

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN PEMETAAN GEOLOGI KEJURUTERAMAN TERAIN
KAWAJIAN PEKAN PAMAU - KG. TUNGGU, JALAN PAMAU - TAMBUHAN, SABAH

IJAZAH: Sarjana Muda Sains

SAYA LAI YEAN SANG

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 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

EAA

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: LOT 111, NO 160, LORONG
1, JALAN KROKOP, 98000
MIRI, 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).



00001100004

**GEOLOGI AM DAN PEMETAAN GEOLOGI KEJURUTERAAN
TERAIN KAWASAN PEKAN RANAU – KG. TUNGOU ,
JALAN RANAU – TAMBUNAN,
SABAH**

LAI YEAN SANG

**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

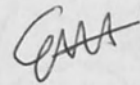


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

18 April 2008



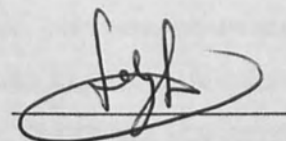
LAI YEAN SANG

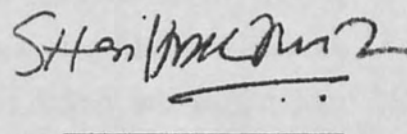
HS2005-4237



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 menyampaikan jutaan penghargaan kepada Encik Rodeano Roslee yang selaku penyelia saya bagi kajian ini yang banyak menyumbangkan masa, ajaran, dorongan dan petunjuk sehingga melengkapkan kajian ini.

Tidak lupa juga kepada pensyarah-pensyarah program geologi Universiti Malaysia Sabah iaitu Dekan Sekolah Sains dan Teknologi Prof. Madya Dr. Shariff A.K. Omang, Prof. Sanudin Hj. Tahir, Prof. Madya Dr. Baba Musta, Prof. Dr. Felix Tongkul dan Encik Sahat Sadikun di atas segala tunjuk ajar dan juga pedomen yang diberikan sepanjang pengajian selama 3 tahun ini.

Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal terutamanya Encik Jalalludin yang menghulurkan bantuan kepada saya dalam proses menyiapkan disertasi ini dan juga para kakitangan kerajaan dan swasta khususnya Pusat Remote Sensing Malaysia (MACRES), Jabatan Tanah dan Ukur Sabah, Jabatan Mineral dan Geosains Sabah dan Jabatan Kajicuaca Malaysia yang banyak membantu dalam pencarian maklumat serta bahan untuk menyiapkan kajian ini. Begitu juga berterima kasih kepada Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah yang menghulurkan bantuan.

Setinggi-tinggi penghargaan juga kepada ahli keluarga saya yang berada di Miri dan juga kawan serumah saya di Sabah yang banyak memberikan semangat dan dorongan dari segi wang dan masa. Terakhir sekali, saya ingin mengucapkan ribuan penghargaan kepada rakan-rakan seperjuangan yang membantu semasa saya menghadapi masalah dalam proses menyiapkan kajian dan menghasilkan disertasi ini. Budi dan sumbangan kalian akan dihargai dari lubuk hati yang ikhlas.

Sekian, terima kasih.

Lai Yean Sang

HS2005-4237

ABSTRAK

Kawasan kajian ini terletak di sepanjang jalan Pekan Ranau ke Kampung Tungou (0-20km). Luas kawasan kajian ialah 120 km persegi dan dilingkungi oleh latitud U 5° 52' ke U 5° 57' serta longitud T 116° 32' ke T 116° 39'. Kawasan kajian terdiri daripada Formasi Trusmadi yang berusia Paleosen Lewat hingga Eosen Awal, Formasi Crocker yang berusia Eosen Lewat hingga Miosen Awal dan endapan alluvium kuaternari yang berusia Resen. Unit batuan Formasi Trusmadi terdiri daripada batu berargilit, selang lapis batu pasir dan lapisan syal dan batu pasir manakala Formasi Crocker pula terdiri daripada batu pasir, selang lapis batu pasir dan lapisan syal dan juga syal. Endapan aluvium terdiri daripada kerikil, pasir, lumpur dan lempung. Arah canggaan bagi Formasi Trusmadi dan Formasi Crocker di kawasan kajian ialah timur laut-barat daya. Pengelasan batu pasir sampel batuan adalah antara kuarza wak hingga litik wak. Kajian melibatkan pemetaan geologi kejuruteraan terain dengan menggunakan bantuan perisian ArcGIS bagi tujuan menentukan kesesuaian kawasan pembangunan. Peta-peta tematik yang dihasilkan termasuk peta taburan lokasi tanah runtuh, peta geologi kejuruteraan terain, peta elevasi digital (DEM), peta sudut cerun, peta jenis guna tanah, peta hakisan dan ketidakstabilan, peta kadar hakisan tanah (USLE), peta geobencana, peta geologi kejuruteraan, peta kesesuaian kawasan pembangunan dan peta zon risiko tanah runtuh. Daripada pemetaan kesesuaian kawasan pembangunan yang dihasilkan, didapati 66% daripada kawasan kajian terdiri daripada Kelas I dan II yang sesuai untuk dibangunkan. Kelas III meliputi 14% kawasan kajian yang kesesuaiannya adalah lebih rendah berbanding dengan Kelas I dan II. 20% kawasan kajian merupakan kawasan Kelas IV dan adalah tidak sesuai untuk dibangunkan kerana mempunyai had geoteknikal dan kos kejuruteraan yang tinggi.

