

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESTABILAN CERUN SEPANJANG JALAN KG.TONTOLOB LIWAN - KG. TIANG (KM26 - KM42) ; JALAN RAYA RANAU - TAMBUNAN, SABAH.IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIANSAYA JACQUELINE LAM WAN HWA
(HURUF BESAR)SESI PENGAJIAN: 2005-2008

mengaku membenarkan tesis (LPSM/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: 702, Lorong Song 30E,
JABUAN HEIGHTS, 93350 KUCHING,
SARAWAK.

Nama Penyelia

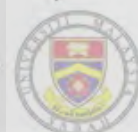
Tarikh: 15/05/08

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).



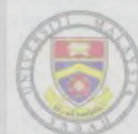
GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESTABILAN CERUN SEPANJANG JALAN
KAMPUNG TONTOLOB LIWAN – KAMPUNG TIANG (KM 26 – KM 42), JALAN
RAYA RANAU – TAMBUNAN, SABAH

JACQUELINE LAM WAN HWA

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

PROGRAM GEOLOGI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

April 2008



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

14 April 2008

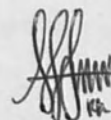


JACQUELINE LAM WAN HWA

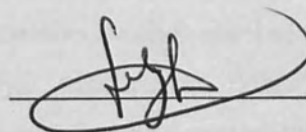
HS 2005-4493

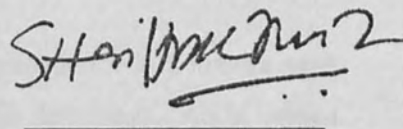


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUI OLEH**TANDATANGAN****1. PENYELIA****(EN. RODEANO HJ. 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

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada individu-individu yang telah banyak memberi sumbangan samada secara fizikal, mental, dan kewangan agar disertasi ini dapat dihasilkan dengan lancarnya.

Terlebih dahulu ucapan terima kasih tidak terhingga saya tujukan kepada penyelia tesis ini, iaitu En. Rodeano Haji Roslee yang telah meluangkan banyak masa beliau dengan membantu dan membimbing serta memberi tunjuk ajar yang sangat berguna kepada saya dengan sepenuhnya sepanjang tempoh kajian tesis ini. Masalah-masalah kajian yang dihadapi dapat diselesaikan dengan adanya bantuan beliau. Jasa dan panduan yang dicurahkan oleh beliau akan sentiasa diingati.

Setinggi-tinggi terima kasih dirakamkan untuk Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, Prof. Madya Dr. Shariff A. K. Omang, Prof. Madya Dr. Baba Musta, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, dan En. Sahat B. Sadikun yang sentiasa memberi tunjuk ajar untuk menyempurnakan kajian saya. Penghargaan seterusnya disampaikan kepada pembantu-pembantu makmal UMS yang sentiasa memberi tunjuk ajar semasa ujikaji makmal disertasi dijalankan.

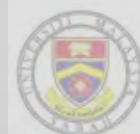
Tidak lupakan juga sokongan moral dan kewangan daripada keluarga saya dalam membantu saya melengkapkan kajian ini dengan lancarnya. Anda semua adalah insan-insan yang selalu dekat di hati saya. Selain itu, saya ingin mengambil kesempatan untuk merakamkan penghargaan kepada semua rakan seperjuangan yang sudi membantu dan memberikan tunjuk ajar. Kenangan bersama anda semua sepanjang tiga tahun ini tidak akan saya lupakan..

Adalah diharapkan hasil kajian ini akan dapat memberikan maklumat yang berguna serta mendatangkan manfaat kepada semua pihak pada masa akan datang. Sekian, terima kasih.

JACQUELINE LAM WAN HWA

ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di sepanjang jalan Ranau hingga Tambunan (KM 26-42). Kawasan ini diliputi oleh Formasi Crocker (Eosen Akhir hingga Miosen Awal) yang dibahagikan kepada tiga unit utama, iaitu unit batu pasir tebal, unit selang batu pasir dengan lapisan syal, dan unit syal tebal dan Endapan Aluvium Kuaterneri (Kuaterner hingga Resen) pula adalah terdiri daripada batu kerikil, batu pasir, dan batu lodak dengan kehadiran sedikit endapan lempung di sepanjang sungai. Sifat fizikal dan kejuruteraan bagi kelima-lima sampel tanah menunjukkan bahawa bahan kegagalan merupakan tanah jenis berlempung yang mempunyai penggredan yang baik hingga buruk, berkeplastikan sederhana hingga tinggi (16.06%-32.81%) yang mengandungi aktiviti lempung yang normal (0.88-1.17), darjah pengecutan yang tinggi hingga sangat tinggi (6.79%-10.00%), kandungan kelembapan yang berjulat antara 19.67% hingga 39.25%, graviti tentu (2.56-2.67), ketumpatan kering berjulat dari 1.61 Mg/m³ hingga 1.85 Mg/m³, kekuatan ricih yang sangat lembut hingga lembut (5.03 kN/m²-25.64 kN/m²), dan kebolehtelapan yang sangat rendah hingga tak telap (1.02×10^{-7} m/s hingga 5.03×10^{-10} m/s). Parameter yang diuji untuk sampel batuan pula termasuk ujian tukul pantulan Schmidt (19 MPa-118 MPa), ujian titik beban ($I_{s(50)}$) adalah di antara 0.76 hingga 5.28, dan ujian kebolehlaskan batuan (0%-94.47%). Analisis petrografi menunjukkan bahawa batuan Formasi Crocker dikelaskan sebagai 'kuarza wak'. Analisis kestabilan cerun menunjukkan nilai faktor keselamatan bagi cerun tanah adalah berjulat dari 1.05 hingga 1.97 (berpotensi) dan cerun batuan pula adalah berjulat dari 0.58 hingga 0.68 (tidak selamat). Iklim merupakan faktor utama yang menyebabkan kegagalan cerun berlaku. Kegagalan cerun di sepanjang kawasan kajian berkait rapat dengan struktur geologi formasi batuan. Unit batu pasir tebal (Formasi Crocker) adalah paling baik untuk dijadikan sebagai kawasan pembinaan bangunan kerana ia adalah lebih stabil berbanding dengan unit batuan Formasi Crocker yang lain dan Endapan Aluvium Kuaterneri. Satu sistem pengurusan cerun yang sistematik dapat memberi ramalan awal dan langkah berjaga-jaga diambil bagi mengurangkan kos perbelanjaan untuk membaikpulihkan kawasan cerun yang mengalami kegagalan.



