1 Kajian Geologi Am	38
1.6.2 Kajian Geologi Kejuruteraan	41

## BAB 2            GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI

2.1 Pengenalan	45
2.2 Geografi	45
2.2.1 Iklim	46
2.2.1.1 Suhu	46
2.2.1.2 Taburan Hujan	



2.2.1.3 Kelajuan Angin	48
2.2.2 Populasi	49
2.2.3 Kegiatan Ekonomi	51
2.2.4 Jenis Guna Tanah	53
2.2.5 Tumbuhan dan Tanaman	56
2.2.6 Sistem Perhubungan dan Pengangkutan	57
<b>2.3 Geomorfologi</b>	<b>60</b>
2.3.1 Topografi	60
2.3.2 Sistem Saliran	63
2.3.3 Proses Geomorfologi	66
2.3.3.1 Luluhawa	66
a. Luluhawa Kimia	66
b. Luluhawa Biologi	67
2.3.3.2 Hakisan	68
a. Hakisan Lembar	69
b. Hakisan Alur	70
c. Hakisan Galur	71
2.3.3.3 Susutan Tanah (Pergerakan Jisim)	73

### **BAB 3            GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI**

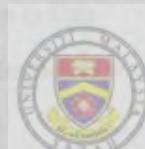
3.1 Pengenalan	75
3.2 Latar Belakang Tektonik	75
3.3 Stratigrafi	80
3.3.1 Stratigrafi Rantau	80
3.3.2 Stratigrafi Tempatan	83
3.4 Litologi	85
3.4.1 Formasi Trusmadi	85
3.4.2 Formasi Crocker	89
3.4.2.1 Batu Pasir Tebal	90
3.4.2.2 Selang batu pasir dan lapisan syal	91
3.4.2.3 Syal Tebal	92
3.4.3 Endapan Aluvium	93
3.4.4 Struktur Sedimen	94



3.4.5	Petrografi	96
3.4.5.1	Kuarza	97
3.4.5.2	Feldspar	99
3.4.5.3	Mika	100
3.4.5.4	Serpihan Batuan dan Matriks	102
3.4.7	Pengelasan Batu Pasir	103
3.5	Geologi Struktur	106
3.5.1	Lineamen	106
3.5.1.1	Lineamen Positif	108
3.5.1.2	Lineamen Negatif	109
3.5.2	Perlapisan	110
3.5.2.1	Pengelasan	111
3.5.2.2	Analisis	111
3.5.3	Perlipatan	112
3.5.3.1	Pengelasan	113
3.5.3.2	Analisis	113
3.5.4	Sesar	114
3.5.4.1	Pengelasan	115
3.5.4.2	Analisis	115
3.5.5	Kekar	116
3.5.5.1	Pengelasan	117
3.5.5.2	Analisis	117

## BAB 4 ANALISIS KESTABILAN CERUN

4.1	Pengenalan	120
4.2	Pemetaan Lokasi Kegagalan Cerun	120
4.3	Ujian <i>in-situ</i> Lapangan	123
4.3.1	Ujian Bilah Ricih	123
4.3.2	Ujian Tukul Pantulan Schmidt	124
4.4	Kajian Makmal	125
4.4.1	Ujian pH	126
4.4.2	Kandungan Kelembapan	127



4.4.3	Kandungan Bahan Organik	128
4.4.4	Analisis Saiz Butiran	129
4.4.5	Had-had Atterberg	133
4.4.6	Ujian Graviti Tentu	135
4.4.7	Ujian Pemadatan Proctor	136
4.4.8	Kekuatan Ricih Tanah (Mampatan Tak Terkurung)	140
4.4.9	Kebolehtelapan	141
4.4.10	Ujian Beban Titik Batuan	142
4.4.11	Ujian Kebolehlasakan	143
4.5	Analisis Kestabilan Cerun	144
4.5.1	Cerun Tanah ST/001	144
4.5.2	Cerun Tanah ST/002	146
4.5.3	Cerun Tanah ST/003	148
4.5.4	Cerun Tanah ST/004	149
4.5.5	Cerun Tanah ST/005	151
4.5.6	Cerun Batuan SB/001	153
4.5.7	Cerun Batuan SB/002	155
4.5.8	Cerun Batuan SB/003	157
4.5.9	Cerun Batuan SB/004	159
4.5.10	Cerun Batuan SB/005	161