ABSTRACT

The study area is located along the Roadway Ranau to Tambunan area (0 – 20km). The covered area is about 120 km² and the latitude of N 05° 52' to N 05° 57' and longitude of E 116° 32' to E 116° 39'. The study areas are consist of 3 units rock formation, the Trusmadi Formation aged Late Paleocene till Early Eocene, Crocker Formation aged Late Eocene till Early Miocene and Quaternary alluvium aged recent. Trusmadi Formation is characterized by argillaceous rock, sandstone interbedded with shale and sandstone. Cocker Formation is characterized by massive sandstone, sandstone interbedded with shale and shale. Alluvium deposition is comprised by pebble, sand and mud. The deformation force that exerts on the Trusmadi Formation and Crocker Formation in study area is NE-SW trend. The classification of sandstones is between quartz wacke and lithic wacke. This dissertation composes of the research in engineering geology terrain mapping and produces thematic maps by using technique ArcGIS. The thematic maps produced are landslide distribution map, terrain classification engineering geology map, digital elevation map (DEM), slope gradient map, land use map, erosion and instability map, soil loss map (USLE), geohazard map, engineering geology map, landslide geohazard zonation map and land suitability assessment for development map. According to the land suitability assessment for development map, about 66% from study area is categorized as Class I and II which is suitable for any development. There are only 14% classified as Class III which is less suitable for development than Class I and II. 20% of study area is Class IV area and is not suitable for development because of the high limitation of geotechnical and high engineering cost.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PERAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI FOTO	xviii
SENARAI MIKROFOTO	xxi
SENARAI RUMUS	xxii
RUJUKAN	172
LAMPIRAN	176

SENARAI KANDUNGAN

Kandungan	Muka Surat
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Lokasi Kawasan Kajian	2



1.3	Objektif Kajian	4
1.4	Kepentingan Kajian	4
1.5	Metodologi Kajian	5
1.5.1	Kajian Awal	5
1.5.1.1	Rujukan Perpustakaan	6
1.5.1.2	Tafsiran Fotograf Udara dan Peta Dasar	6
1.5.1.3	Penyediaan Peta	7
1.5.2	Kajian Lapangan	7
1.5.2.1	Persediaan Awal	7
1.5.2.2	Pemetaan Geologi	7
1.5.2.3	Pemetaan Geologi Kejuruteraan Terain	8
1.5.2.4	Pemetaan Lokasi Tanah Runtuh	13
1.5.2.5	Persampelan Tanah dan Batuan	13
1.5.3	Kajian Makmal	13
1.5.3.1	Petrografi	14
1.5.3.2	Analisis Geologi Struktur	14
1.5.3.3	Analisis Saiz Butiran	15
1.5.3.4	Kandungan Kelembapan	15
1.5.3.5	Penghasilan Peta dengan menggunakan Perisian Corel	16
1.5.3.6	Analisis Data Satelit dan Foto Udara dengan menggunakan Perisian Penderian Jauh (Remote Sensing)	16
1.5.3.7	Penghasilan Peta dengan menggunakan Perisian Sisitem Maklumat Geografi (GIS)	17



1.5.4	Analisis dan Tafsiran Data	18
1.5.4.1	Pemetaan Geologi Kejuruteraan Terain	18
1.5.4.2	Penderiaan Jauh (Remote Sensing)	19
1.5.4.3	Sistem Maklumat Geografi (GIS)	20
1.5.5	Penulisan Disertasi	20
1.6.	Kajian Perpustakaan	21
1.6.1	Kajian Geologi Am	21
1.6.2	Kajian Geologi Kejuruteraan dalam konteks pembangunan	23
1.6.3	Kajian Penderiaan Jauh (Remote Sensing) dan Sistem Maklumat Geografi (GIS)	24

BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI

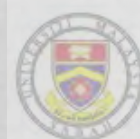
2.1	Pengenalan	26
2.2	Geografi	26
2.2.1	Iklim	26
2.2.1.1	Suhu	27
2.2.1.2	Taburan Hujan	28
2.2.1.3	Kelajuan Angin	28
2.2.2	Populasi	29
2.2.3	Kegiatan Ekonomi	30
2.2.4	Jenis Guna Tanah	32
2.2.5	Tumbuhan dan Tanaman	34



2.2.6	Sistem Perhubungan dan Pengangkutan	35
2.3	Geomorfologi	37
2.3.1	Topografi	37
2.3.2	Sistem Saliran	40
2.3.3	Proses Geomorfologi	42
2.3.3.2	Luluhawa	42
	a. Luluhawa Fizikal	42
	b. Luluhawa Kimia	43
	c. Luluhawa Biologi	45
2.3.3.3	Hakisan	46
	a. Hakisan Lembar	46
	b. Hakisan Alur	47
	c. Hakisan Galur	48
2.3.3.4	Susutan Tanah (Pergerakan Jisim)	49

BAB 3 GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI

3.1	Pengenalan	51
3.2	Latar Belakang Tektonik	52
3.3	Stratigrafi	56
3.3.1	Stratigrafi Rantau	56
3.3.2	Stratigrafi Tempatan	57
3.4	Litologi	59



3.4.1	Unit Batuan	59
3.4.1.1	Formasi Trusmadi	59
a.	Unit Batuan Berargilit	60
b.	Unit Batuan Selang Lapis Batu Pasir dan Syal	62
c.	Unit Batuan Batu Pasir	63
3.4.1.2	Formasi Crocker	64
a.	Unit Batuan Batu Pasir Tebal	64
b.	Unit Batuan Selang Batu Pasir dan Lapisan Syal	65
3.4.1.3	Endapan Aluvium	67
3.4.2	Struktur Sedimen	68
3.4.3	Petrografi	71
3.4.3.1	Mineral Kuarza	72
3.4.3.2	Mineral Feldspar	75
3.4.3.3	Mika dan Serpihan Batuan	76
3.4.3.4	Matriks	78
3.4.4	Pengelasan Batu Pasir	79
3.5	Geologi Struktur	82
3.5.1	Lineamen	83
3.5.1.1	Lineamen Positif	86
3.5.1.2	Lineamen Negatif	87
3.5.2	Perlapisan	88
3.5.2.1	Pengelasan	88
3.5.2.2	Analisis	89



3.5.3	Perlipatan	90
3.5.3.1	Pengelasan	90
3.5.3.2	Analisis	92
3.5.4	Sesar	92
3.5.4.1	Pengelasan	93
3.5.4.2	Analisis	94
3.5.5	Kekar	95
3.5.5.1	Pengelasan	95
3.5.5.2	Analisis	96

BAB 4 PEMETAAN GEOLOGI KEJURUTERAAN TERAIN & RISIKO TANAH RUNTUH

4.1	Pengenalan	100
4.2	Analisis Taburan Lokasi Tanah Runtuh	102
4.3	Pertimbangan Kejuruteraan Terhadap Aktiviti Terain	103
4.3.1	Kadar Luluhawa	103
4.3.2	Cerun Semulajadi	103
4.3.3	Cerun Potongan	104
4.3.4	Cerun Tambakan	105
4.3.5	Cerun Teres	106
4.3.6	Jasad Air	107
4.4	Pemetaan Geologi Kejuruteraan Terain	108
4.4.1	Pengelasan Geologi Kejuruteraan Terain	109



4.4.2	Peta Elevasi Digital (DEM)	123
4.4.3	Sudut Cerun	125
4.4.4	Jenis Guna Tanah	127
4.4.5	Hakisan dan Kestabilan	130
4.5.6	Kadar Hakisan Tanah	133
4.4.6.1	Faktor Hakisan Hujan	133
4.4.6.2	Faktor kebolehakisan tanah	134
4.4.6.3	Faktor Kecerunan Tanah	135
4.4.6.4	Faktor Litupan Tumbuhan	136
4.4.6.5	Faktor Langkah Konservasi	137
4.4.6.6	Kadar Toleransi Kehilangan Tanah	138
4.4.6.7	Analisis Rumus Kehilangan Tanah Universal (USLE)	138
4.4.7	Geo-Bencana	142
4.4.8	Geologi Kejuruteraan	145
4.4.9	Kesesuaian Kawasan Pembangunan	147
4.5	Analisis Penilaian Risiko Kejadian Tanah Runtuh	150
4.5.1	Aplikasi Pertindihan Pemberat	150
4.5.2	Zon Risiko Tanah Runtuh	151
4.6	Analisis Data Satelit di Kawasan Kajian Ranau	154