ABSTRACT

The study area is located along the Ranau to Tambunan road (KM 26-42). This study area is underlain by Crocker Formation (aged late Eocene to Early Miocene) which is divided into three main units that are the massive sandstone unit, interbedded sandstone-shale unit, and shale unit and Quaternary Alluvium Deposits (Quaternary to Recent) which consists of conglomerate, sandstone, siltstone with small amounts of clay depositions along the river. Physical and engineering properties of five soil samples showed that failure materials mainly consist of poorly graded to well graded materials of clayey soil, which characterized by medium to high plasticity, containing of normal clay (0.88-1.17), high to very high degree of swelling (6.79%-10.00%), moisture content ranges from 19.67% to 39.25%, specific gravity (2.56-2.67), dry density ranges from 1.61 Mg/m³ to 1.85 Mg/m³, shear strength which is very soft to soft (5.03 kN/m²-25.64 kN/m²), very low permeability to impermeable (1.02×10^{-7} m/s to 5.03×10^{-10} m/s). Parameters which had been tested for rock sample are included Schmidt hammer test (19 MPa-118 MPa), point load test ($I_{s(50)}$) is between 0.76 and 5.28, and durability test (0% - 94.47%). Petrography analysis shows that the rock of Formation Crocker is categorized as 'Quartzite'. Slope stability analysis shows that the factor of safety value for soil slope is ranges from 1.05-1.97 (potential) while rock slope is ranges from 0.58 to 0.68 (unstable). Failure of slope along the study area is related to the geological structure of the rock formation. The massive sandstone unit (Crocker Formation) is the best to construct building because it is more stable compared to other Crocker Formation rock unit and Quaternary Alluvium Deposits. A systematic management for slopes is essential to enable prediction and precaution can be planned to reduce the expenses for repairing the slopes which are failed.

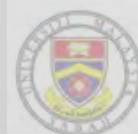


KANDUNGAN

	Muka Surat
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xiii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI FOTO	xviii
SENARAI FOTO MIKRO	xxi
SENARAI RUMUS	xxii
SENARAI SIMBOL	xxiv
BAB 1	PENDAHULUAN DAN METODOLOGI
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, Peta Dasar dan Penyediaan Peta 7
1.5.1.3	Penyediaan Peta 8
1.5.2	Kajian Lapangan 9
1.5.2.1	Persediaan Awal 9
1.5.2.2	Pemetaan Geologi 9
1.5.2.3	Inventori Cerun Tanah 10
1.5.2.4	Inventori Cerun Batuan (Survei Ketakselajaran) 10



1.5.2.5	Ujian Lapangan <i>in situ</i>	11
	a. Ujian Ricih Bilah (cerun tanah)	11
	b. Ujian Tukul Pantulan Schmidt (cerun batuan)	12
1.5.2.6	Pemetaan Kegagalan Cerun	12
	a. Cerun Aktif	12
	b. Cerun Tidak Aktif	13
	c. Cerun Berpotensi	13
1.5.2.7	Persampelan Tanah dan Batuan	13
1.5.3	Kajian Makmal	14
1.5.3.1	Petrografi	14
1.5.3.2	Analisis Geologi Struktur	15
1.5.3.3	Ujian pH	15
1.5.3.4	Kandungan Kelembapan	16
1.5.3.5	Kandungan Bahan Organik	16
1.5.3.6	Analisis Saiz Butiran	17
1.5.3.7	Had-had Atterberg	19
	a. Had Cecair	19
	b. Had Plastik	19
	c. Indeks Keplastikan	20
	d. Pengecutan Linear	21
1.5.3.8	Ujian Graviti Tentu	21
1.5.3.9	Ujian Pempadatan Proctor	23
1.5.3.10	Kekuatan Ricih Tanah (Mampatan Tak Terkurung)	24
1.5.3.11	Kebolehtelapan	25
1.5.3.12	Ujian Beban Titik Batuan	26
1.5.3.13	Ujian Kebolehlasakan Batuan	28
1.5.4	Analisis dan Tafsiran Data	29
1.5.4.1	Analisis Kestabilan Cerun Tanah	29
1.5.4.2	Analisis Kestabilan Cerun Batuan	32
1.5.5	Penulisan Disertasi	33
1.6	Kajian Perpustakaan	34
1.6.1	Kajian Geologi Am	34
1.6.2	Kajian Geologi Kejuruteraan	36



1.6.3	Kajian Kestabilan Cerun	39
BAB 2	GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI	
2.1	Pengenalan	41
2.2	Geografi	41
2.2.1	Iklim	42
2.2.1.1	Suhu	42
2.2.1.2	Taburan Hujan	43
2.2.1.3	Kelajuan Angin	44
2.2.2	Populasi	45
2.2.3	Kegiatan Ekonomi	47
2.2.4	Jenis Guna Tanah	49
2.2.5	Tumbuhan dan Tanaman	51
2.2.6	Sistem Perhubungan dan Pengangkutan	54
2.3	Geomorfologi	57
2.3.1	Topografi	57
2.3.2	Sistem Saliran	60
2.3.3	Proses Geomorfologi	63
2.3.3.1	Luluhawa	63
a.	Luluhawa Fizikal	63
b.	Luluhawa Kimia	65
c.	Luluhawa Biologi	66
2.3.3.2	Hakisan	68
a.	Hakisan Lembar	69
b.	Hakisan Alur	70
c.	Hakisan Galur	71
2.3.3.3	Susutan Darat (Pergerakan Jisim)	72
BAB 3	GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	
3.1	Pengenalan	73
3.2	Latar Belakang Tektonik	73
3.3	Stratigrafi	81
3.3.1	Stratigrafi Rantau	81