## BAB 5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

5.1	Pengenalan	164
5.2	Geologi Am dan Stratigrafi	164
5.3	Geologi Kejuruteraan	166
5.3.1	Hubungan antara latar belakang geologi dengan kejadian kegagalan cerun	169
5.3.2	Hubungan antara kadar luluhawa dengan kejadian kegagalan cerun	170
5.3.3	Hubungan antara sudut cerun dengan kejadian kegagalan cerun	171
5.3.4	Hubungan antara hakisan dengan kejadian kegagalan cerun	172
5.3.5	Hubungan antara aktiviti manusia dengan kejadian kegagalan	



cerun	173
5.3.6 Hubungan antara bahan kejuruteraan cerun dengan kejadian kegagalan cerun	175
5.3.7 Hubungan antara resipan air dengan kejadian kegagalan cerun	178
5.3.8 Hubungan antara faktor hujan dengan kejadian kegagalan cerun	179
5.4 Mekanisma Kegagalan Cerun	180
5.5 Faktor-faktor Kegagalan Cerun	181
5.6 Cadangan Pembaikpulihan Cerun Yang Tidak Stabil	182
5.7 Kesimpulan	185
5.8 Cadangan Kajian Lanjut	186
 RUJUKAN	188
 LAMPIRAN	

## SENARAI RUMUS

<b>No. Rumus</b>	<b>Muka Surat</b>
1.1 % Kandungan Kelembapan, $\omega_o = \frac{m_w}{m_d} \times 100\%$	17
1.2 % BOT = $\frac{m_d}{m_{400^\circ C}} \times 100\%$	18
1.3 Pekali keseragaman, $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	19
1.4 Pekali kelengkungan, $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$	19
1.5 Indeks Keplastikan, PI = Had cecair – Had plastik	21
1.6 Pengelutan Linear, LS = $(1 - \frac{L_p}{L_o}) \times 100\%$	22
1.7 Graviti Tentu, $G_s = \frac{G_L(M_2 - M_1)}{(M_4 - M_1) - (M_3 - M_2)}$	23
1.8 Ketumpatan pukal, $\rho = \frac{M_2 - M_1}{V}$	24
1.9 Ketumpatan kering, $\rho_D = \left( \frac{1}{1 + \omega_0} \right) \rho$	25
1.10 Kekuatan rich tanah, $\tau = C + \sigma \tan \varphi$	26
1.11 Pekali Kebolehtelapan, $k = 3.84 \frac{aL}{At} \log \frac{h_1}{h_2} \times 10^{-5}$	27
1.12 Indeks Kekuatan Beban Titik, $I_{s(50)} = I_s K_{PLT}$	29
1.13 $\omega = [(A - B) / (B - C)] \times 100$	31
1.14 Indeks kebolehlaskan batuan, $dC_2 = [W_F - C] / (B - C) \times 100$	31

## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Peta Sabah menunjukkan lokasi kawasan kajian	3
1.2 Peta dasar kawasan kajian	4
1.3 Carta Konversi Tukul Pantulan Schmidt	14
1.4 Kaedah Hirisan	34
1.5 Pengelasan kegagalan cerun oleh British Geological Survey (1999)	35
1.6 Kaedah pengelasan kegagalan cerun batuan oleh Hoek dan Bray (1981)	37
2.1 Catatan suhu min 24 jam untuk Kota Kinabalu	47
2.2 Taburan hujan bulanan daerah Ranau tahun 1997-2007	48
2.3 Min kelajuan angin permukaan Kota Kinabalu	49
2.4 Komposisi penduduk daerah Ranau Tahun 2000	50
2.5 Peta jenis guna tanah di kawasan kajian	55
2.6 Peta sistem perhubungan kawasan kajian	59
2.7 Peta topografi (kontur) kawasan kajian	61
2.8 Peta topografi elevesi kawasan kajian	62
2.9 Peta sistem saliran kawasan kajian	65
3.1 Kedudukan plet-plet tektonik rantau Asia Tenggara (Tan dan Lamy, 1990)	78
3.2 Stratigrafi Kawasan Pantai Barat Sabah(Ubahsuai selepas Tongkul, 1990)	82
3.3 Peta geologi kawasan kajian (Ubahsuai selepas Zaki, 2005)	84