BAB 5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

5.1	Pengenalan	156
-----	------------	-----

5.2	Geologi Am dan Stratigrafi	156
5.3	Geologi Kejuruteraan	157
5.3.1	Hubungan antara latar belakang geologi dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	158
5.3.2	Hubungan antara kadar luluhawa dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	159
5.3.3	Hubungan antara sudut cerun dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	159
5.3.4	Hubungan antara hakisan dan ketidakstabilan dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	160
5.3.5	Hubungan antara aktiviti manusia dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	162
5.3.6	Hubungan antara tumbuhan penutup dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	163
5.3.7	Hubungan antara resipan air dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	164
5.3.8	Hubungan antara bahan geologi dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	164
5.3.9	Hubungan antara aktiviti cerun dengan kesesuaian kawasan pembangunan dan risiko kejadian tanah runtuh	166
5.4	Faktor-faktor pemilihan kesesuaian kawasan pembangunan	167
5.5	Faktor-faktor penilaian risiko kejadian tanah runtuh	168
5.6	Analisis Ketepatan Pemetaan Yang Dihasilkan	168



5.7	Kesimpulan	169
5.8	Cadangan Kajian Lanjut	169

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka Surat
1.1	Jadual atribut pengelasan pemetaan geologi kejuruteaan terain. (Sumber: Chow & Zakaria, 2002)	10
1.2	Jadual pengelasan kesesuaian kawasan pembangunan. (Sumber: selepas Brand, 1988)	12
3.1	Peratus kandungan mineral dalam sampel batuan yang dikaji.	81
3.2	Pengiraan peratusan komposisi mineral kuarza, feldspar dan Serpihan batuan.	81
4.1	Senarai nombor poligon dan kod-kod atribut pengelasan terain.	113
4.2	Pengelasan Faktor Kebolehkisan tanah. (Sumber : Selepas Robert P. Stone & Don Hilborn, 2000)	134
4.3	Pengelasan Faktor Litupan Tumbuhan. (Sumber : Selepas Robert P. Stone & Don Hilborn, 2000)	136
4.4	Pengelasan Faktor Langkah Konservasi. (Sumber : Selepas Robert P. Stone & Don Hilborn, 2000)	137
4.5	Pengelasan Kadar Toleransi Kehilangan Tanah.	138
4.6	Kadar hakisan pada cerun di kawasan kajian	140



SENARAI RAJAH

Rajah	Muka Surat
1.1	Peta Sabah dan lokasi kawasan kajian. 2
1.2	Peta dasar kawasan kajian. 3
2.1	Purata suhu kawasan Kota Kinabalu (1996-April 2007) (Sumber: Jabatan Kajicuaca Malaysia, 2007) 27
2.2	Taburan hujan bulanan di Ranau (1996-April 2007) (Sumber : Jabatan Kajicuaca Malaysia, 2007) 28
2.3	Kelajuan Angin Kota Kinabalu (2003-April 2007) (Sumber : Jabatan Kajicuaca Malaysia, 2007) 29
2.4	Populasi penduduk Ranau mengikut etnik (2000) (Sumber : Jabatan Perangkaan, 2007, Sabah) 30
2.5	Peta guna tanah kawasan kajian. 33
2.6	Sistem jalan raya di kawasan kajian. 36
2.7	Peta topografi kontur kawasan kajian 38
2.8	Peta topografi kawasan kajian. 39
2.9	Peta sistem saliran sungai kawasan kajian 41
3.1	Kedudukan plet-plet tektonik utama di rantau Asia Tenggara (Tan & Lamy, 1990). 53
3.2	5 Episod tektonik pembentukan Sabah (Tongkul, 1990). 55
3.3	Jujukan stratigrafi kawasan kajian. (Diubahsuai daripada Yin, 1998). 57