3.3.2	Stratigrafi Tempatan	83
3.4	Litologi	87
3.4.1	Formasi Crocker	87
3.4.1.1	Batu Pasir Tebal	88
3.4.1.2	Selang batu pasir dan lapisan syal	89
3.4.1.3	Syal Tebal	90
3.4.2	Endapan Aluvium Kuarteneri	92
3.4.3	Struktur Sedimen	93
3.4.4	Petrografi	96
3.4.4.1	Kuarza	97
3.4.4.2	Feldspar	97
3.4.4.3	Mika	99
3.4.4.4	Serpihan Batuan	99
3.4.4.5	Matriks	99
3.4.5	Pengelasan Batu Pasir	101
3.5	Geologi Struktur	103
3.5.1	Lineamen	103
3.5.1.1	Lineamen Positif	104
3.5.1.2	Lineamen Negatif	104
3.5.2	Perlappingan	107
3.5.2.1	Pengelasan	107
3.5.2.2	Analisis	107
3.5.3	Perlipatan	109
3.5.3.1	Pengelasan	109
3.5.3.2	Analisis	110
3.5.4	Sesar	112
3.5.4.1	Pengelasan	112
3.5.4.2	Analisis	113
3.5.5	Kekar	115
3.5.5.1	Pengelasan	115
3.5.5.2	Analisis	115

BAB 4 ANALISIS KESTABILAN CERUN



4.1	Pengenalan	121
4.2	Pemetaan Lokasi Kegagalan Cerun	122
4.3	Ujian <i>in-situ</i> Lapangan	124
4.3.1	Ujian Bilah Ricih	124
4.3.2	Ujian Tukul Pantulan Schmidt	125
4.4	Kajian Makmal	127
4.4.1	Ujian pH	127
4.4.2	Kandungan Kelembapan	128
4.4.3	Kandungan Bahan Organik	128
4.4.4	Analisis Saiz Butiran	130
4.4.5	Had-had Atterberg	133
4.4.6	Ujian Graviti Tentu	138
4.4.7	Ujian Pemadatan Proctor	139
4.4.8	Ujian Mampatan Paksi Tiga (Mampatan Tak Terkurung)	145
4.4.9	Kebolehtelapan	149
4.4.10	Ujian Beban Titik Batuan	150
4.4.11	Ujian Kebolehlaskan	152
4.5	Analisis Kestabilan Cerun	154
4.5.1	Cerun Tanah ST 1	157
4.5.2	Cerun Tanah ST 2	158
4.5.3	Cerun Tanah ST 3	162
4.5.4	Cerun Tanah ST 4	163
4.5.5	Cerun Tanah ST 5	167
4.5.6	Cerun Batuan SB 1	170
4.5.7	Cerun Batuan SB 2	173
4.5.8	Cerun Batuan SB 3	177
4.5.9	Cerun Batuan SB 4	181
4.5.10	Cerun Batuan SB 5	185

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Pengenalan	189
5.2	Geologi Am dan Stratigrafi	189
5.3	Geologi Kejuruteraan	191

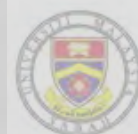


5.3.1	Hubungan antara latar belakang geologi dengan kejadian kegagalan cerun	196
5.3.2	Hubungan antara kadar luluhawa dengan kejadian kegagalan cerun	196
5.3.3	Hubungan antara bahan kejuruteraan cerun dengan kejadian kegagalan cerun	197
5.3.4	Hubungan antara sudut cerun dengan kejadian kegagalan cerun	199
5.3.5	Hubungan antara hakisan dengan kejadian kegagalan cerun	200
5.3.6	Hubungan antara aktiviti manusia dengan kejadian kegagalan cerun	200
5.3.7	Hubungan antara resipan air dengan kejadian kegagalan cerun	201
5.3.8	Hubungan antara faktor hujan dengan kejadian kegagalan cerun	202
5.4	Mekanisma Kegagalan Cerun	202
5.5	Faktor-faktor Kegagalan Cerun	203
5.6	Cadangan Pembaikpulihan cerun yang tidak stabil	205
5.7	Kesimpulan	209
5.8	Cadangan Kajian Lanjut	212
	RUJUKAN	213
	LAMPIRAN	220



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1	17
Pengelasan kandungan bahan organik yang dicadangkan oleh Acres <i>et al.</i> (1975)	
1.2	20
Ciri-ciri tanah berdasarkan indeks keplastikan (Sowers, 1979)	
1.3	21
Pengelasan Pengecutan Linear (Hotz & Hibbs, 1956)	
1.4	22
Pengelasan Graviti Tentu (ISRM, 1998)	
1.5	24
Pengelasan Keselarian Lempung (Terzhegi & Peck, 1967)	
1.6	26
Pengelasan tanah mengikut pekali kebolehtelapan (Terzaghi & Peck, 1967)	
1.7	27
Sifat-sifat kekuatan batuan (ISRM, 1985)	
1.8	29
Pengelasan kebolehtahanlasakan batuan kitaran kedua (ISRM, 1987)	
2.1	48
Penduduk Bekerja Mengikut Kategori Industri di Daerah Tambunan (Ubahsuai daripada Penduduk Banci Penduduk dan Perumahan, 2000)	
2.2	52
Anggaran Keluasan bagi Tanaman-tanaman utama mengikut Bahagian dan Daerah, Sabah, 2004 (Sumber: Jabatan Pertanian, Sabah, 2005)	
3.1	86
Stratigrafi tempatan kawasan kajian yang menerangkan sifat galas air dan sifat kejuruteraan batuan (Ubahsuai daripada Rodeano <i>et al.</i> , 2004)	
3.2	96
Analisis mineralogi ke atas kelima-lima sampel batuan	
3.3	102
Peratusan kuarza, feldspar, dan serpihan batuan kelima-lima sampel batuan Formasi Crocker	
4.1	125
Keputusan ujian kekuatan ricih tanah (Ujian Bilah Ricih)	
4.2	126
Keputusan ujian kekuatan batuan (Ujian Tukul Pantulan Schmidt)	
4.3	127
Nilai pH sampel tanah di kawasan kajian	
4.4	128
Kandungan kelembapan sampel tanah di kawasan kajian	
4.5	129
Kandungan bahan organik sampel tanah di kawasan kajian	
4.6	131
Analisis saiz butiran sampel tanah di kawasan kajian	
4.7	136
Keputusan ujian had-had Atterberg	
4.8	139
Pengelasan graviti tentu bagi kelima-lima sampel cerun tanah	
4.9	141
Ketumpatan kering maksima dan peratusan kandungan kelembapan optimum yang diperolehi daripada ujian pemadatan Proctor	
4.10	149
Analisis kekuatan ricih tanah bagi sampel-sampel tanah	