3.4	Analisis 5 cerun batuan di kawasan kajian berdasarkan pengelasan Pettijohn (1975)	105
3.5	Peta lineamen positif dan negatif di kawasan kajian.	107
3.6	Analisis rajah Ros bagi lineamen positif di kawasan kajian.	108
3.7	Analisis rajah Ros bagi lineamen negatif di kawasan kajian.	109
3.8	Analisis perlapisan cerun Trusmadi	111
3.9	Analisis perlipatan cerun Trusmadi	113
3.10	Analisis sesar sungkup	115
3.11	Analisis rajah Ros bagi kekar cerun batuan km 5	117
3.12	Analisis rajah Ros bagi kekar cerun batuan km 7 (F.Trusmadi)	118
3.13	Analisis rajah Ros bagi kekar cerun batuan km 8 (F.Trusmadi)	118
3.14	Analisis rajah Ros bagi kekar cerun batuan km 8.5 (F.Trusmadi)	119
3.15	Analisis rajah Ros bagi kekar cerun batuan km 11 (F.Trusmadi)	119
4.1	Lokasi cerun-cerun aktif, cerun tidak aktif, dan cerun berpotensi untuk mengalami kegagalan	122
4.2	Pengelasan Carta Segitiga untuk kelima-lima sampel cerun tanah	131
4.3	Rajah taburan saiz butiran sampel-sampel tanah	132
4.4	Pengelasan Carta keplastikan untuk kelima-lima cerun tanah	135
4.5	Graf pemedatan ST/001	138
4.6	Graf pemedatan ST/002	138
4.7	Graf pemedatan ST/003	139
4.8	Graf pemedatan ST/004	139
4.9	Graf pemedatan ST/005	140
4.10	Model hirisan cerun tanah ST/001	145
4.11	Model hirisan cerun tanah ST/002	



4.12	Model hirisan cerun tanah ST/003	148
4.13	Model hirisan cerun tanah ST/004	150
4.14	Model hirisan cerun tanah ST/005	152
4.15	Lakaran geometri cerun batuan SB/001	153
4.16	(i) Stereonet kekar (ii) Rajah ujian Markland cerun batuan SB/001	154
4.17	Lakaran geometri cerun batuan SB/002	155
4.18	(i) Stereonet kekar (ii) Rajah ujian Markland cerun batuan SB/002	156
4.19	Lakaran geometri cerun batuan SB/003	157
4.20	(i) Stereonet kekar (ii) Rajah ujian Markland cerun batuan SB/003	158
4.21	Lakaran geometri cerun batuan SB/004	159
4.22	(i) Stereonet kekar (ii) Rajah ujian Markland cerun batuan SB/004	160
4.23	Lakaran geometri cerun batuan SB/005	161
4.24	(i) Stereonet kekar (ii) Rajah ujian Markland cerun batuan SB/005	162



## SENARAI JADUAL

<b>No. Jadual</b>	<b>Muka Surat</b>
1.1 Pengelasan sifat tanah berdasarkan nilai pH (College of Agriculture and Home Economics New Mexico State University)	17
1.2 Pengelasan kandungan bahan organik yang dicadangkan oleh Acres et al. (1975)	19
1.3 Ciri-ciri tanah berdasarkan indeks keplastikan (Sowers,1979)	22
1.4 Pengelasan tanah berdasarkan nilai graviti tentu	23
1.5 Pengelasan tanah mengikut pekali kebolehtelapan (Terzaghi & Peck,1948)	27
1.6 Julat pekali kebolehtelapan tanah mengikut darjah kebolehtelapan (Terzaghi & Peck,1948)	28
1.7 Sifat-sifat kekuatan batuan (ISRM, 1985)	29
1.8 Pengelasan kebolehlasakan (selepas Franklin dan Chandra,1972)	32
3.1 Ringkasan mineralogi ke atas sampel batuan Formasi Trusmadi	97
3.2 Peratusan kuarza, feldspar, dan serpihan batuan yang terdapat dalam sampel batuan	104
4.1 Kekuatan ricih tanah (Ujian Ricih Bilah)	124
4.2 Hasil ujian tukul pantulan Schmidt 5 cerun batuan	125
4.3 Nilai pH sampel tanah kawasan kajian	126
4.4 Kandungan kelembapan sampel tanah kawasan kajian	127
4.5 Peratusan bahan organik dalam sampel tanah dari kawasan kajian	129
4.6 Keputusan analisis saiz butiran sampel tanah dari kawasan kajian	130
4.7 Keputusan ujian-ujian had-had Atterberg	134
4.8 Nilai graviti tentu bagi 5 sampel tanah dari kawasan kajian	136