4.11	Analisis pekali kebolehtelapan dengan merujuk pengelasan Terzaghi & Peck, 1976	150
4.12	Analisis ujian beban titik sampel batuan kawasan kajian	151
4.13	Analisis ujian kebolehlaskan sampel batuan kawasan kajian	153
4.14	Hasil analisis inventori cerun tanah	154
4.15	Hasil analisis inventori cerun batuan	155
4.16	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T1 ($C = 25.64 \text{ kN/m}^3$)	159
4.17	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T2 ($C = 7.70 \text{ kN/m}^3$)	161
4.18	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T3 ($C = 15.13 \text{ kN/m}^3$)	164
4.19	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T4 ($C = 5.03 \text{ kN/m}^3$)	166
4.20	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T5 ($C = 7.68 \text{ kN/m}^3$)	169
4.21	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B1 ($C = 91.91 \text{ MPa}$)	172
4.22	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B2 ($C = 78.925 \text{ MPa}$)	176
4.23	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B3 ($C = 44.53 \text{ MPa}$)	180
4.24	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B4 ($C = 15.925 \text{ MPa}$)	184
4.25	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B5 ($C = 12.91 \text{ MPa}$)	187
5.1	Keputusan-keputusan analisis kegagalan cerun tanah di kawasan kajian	193
5.2	Keputusan-keputusan analisis kegagalan cerun batuan di kawasan kajian	195
5.3	Perbandingan antara sudut cerun asal dengan pengubahsuaian sudut cerun bagi cerun batuan di kawasan kajian	208



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Peta Sabah di mana kawasan kajian terletak di kawasan pedalaman	3
1.2	Peta kawasan kajian di kawasan Kg. Tontolob Liwan – Kg. Tiang, sepanjang jalan Ranau - Tambunan	4
1.3	Carta aliran metodologi kajian	6
1.4	Model analisis kestabilan cerun tanah kaedah hirisan	30
1.5	Pengelasan Varnes (1978) jenis-jenis kegagalan cerun tanah	31
1.6	Ragam kegagalan cerun batuan yang utama (Hoek & Bray, 1981).	34
2.1	Suhu di kawasan Kota Kinabalu pada tahun 1997-2006 (Sumber: Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca Sabah)	43
2.2	Taburan hujan bulanan di kawasan Tambunan pada tahun 1997-2006 (Sumber: Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca Sabah)	44
2.3	Kelajuan angin di kawasan Kota Kinabalu pada tahun 1997-2006 (Sumber: Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca Sabah)	45
2.4	Komposisi penduduk di Daerah Tambunan (Ubahsuai daripada Banci Penduduk dan Perumahan Malaysia, 2000)	46
2.5	Populasi penduduk mengikut kumpulan etnik di Daerah Tambunan (Ubahsuai daripada Banci Penduduk dan Perumahan Malaysia, 2000)	46
2.6	Peta jenis guna tanah kawasan kajian (Sumber: Jabatan Pertanian Sabah, 2006)	50
2.7	Peta sistem perhubungan kawasan kajian	56
2.8	Peta topografi yang merupakan jenis ketinggian kawasan kajian	58
2.9	Peta topografi yang merupakan jenis kontur kawasan kajian	59
2.10	Peta sistem saliran kawasan kajian	62
3.1	Kedudukan plet-plet sempadan Sabah (Ubahsuai daripada Tan dan Lamy, 1990)	74
3.2	Kedudukan tektonik Sabah (Tongkul, 1994)	76
3.3	Perkembangan arah bertentangan rantau di kawasan barat dan utara Sabah dengan disebabkan daya mampatan barat laut-tenggara dan utara-selatan (Sumber: Tongkul, 1990)	77



3.4	Bentuk permukaan hakisan yang berumur Pliosen-Pleistosen di Sabah Barat telah terancang seperti digambarkan oleh kontur. Selang kontur 300 m. (Selepas Tjia, 1987)	78
3.5	Tiga pembahagian lipatan negeri Sabah (selepas Tjia, 1999)	79
3.6	Model evolusi pembentukan geologi Sabah (Tongkul, 1991)	80
3.7	Stratigrafi am Sabah Barat (Ubahsuai daripada Tongkul, 1990)	82
3.8	Stratigrafi kawasan kajian (Ubahsuai selepas Jacobson, 1970)	85
3.9	Analisis Pengelasan Pettijohn (1975) bagi lima sampel batuan di kawasan kajian	102
3.10	Peta lineamen positif dan lineamen negatif di kawasan kajian	105
3.11	Gambarajah Roset untuk analisis lineamen positif (permatang)	106
3.12	Gambarajah Roset untuk analisis lineamen negatif (sungai)	106
3.13	Ilustrasi lapisan di salah satu singkapan	108
3.14	Analisis perlapisan di kawasan kajian	109
3.15	Ilustrasi lipatan sinklin di salah satu singkapan di mana J/K di sayap kiri ialah 095/47 manakala sayap kanan pula ialah 292/61	111
3.16	Analisis perlipatan (GPS: 05° 48.081' U, 116° 28.432' T)	112
3.17	Ilustrasi sesar normar minor di mana jurus kemiringan ialah 30/64	114
3.18	Analisis stereonet untuk sesar normal minor (GPS: 05° 50.935' U, 116° 29.834' T)	114
3.19	Gambarajah Roset untuk analisis kekar pada cerun batuan B1 (Formasi Crocker) (GPS: 05° 51.896' U, 116° 31.564' T)	116
3.20	Gambarajah Roset untuk analisis kekar pada cerun batuan B2 (Formasi Crocker) (GPS: 05° 49.077' U, 116° 29.491' T)	117
3.21	Gambarajah Roset untuk analisis kekar pada cerun batuan B3 (Formasi Crocker) (GPS: 05° 48.899' U, 116° 29.352' T)	118
3.22	Gambarajah Roset untuk analisis kekar pada cerun batuan B4 (Formasi Crocker) (GPS: 05° 49.015' U, 116° 28.836' T)	119
3.23	Gambarajah Roset untuk analisis kekar pada cerun batuan B5 (Formasi Crocker) (GPS: 05° 47.633' U, 116° 28.359' T)	120
4.1	Peta lokasi-lokasi kegagalan cerun di kawasan kajian	123
4.2	Carta Kolerasi Tukul Pantulan Schmidt	126
4.3	Pengelasan Carta Segitiga bagi kelima-lima sampel tanah	131



4.4	Graf lengkung taburan saiz bagi kelima-lima sampel tanah	132
4.5	Graf kedalaman lawan kandungan kelembapan dapat menentukan nilai had cecair	137
4.6	Pengelasan carta keplastikan	137
4.7	Graf ujian mampatan proctor	142
4.8	Graf-graf ujian pemadatan bagi a) sampel T1 b) Sampel T2 c) Sampel T3 d) Sampel T4 dan e) Sampel T5	142
4.9	Graf-graf ujian mampatan unipaksi bagi a) sampel T1 b) Sampel T2 c) Sampel T3 d) Sampel T4 dan e) Sampel T5	146
4.10	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T1 (GPS: 05° 52.002' U, 116° 31.742' T)	158
4.11	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T2 (GPS: 05° 51.815' U, 116° 30.716' T)	160
4.12	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T3 (GPS: 05° 50.935' U, 116° 29.834' T)	163
4.13	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T4 (GPS: 05° 50.117' U, 116° 29.633' T)	165
4.14	Analisis kaedah hirisan bagi cerun tanah T5 (GPS: 05° 48.100' U, 116° 28.453' T)	167
4.15	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B1	170
4.16	a) Stereonet ketumpatan kekar b) Rajah Markland cerun B1	173
4.17	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B2	174
4.18	a) Stereonet ketumpatan kekar b) Rajah Markland cerun B2	177
4.19	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B3	179
4.20	a) Stereonet ketumpatan kekar b) Rajah Markland cerun B3	181
4.21	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B4	183
4.22	a) Stereonet ketumpatan kekar b) Rajah Markland cerun B4	183
4.23	Analisis had keseimbangan bagi cerun batuan B5	186
4.24	a) Stereonet ketumpatan kekar b) Rajah Markland cerun B5	188
5.1	Plot analisis survei ketakselanjaraan bagi cerun tanah di kawasan kajian	192
5.2	Plot analisis ujian Markland bagi kawasan cerun batuan di kawasan kajian	194
5.3	Carta alir pengurusan untk pembaikpulihan kegagalan cerun (Sumber: Maintenance Management Department, PLUS)	206



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
2.1 Kilang papan Keningau Sdn Bhd yang terletak berhampiran dengan Kg. Tiang (GPS: 05° 47.359' U, 116° 28.290' T, Arah Pengambilan: 129°)	47
2.2 Kedai menjual kad reload telefon (GPS: 05° 48.841' U, 116° 29.380' T, Arah Pengambilan: 314°)	49
2.3 Kawasan hutan, penanaman, dan penempatan di Kampung Kirokot (GPS: 05° 49.532' U, 116° 29.654' T, Arah Pengambilan: 132°)	51
2.4 Kawasan hutan primer di kawasan kajian (GPS: 05° 51.195' U, 116° 29.952' T, Arah Pengambilan: 012°)	53
2.5 Penanaman sawah padi di Kampung Kirokot (GPS: 05° 49.674' U, 116° 29.688' T, Arah Pengambilan: 110°)	53
2.6 Penanaman campuran seperti pokok pisang, nanas, dan sayur-sayuran (GPS: 05° 47.576' U, 116° 28.382' T, Arah Pengambilan: 060°)	54
2.7 Jalan berturap yang menghubungkan Ranau dengan Tambunan telah berlubang dan runtuh akibat hakisan sungai (GPS: 05° 48.876' U, 116° 28.646' T, Arah Pengambilan: 004°)	55
2.8 Salah satu jenis kenderaan yang beroperasi di kawasan kajian (GPS: 05° 47.595' U, 116° 28.290' T, Arah Pengambilan: 060°)	55
2.9 Sungai Tandilwan mengalir ke sungai utama iaitu Sungai Mesanggoh (GPS: 05° 51.966' U, 116° 31.856' T, Arah Pengambilan: 240°)	61
2.10 Sungai Kerokot mengalir ke Sungai Melaut (GPS: 05° 49.674' U, 116° 29.688' T, Arah Pengambilan: 192°)	61
2.11 Pemecahan batuan kepada serpihan batuan kecil akibat proses luluhawa fizikal (GPS: 05° 51.856' U, 116° 31.034' T, Arah Pengambilan: 156°)	64
2.12 Pengelupasan bawang (sferoid) yang terhasil akibat proses luluhawa Fizikal (batuan Formasi Crocker) (GPS: 05° 51.930' U, 116° 31.767' T)	65
2.13 Proses pengoksidaan terhadap ion ferum akibat luluhawa kimia dan berubah warna menjadi jingga (GPS: 05° 51.930' U, 116° 31.767' T, Arah Pengambilan: 199°)	66