4.9	Nilai ketumpatan kering maksima dan kandungan kelembapan optimum hasil ujian pemandatan Proctor	137
4.10	Nilai kekuatan ricih tanah sampel-sampel di kawasan kajian	141
4.11	Nilai pekali kebolehtelapan dan pengelasan sampel-sampel tanah	142
4.12	Analisis ujian beban titik dan pengelasan sampel batuan kawasan kajian	143
4.13	Analisis kebolehlasakan batuan	144
4.14	Rumusan analisis keputusan kegagalan cerun batuan	163
5.1	Ringkasan analisis kajian makmal sampel tanah	168
5.2	Ringkasan analisis kajian makmal sampel batuan	168
5.3	Ringkasan proses dalaman dan proses luaran menyebabkan kegagalan	186

## SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
2.1	Penduduk pedalaman yang berjaya di sekitar Kampung Minduhuon, km 7	51
2.2	Kedai runcit di Kampung Peropot, km 12	52
2.3	Kawasan penanaman padi dekat pekan Ranau	54
2.4	Tanaman pokok rambutan berdekatan dengan Kampung Minduhuon	57
2.5	Keadaan jalan yang baik di sepanjang kawasan kajian	58
2.6	Sungai Kihunut di Km 9 dari pekan Ranau	64
2.7	Luluhawa oksida yang mengubahkan warna batuan menjadi perang-kemerahan	65
2.8	Luluhawa biologi yang bertindak ke atas cerun tanah ini telah menstabilkan cerun ini daripada mengalami kegagalan	68
2.9	Terdapat pemindahan tanah disebabkan oleh tindakan angin dan air yang menyebabkan hakisan lembar berlaku	70
2.10	Kesan alur yang minor disebabkan oleh hakisan alur	71
2.11	Hakisan galur yang berkedalaman lebih daripada 50cm di km 11	72
2.12	Jatuhan batuan kerana batuan jatuh secara bebas dari tempat yang tinggi	73
2.13	Tanah runtuh yang serius diperhatikan di cerun tanah km 11	74
3.1	Perlapisan singkapan Trusmadi yang tidak ketara akibat tindakan luluhawa dan hakisan sepanjang masa	87
3.2	Telerang kuarza yang banyak terdapat pada cerun batuan Formasi Trusmadi yang termetamorf	87
3.3	Singkapan berformasi Trusmadi jenis sabak	88
3.4	Singkapan Trusmadi jenis filit berwarna gelap	88
3.5	Batu pasir masif dengan syal minor	91
3.6	Batu pasir yang terluluhawa berselang lapis dengan syal dengan perlapisan yang kurang jelas	92
3.7	Syal hitam tebal dengan serpihan batuan	93
3.8	Pengendapan aluvium di Sungai Kenipir	94
3.9	Struktur kesan beban yang berbentuk bebola didapati di cerun	



batuan km 11	95
3.10 Struktur riak berbentuk lurus didapati di cerun batuan km 11	96
3.11 Perlapisan Trusmadi yang retak disebabkan deformasi dan episod canggaan yang berlaku	110
3.12 Jenis lipatan tidak harmoni yang biasanya didapati di zon ricih	112
3.13 Sesar sungkup yang menyebabkan pengangkatan lapisan ke atas	114
3.14 Set-set kekar cerun Formasi Trusmadi yang terdapat di kawasan kajian	116
4.1 Cerun tanah ST/001	146
4.2 Cerun tanah ST/002	147
4.3 Cerun tanah ST/003	149
4.4 Cerun tanah ST/004	151
4.5 Cerun tanah ST/005	151
4.6 Cerun batuan SB/001	154
4.7 Cerun batuan SB/002	156
4.8 Cerun batuan SB/003	158
4.9 Cerun batuan SB/004	160
4.10 Cerun batuan SB/005	162
5.1 Darjah kecuraman cerun yang tinggi sebanyak $78^\circ$	172
5.2 Pembukaan hutan yang menyumbang kepada masalah penyah-hutanan	174
5.3 Tapak pengkuarian	175
5.4 Pemakuan paip saliran mengufuk	184
5.5 Penyemburan konkrit yang menutupi cerun	184