- 2.14 Tindakan akar tumbuhan di mana akar yang memasuki celah batuan akan menjadi besar sehingga memecahkan batuan. (GPS: 05° 47.763' U, 116° 28.307' T, Arah Pengambilan: 199°) 67
- 2.15 Kesan tindakan organisma di mana terdapatnya lubang pada batuan (GPS: 05° 47.763' U, 116° 28.307' T, Arah Pengambilan: 222°) 68
- 2.16 Hakisan lembar di salah satu cerun (GPS: 05° 51.259' U, 116° 29.453' T, Arah Pengambilan: 166°) 69
- 2.17 Hakisan alur di salah satu cerun (GPS: 05° 48.080' U, 116° 29.432' T, Arah Pengambilan: 092°) 70
- 2.18 Hakisan galur (GPS: 05° 05° 48.080' U, 116° 29.432' T, Arah Pengambilan: 098°) 71
- 2.19 Susutan darat (gelinciran jenis dalam) yang berlaku di salah satu cerun (GPS: 05° 50.935' U, 116°29.834' T, Arah Pengambilan: 170°) 72
- 3.1 Batu pasir tebal di kawasan kajian (GPS: 05° 50.935' U, 116° 29.834' T, Arah Pengambilan: 308°) 89
- 3.2 Selang lapis batu pasir tebal dan batu lumpur nipis di kawasan kajian (GPS: 05° 49.015' U, 116° 28.836' T, Arah Pengambilan: 052°) 90
- 3.3 Syal merah tebal dengan serpihannya tertabur di kaki cerun (GPS: 05° 47.904' U, 116° 28.387' T, Arah Pengambilan: 108°) 91
- 3.4 Syal kelabu tebal di kawasan kajian (GPS: 05° 48.328' U, 116° 28.599' T, Arah Pengambilan: 078°) 91
- 3.5 Endapan Aluvium Kuaternari di kawasan kajian (GPS: 05° 49.532' U, 116° 29.654' T, Arah Pengambilan: 278°) 92
- 3.6 Lapisan silang di mana arah pergerakan arus adalah dari kanan ke kiri (GPS: 05° 48.284' U, 116° 28.571' T, Arah Pengambilan: 154°) 94
- 3.7 Telerang kuarza yang dijumpai di mana kelebarannya adalah di antara 0.5 cm hingga 4 cm (GPS: 05° 51.896' U, 116° 31.564' T, Arah Pengambilan: 108°) 95
- 3.8 Struktur beban yang dijumpai di salah satu cerun batuan (GPS: 05° 51.896' U, 116° 31.564' T, Arah pengambilan: 068°) 95
- 3.9 Perlapisan pada salah satu singkapan (GPS: 05° 49.015' U, 116° 28.836' T, Arah pengambilan: 064°) 108
- 3.10 Lipatan sinklin di salah satu singkapan (GPS: 05° 48.081' U,



	116° 28.432' T, Arah pengambilan: 094°)	111
3.11	Sesar normal minor yang berlaku pada batuan Formasi Crocker (GPS: 05° 50.935' U, 116° 29.834' T, Arah pengambilan: 075°)	113
3.12	Set-set kekar yang terdapat pada cerun batuan B1 (GPS: 05° 51.896' U, 116° 31.564' T, Arah pengambilan: 184°)	116
3.13	Set-set kekar yang terdapat pada cerun batuan B2 (GPS: 05° 49.077' U, 116° 29.491' T, Arah pengambilan: 216°)	117
3.14	Set-set kekar yang terdapat pada cerun batuan B3 (GPS: 05° 48.899' U, 116° 29.352' T, Arah pengambilan: 024°)	118
3.15	Set-set kekar yang terdapat pada cerun batuan B4 (GPS: 05° 49.015' U, 116° 28.836' T, Arah pengambilan: 074°)	119
3.16	Set-set kekar yang terdapat pada cerun batuan B5 (GPS: 05° 47.633' U, 116° 28.359' T, Arah pengambilan: 356°)	120
4.1	Cerun tanah T1 (GPS: 05° 52.002' U, 116° 31.742' T)	157
4.2	Cerun tanah T2 (GPS: 05° 51.815' U, 116° 30.716' T)	160
4.3	Cerun tanah T3 (GPS: 05° 50.935' U, 116° 29.834' T)	162
4.4	Cerun tanah T4 (GPS: 05° 50.117' U, 116° 29.633' T)	165
4.5	Cerun tanah T5 (GPS: 05° 48.100' U, 116° 28.453' T)	168
4.6	Cerun batuan B1 (GPS: 05° 51.896' U, 116° 31.564' T)	171
4.7	Cerun batuan B2 (GPS: 05° 49.077' U, 116° 29.491' T)	175
4.8	Cerun batuan B3 (GPS: 05° 48.899' U, 116° 29.352' T)	178
4.9	Cerun batuan B4 (GPS: 05° 49.015' U, 116° 28.836' T)	182
4.10	Cerun batuan B5 (GPS: 05° 47.633' U, 116° 28.359' T)	185
5.1	Pembinaan gabion pada cerun tanah T2 (GPS: 05° 51.815' U, 116° 30.716' T)	207

SENARAI FOTOMIKRO

No. Fotomikro	Muka Surat
3.1	Bentuk butiran kuarza (Q) yang berjulat dari bersudut hingga sub sudut dan alkali feldspar (A) iaitu karlsbad (nikol silang) 98
3.2	Bentuk butiran kuarza (Q) yang berjulat dari bersudut hingga sub sudut dan alkali feldspar (A) iaitu karlsbad (warna sebenar) 98
3.3	Plagioklas feldspar (P), mika (M) dan serpihan batuan (SB) dijumpai, manakala matriks mengisi ruang antara butiran (nikol silang) 100
3.4	Plagioklas feldspar (P), mika (M) dan serpihan batuan (SB) dijumpai, manakala matriks mengisi ruang antara butiran (warna sebenar) 100



SENARAI RUMUS

No. Rumus	Muka Surat
1.1 Daya, $T = \left[\left(\pi D H \times \tau_u \times \left(\frac{D}{2} \right) \right) \right] + 2 \int_0^{\frac{D}{2}} (2 \pi \gamma \tau_u) dy$	11
1.2 Daya, $T = \tau_u \times \left(\frac{\pi D^2 H}{2} + \frac{\pi D^3}{6} \right)$	11
1.3 Peratus kandungan kelembapan, $\omega_0 = \frac{M_w}{M_D} \times 100$	16
1.4 Peratus kandungan bahan organik, $BOT = \frac{M_D}{M_{400^\circ C}} \times 100$	17
1.5 Pekali kelengkungan, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})}$	18
1.6 Pekali keseragaman, $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	18
1.7 Indeks keplastikan, $I_p = W_L - W_P$	20
1.8 Pengecutan linear, $LS = \left(1 - \frac{L_D}{L_O} \right) \times 100\%$	21
1.9 Graviti tentu, $G_s = \frac{G_L(M_2 - M_1)}{(M_4 - M_1) - (M_3 - M_2)}$	22
1.10 Ketumpatan pukal, $\rho = \frac{M_2 - M_1}{V} \text{ Mg/m}^3$	23
1.11 Ketumpatan kering, $\rho_d = \left(\frac{1}{1 + \omega_0} \right) \rho \text{ Mg/m}^3$	23
1.12 Kekuatan ricih tanah, $\tau = C + \sigma \tan \phi$	24
1.13 Pekali kebolehtelapan, $k = 3.84 \frac{aL}{At} \log \frac{h_1}{h_2} \times 10^{-5}$	25
1.14 Indeks kekuatan beban titik, $I_{s(50)} = I_s K_{PLT}$	26
1.15 Kandungan kelembapan asal, $W = \frac{A - B}{B - C} \times 100\%$	28

- 1.16 Indeks kebolehtahanlasakan batuan (kitaran kedua), $I_d(2) = \frac{W_F - C}{B - C} \times 100$ 28
- 1.17 Faktor keselamatan cerun tanah, $FK = \frac{CA + (W \cos \theta) \tan \phi}{W \sin \theta}$ 30
- 1.18 Faktor Keselamatan cerun batuan, $FK = \frac{F_r}{F_d} = \frac{CA + (W \cos \theta) \tan \phi}{W \sin \theta}$ 32



RUJUKAN

- Annual Book of ASTM Standards, *ASTM*, 1989. Philadelphia: t.p
- Adong L. & Rodeano R. 2005. *Study of Mass Movement along Bundu Tuhan-Kundasang, Kota Kinabalu–Ranau Highway, Sabah, Malaysia*. University Malaysia Sabah.
- 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. 2004. An Investigation of Heavy Metals Retention in Lime Stabilised Soil. *Borneo Science* **15**, 1-13.
- Basir J. & Sanudim T. 1991. Late Eocene Planktonic Foraminifera from the Crocker Formation, Pun BATu, Sabah. Dlm: Ban Zhuan. 2006. *Geologi Am dan Kajian Kestabilan Cerun Kawasan Bundu Tuhan-Kundasang, Jalan Raya Tamparuli-Sandakan, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (Tidak Diterbitkan).
- Beavis, F. C. 1985. *Geologi Kejuruteraan*. Ibrahim Komoo dan Tajul Anuar Jamaluddin (ptjr.), 1992. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Bernard, F., Muller, C., Letousey, J., Rangin, C. & Sanudin haji Tahir. 1990. Evidence of multiphas deformation in the Rajang-Crocker Range (Northern Borneo) from landsat imagery interpretation: Geodynamic implications. *Tectonophysics* **183**. 321-339.
- 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.



- Braja, M. D., 2002. *Principles of Geotechnical Engineering*. Thomson Learning, USA.
- British Standard BS 5930. 1981. *Site Investigation*. British Standard Institution, London.
- British Standard BS 1377, 1975. *Methods of Test Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution, London.
- Bromhead, E. N. 1994. *The Stability of Slopes*, Ed. ke-2. Blackie Academic & Professional, Great Britain.
- Bujang K. Huat, Ahmad Jusoh & Shukri Maail. 1991. *Pengenalan Mekanik Tanah*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Collenette, P. 1958. The Geology and Mineral resources of the Jesselton-Kinabalu area, North Borneo, *Geol. Surv. Dept. Brit. Terr. Mem. 6*.
- Craig, R. F. 1993. *Mekanik Tanah*. Ed. ke-4. Aminaton Marto, Fatimah Mohd. Noor & Fauziah Kasim (ptrj). Unit Penerbitan Akademik, Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru.
- Craig, R. F. 1997. *Soil Mechanics*. 6th Edition. E & FN SPON, London.
- Faisal, M. M. & Edward Voo, L. Z. 1998. Preliminary Report on Slope Stability of the Kota Kinabalu-Tambunan Road, Sabah. *Borneo Science* 4, ms. 11-26.
- Faisal, M. M., Sanudin T., Baba Musta, & Shariff A. K. O. 1999. A Study of Mass Movement along Kundasang Road, Sabah. GEOSEA 98 Proceedings, *Geol. Soc. Of Malaysia. Bull.* 43. 187-190.
- Gasim, M. B. 1987. Sifat-sifat Struktur geologi Formasi Crocker dan Kesannya terhadap Tanah Runtuh. Dlm: Faisal, M. M., Sanudin T., Baba Musta, & Shariff A. K. O.



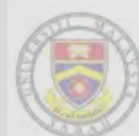
1999. A Study of Mass Movement along Kundasang Road, Sabah. GEOSEA 98 Proceedings, *Geol. Soc. Of Malaysia. Bull.* **43**. 187-190.
- Gasim, M. B., Sanudin T. & Brunotte, D. A. 1993. Tectonic Evolution of the Marudu Bay, Sabah, Malaysia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* **8** (1-4), 513-527.
- Gasim, M. B. 1994. Canggaaan Bertindan dalam Formasi Crocker di Kawasan Tamparuli, Sabah. *Warta Geologi* **20** (3), 237-238.
- Holtz, W. G. & Gibbs, H. J. 1956. Engineering Properties of Expansive Clay. *Transaction of the ASCE.* **121**. 641-677.
- Hutchison, C. S. 1968. Tectogene Hypothesis Applied to the Pre-Tertiary of Sabah and the Phillipines. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* **1**, 65-79.
- Hutchison, C. S. 2005. *Geology of North-West Borneo Sarawak, Brunei dan Sabah*. Elsevier B. V. 179-185.
- ISRM. 1985. Suggestion Method for Determining Point Load Strenght. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci & Geoech.* **22**. 51-60.
- Ibrahim, K. 1995. *Geologi Kejuruteraan Perspektif rantau Tropika Lembap*. Universiti Kebangsaan Malaysia. Bangi.
- Jacobson, G. 1970. Gunong Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. *Geological Survey Malaysia Report* **8**.
- Jamaluddin Jahi. 1989. *Pengantar Geomorfologi*. Dewan Bahasa Pustaka, Kuala Lumpur.