## SENARAI FOTO MIKRO

<b>No. Foto Mikro</b>	<b>Muka Surat</b>
3.1 Butiran kuarza bersudut dan corak mikro retakan yang diperhatikan (nikol silang, pembesaran 10X)	98
3.2 Butiran kuarza bersudut dan corak mikro retakan yang diperhatikan (nikol silang, pembesaran 10X)	98
3.3 Mineral plagioklas dikepungi butiran-butiran kuarza (nikol silang, pembesaran 10X)	99
3.4 Mineral plagioklas dikepungi butiran-butiran kuarza (warna sebenar, pembesaran 10X)	100
3.5 Mika berbentuk panjang dan berwarna ‘kotor’ (nikol silang, pembesaran 10X)	101
3.6 Mika berbentuk panjang dan berwarna ‘kotor’ (warna sebenar, pembesaran 10X)	101
3.7 Matriks mengisi antara butiran kuarza dan serpihan batuan juga diperhatikan (nikol silang, pembesaran 5X)	102
3.8 Matriks mengisi antara butiran kuarza dan serpihan batuan juga diperhatikan (warna sebenar, pembesaran 5X)	103



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Kajian mengenai kegagalan cerun sememangnya telah mendapat perhatian daripada orang ramai kerana ketidakstabilan cerun yang serius boleh meragut nyawa orang ramai terutamanya yang berlaku di kawasan kediaman. Selain itu, kegagalan cerun juga menjelaskan aktiviti sosio-ekonomi, merosakkan harta benda penduduk, dan mempengaruhi sistem perhubungan dan pengangkutan di kawasan berkenaan.

Kajian ini bertumpu kepada cerun di sepanjang lebuhraya Ranau-Tambunan yang terletak di kawasan tinggi dengan julat ketinggian 450m-900m dari paras laut. Disertasi ini merupakan salah satu kriteria yang perlu dicapai untuk melengkapkan pengajian

program Sarjana Muda Sains (Geologi) di Universiti Malaysia Sabah.

## 1.2 Lokasi Kawasan kajian

Kajian ini diadakan di sepanjang jalan dari Ranau ke Tambunan (km 0- km 12)(Foto 1.1).

Lokasi ini meliputi daerah Ranau, bahagian barat Negeri Sabah. Kajian ini bertumpu pada longitud  $116^{\circ}36' - 116^{\circ}40'$  dan latitud  $5^{\circ}54' - 5^{\circ}58'$  iaitu dari pekan Ranau sehingga Kampung Peropot (Rajah 1.2). Secara kasarnya, kawasan kajian meliputi keluasan kira-kira  $100 \text{ km}^2$  (Rajah 1.1) .

## RUJUKAN

- Abd. Rashid Ahmad. 1996. The effect of physico-chemical characteristics of soils on slope stability. *Seminar Geologi dan Sekitaran*. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Acres, B.D., Bowen, R.P., Burrough, P.A., Folland, C.J., Kalasi, M.S., Thomas, P. & Wright, P.J. 1975. *The soil of Sabah: classification and description (with an introduction to vol. 1-5)*. Jil. 1. England: Land Resources Division, Ministry of Overseas Development Tolworth Tower.
- 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 Crocker Range and Adjoining Areas In Leichiti (phyt.)*, *Geological Sarawak, Brunei and NW Sabah*. Brt. Terr. Borneo. Geo. Survey Dept.
- Bromhead, E.N. 1992. *The Stability of Slopes*. Blackie Academic & Professional. United Kingdom.
- Collenette, P. 1958. *The Geology and Mineral Resources of Jesselton-Kinabalu Area, North Borneo*. British Borneo Geological Survey Department, Gov. Printing Office, Sarawak.
- Franklin, J., A. & Chandra, R. 1972. *The slake durability test*. Int. J. Rock Mech. Min. Sc. Vol. 9, pp.325-341.
- Goldberg, S., Glaubig, R.A. & Suarez, D.L. 1988. Factors affecting clay dispersion and aggregate stability of arid zone soils. *Soil Science* 146(5): 317-325.

- 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
- Hoek, E. & Bray, J.W. 1981. *Rock Slope Engineering*. Institution of Mining and Metallurgy. London, United Kingdom.
- Ida Suzaini Abubullah. 1983. *Geology of the Ranau Area, Sabah, East Malaysia*. Department of geology, University of Malaya.
- 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.
- Kohnke, H. 1968. *Soil physics*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Liau, A. 1995. *Geological and Slope Stability Investigation of the Kundasang Area, Ranau*. Jabatan Penyiasatan Kajibumi, Malaysia.
- Moh. Pauzi Abd. 2000. *Geohazard Assessment Along Kota Kinabalu-Tambunan-Ranau Highway, Sabah, Malaysia*. Vol 29. CCOP Technical Bulletin, Geology Survey Department Malaysia, Sabah.
- Mohd Barzani G. & Brunotte. 1987. Sifat-sifat struktur geologi Formasi Crocker dan kesannya terhadap tanah runtuh. Dlm: Mohd. Nussirwan A. 2006. *Geologi Am dan Kajian Kestabilan Cerun Di Sepanjang Jalan Raya Tamparuli Menuju Pekan Nabalu (km 44-km69, Jalan Raya KK-Ranau), Sabah*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan).
- Morgan, R.P.C. 1995. *Soil erosion and conservation*. 2nd ed. London: Longman.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. 3rd Edition. New York, Harper & Row. 628-635.

- Rodeano, R. & Sanudin T.. 2004. Slope Failure Assesment Along Bundu Tuhan to Kundasang Area, Sabah, Malaysia. *GSM-IEM Forum: The Roles of Engineering Geology and Geotechnical Engineering in Construction Works*. Universiti Malaya.
- Rodeano, R. 2004. *Study of Mass Movement Along Bundu Tuhan to Kundasang Highway, Sabah, Malaysia*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Malaysia Sabah tidak diterbitkan).
- Seet, C.P. 1990. *Laporan & Peta Mineral Exploration in Kinabalu Area, Sabah*. Sheet 6/116/15.
- Sowers, G.F. 1979. *Introductory Soil Mechanics and Foundations*. Geotechnical Engineering. Mcmillan, New York.
- Tajul A. Jamaluddin. 1989. *Struktur Sedimen Dalam Formasi Crocker di Kawasan Tamparuli, Sabah*. Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 24, 135-157.
- Tan, T.H. 1965. *Geology and Soils of the Ranau-Luhan Area, Sabah, East Malaysia*. University of Malaya.
- Terzaghi & Peck. 1948. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Wiley, New York.
- Tjia, H.D. 1974. *Sense of Tectonic Transport in Intensely Deformation Trusmadi and Crocker Sediments, Ranau-Tenompok Area, Sabah*. Sains Malaysiana 3, 129-161.
- Tjia, H.D. 1987. *Geomorfologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Tongkul, F. 1990. *Structural Style and Tectonics of Western and Northern Sabah*. Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 27, 227-239.
- Tongkul, F. 2000. *Sedimentologi*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Wong, W. & Liau, A. 2001. *Slope Failure Investigation At Kg.Gana-Gana, Ranau, Sabah*. Mineral and Geoscience Department Malaysia (Sabah).

- Yeoh, E.C. 2003. *The Study Of Engineering Characteristics Of Soil In Mass Movement Area Along Bundu Tuhan, Kundasang-Ranau Highway, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, Program Geologi, Universiti Malaysia Sabah ( tidak diterbitkan ).
- Zaki B. Alias. 2005. *Analisis Geologi Kawasan Ranau, Sabah Menggunakan Imej Satelit Radasat*. JMG, Ministry of Natural Resources and Environment.