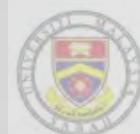
- Malone, A. 1999. Understanding Slope Movements and the Failure Process. *Warta Geologi* **25** (3), 95.
- Mohamad Pauzi Abdullah, 2000. Geohazard Assessment along Kota Kinabalu-Tambunan-Ranau Highway, Sabah, Malaysia. *CCOP Technical Bulletin, Vol. 29*, 75-86.
- Mohamad Zikri Bin Zainudin. 2006. *Geologi Am dan Pemetaan Kejuruteraan Geologi di Kawasan Petagas – Likas Barat Bandaraya Kota Kinabalu*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (Tidak Diterbitkan).
- Mohd Asbi Othman. 1994. *Proceeding of the 2nd Geotechnical Division Seminar*. Institut Kerja Raya Malaysia.
- Mohd Firrdaus Bin Roslan, 2006. *Kajian Keberkesanan Kaedah Pengawalan Hakisan Pada Kestabilan Cerun*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Teknologi Malaysia (tidak Diterbitkan).
- Nawawi Jusoh. 1990. *Geologi Asas untuk Juruukur*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Niethammer dan Hotz. 1915. Geologi kawasan Jesselton – Kinabalu. Dlm: Collenette, P. 1958. The Geology and Mineral resources of the Jesselton-Kinabalu area, North Borneo, *Geol. Surv. Dept. Brit. Terr. Mem.* 6.
- Neoline, W. L. E. 2003. *An Evaluation of mass Movement Along 84.075-96.100 km, Kota Kinabalu-Ranau Highway, Sabah. A study of Consolidation Test and Modelling the Slopes*. Disertasi sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan)



- Ong G. L. & Md. Zaini Madi. 2001. Rockfall Hazards Analysis. *Warta Geologi* **27** (4), 179.
- Rahman Yaccup. 1999. *Penggunaan Integrasi Kaedah Geofizik dan Geologi Kejuruteraan untuk Mengkaji Gelinciran Tanah*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. (Tidak Diterbitkan).
- Raj, J. K. 1993. Point Load Strength of A Porphyritic Hypersthene Microdiorite from Tawau Area, Sabah, East Malaysia. *Warta Geologi* **19** (4), 159-163.
- Rangin, C., Bellon, H., Bernard, F., Letousey, J., Muller, C. & Sanudin Haji Tahir. 1990. Neogene arc-continental collision in Sabah, Northern Borneo (Malaysia). *Tectonophysics* **183**. 305-319.
- Reinhard, M. & Wenk, E. 1951. Geology of the colony of the North Borneo. Dlm: Collenette, P. 1958. The Geology and Mineral resources of the Jesselton-Kinabalu area, North Borneo, *Geol. Surv. Dept. Brit. Terr. Mem.* 6.
- Rodeano R., Faisal, M. M., Sanudin T. & Shariff A. K. O. 2004. Effect of Geology on Mass Movement in Bundu Tuhan Area, Sabah, Malaysia. *Borneo Science* **15** (5), ms. 45-56.
- Rodeano R., Sanudin T. & Shariff A. K. O. 2005. Shallow Slide in the Tenompok Area, Ranau, Sabah, Malaysia. Dlm: IEM-GSM Forum. 'Case Histories in Engineering Geology and Geotechnical Engineering'. Selangor, Malaysia.
- Seet, C. P. 1990. Laporan dan Peta Mineral Exploration in the Kinabalu Area Sabah. Dlm: Zaki B. Alias. 2005. *Analisis Geologi kawasan Ranau, Sabah menggunakan Imej Satelit Radarsat*. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia.



- Sivalingam, S., 1994. Clay Mineralogy and Sandstone Diagenesis of Turbidite Deposits from the Crocker Formation, Sabah, East Malaysia. *Warta Geologi* **20** (2), ms. 69-75.
- Skempton, A. W. 1953. The Colloidal Activity of Clays. *Proceeding, 3rd Int. Conference Soil Mechanic. Found. Eng.* **1**.
- Smith, G. N. 1982. *Unsur Mekanik Tanah untuk Jurutera awan dan Jurutera Lombong*. Abdul Rahman Mahamood (ptjr.), 1997. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Sowers, G. F. 1979. *Introductory Soil Mechanics and Foundations. Geotechnical Engineering*. Mcmillan, New York.
- Stauffer, P. H., 1967. Studies in the Crocker Formation, Sabah. Dlm: William, A. G., Lambiease, J. J., Back, S., & Jamiran, M. K. 2002. Sedimentology of the Jalan Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, Western Sabah. *Geological Society of Malaysia* **47**.
- Tajul Anuar Jamaluddin. 1989. Struktur sedimen dalam Formasi Crocker di kawasan Tamparulli, Sabah. *Geological Society of Malaysia Bull.* **24** (11), 135-157.
- Tajul Anuar Jamaluddin. 2006. Faktor Manusia dan kegagalan Cerun di Malaysia. *Geological Society of Malaysia Bull.* **52**. 75-84.
- Tan, N. K. & Lamy, J. M. 1990. Tectonic Evolution of the NW Sabah Continental Margin Since Late Eocene. *Geol. Society of Malaysia Bulletin* **27**.
- Tating, F. F. & Webster, W. V. C. 2001. *Site Investigation at the proposed Community Service Center at Kg. Pahu, Tambunan, Sabah*. Jabatan Mineral dan Geosains Sabah.



- Terzhagi, K. & Peck, R. B. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Thomas Telford Publishing. New York
- Tjia, H. D. 1984. *Aspek Geologi Kuartener Asia Tenggara*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Tjia, H. D. 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Tjia, H. D. 1987. Accretion Tectonics in Sabah: Kinabalu Suture and East Sabah Exotic Terrane. *Geological Society of Malaysia* 13 (6). 282.
- Tongkul, F., 1989. Weak zones in Kota Kinabalu Area, Sabah, East Malaysia. *Warta Geologi* 9 (1).
- Tongkul, F. 1990. Structural style and tectonics of western and northern Sabah. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 27, 227–239.
- Tongkul, F. 1991. Tectonic Evolution of Sabah, Malaysia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* 6 (3/4), 395-405.
- Tongkul, F., 2000. *Sedimentologi*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Wilford, G. E. 1967. *Geological Map of Sabah, East Malaysia*. Dlm: Jacobson, G. 1970. Gunong Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. *Geological Survey Malaysia Report* 8.
- Zaki B. Alias. 2005. *Analisis Geologi kawasan Ranau, Sabah menggunakan Imej Satelit Radarsat*. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia.