3.4	Peta geologi di kawasan kajian.	58
3.5	Segitiga pengelasan batu pasir yang digunakan. (Diubahsuai dari Pettijohn, 1975)	80
3.6	Kedudukan peratusan pengelasan batu pasir sampel batuan dalam segitiga wak dalam pengelasan Pettijohn (1975).	82
3.7	Lineamen positif di kawasan kajian.	84
3.8	Lineamen negatif di kawasan kajian.	85
3.9	Analisis lineamen positif kawasan kajian. Arah canggaan timur laut – barat daya didapati.	86
3.10	Analisis lineamen negatif kawasan kajian. Arah canggaan Timur Laut – Barat Daya didapati.	87
3.11	Analisis perlapisan bagi kawasan kajian.	90
3.12	Analisis perlipatan yang berlaku di kawasan kajian.	92
3.13	Analisis sesar normal di cerun batuan kawasan kajian yang berformasi Trusmadi. Arah canggaan dijangka dari Timu Laut - Barat Daya.	94
3.14	Analisis rajah ros bacaan kekar di cerun Formasi Trusmadi Kampung Mindohuon.	97
3.15	Analisis rajah ros kekar di cerun batuan Formasi Trusmadi.	97
3.16	Analisis rajah ros kekar di cerun batuan Formasi Trusmadi di Kampung Kinarasan.	98
3.17	Analisis rajah ros kekar di cerun batuan berformasi Trusmadi	98
3.18	Analisis rajah ros kekar cerun batuan Formasi Crocker di	



	21.65km dari Pekan Ranau.	99
4.1	Peta taburan lokasi tanah runtuh.	103
4.2	Contoh atribut pengelasan poligon bagi pemetaan geologi kejuruteraan terain.	110
4.3	Kaedah penghasilan peta elevasi digital.	111
4.4	Kaedah penghasilan peta pengelasan geologi kejuruteraan terain (poligon)	112
4.5	Peta pengelasan geologi kejuruteraan terain.	122
4.6	Peta elevasi digital (DEM).	124
4.7	Peta sudut cerun kawasan kajian.	126
4.8	Peta jenis guna tanah.	129
4.9	Peta hakisan dan ketiadmstabilan.	132
4.10	Carta segitiga pengelasan tekstur tanah USDA.	139
4.11	Peta kehilangan tanah (USLE).	140
4.12	Kaedah penghasilan peta geobencana.	141
4.13	Peta geobencana kawasan kajian.	142
4.14	Peta geologi kejuruteraan.	145
4.15	Kaedah penghasilan peta kesesuaian kawasan pembangunan.	146
4.16	Peta kesesuaian kawasan pembangunan.	148
4.17	Kaedah penghasilan peta zon risiko tanah runtuh.	150
4.18	Peta zon risiko tanah runtuh kawasan kajian.	152
4.19	Data satelit SPOT5 (10m) kawasan kajian di kawasan Ranau.	



(Sumber daripada MACRES, 2007)

154

SENARAI FOTO

Foto	Muka Surat
2.1	
	31
2.2	31
2.3	32
2.4	34
2.5	35
2.6	40
2.7	43
2.8	44
2.9	45
2.10	47
2.11	48
2.12	49
2.13	



	Kampung Mumpait.	50
3.1	Unit batuan batu berargilit.	61
3.2	Telerang jelas pada batuan berargilit gelap.	61
3.3	Batu pasir berselang lapis dengan syal.	62
3.4	Batu pasir termetamorf di kawasan kajian.	63
3.6	Batu pasir tebal di kawasan kajian dekat Kampung Mumpait, 21.65km dari pekan Ranau.	65
3.7	Batu pasir berselang lapis dengan lapisan syal yang nipis pada unit batuan Formasi Crocker di kawasan 21.65km dari Pekan Ranau.	66
3.8	Kawasan endapan aluvium dekat Sungai Kihonut.	67
3.9	Struktur perlapisan ditunjukkan di cerun batuan 21.65km dari pekan Ranau.	69
3.10	Laminasi selari yang terganggu.	70
3.11	Kesan beban pada batuan Formasi Trusmadi di kawasan Kampung Kinarasan.	71
3.12	Contoh perlapisan antara batu pasir dan syal.	89
3.13	Perlipatan yang berlaku di Formasi Trusmadi.	91
3.14	Terdapat sesar normal di kawasan kajian pada cerun batuan Formasi Trusmadi.	93
3.15	Contoh set kekar major di cerun batuan Formasi Trusmadi.	96
4.1	Kerja mitigasi penyimenan dijalankan pada cerun yang terhakis.	101
4.2	Rajah cerun semulajadi yang ditangkap dari Kampung Kinarasan.	105



4.3	Cerun Potongan di kawasan Kampung Mindohuon.	106
4.4	Cerun tambakan di kawasan berhampiran dengan Kampung Perobot.	107
4.5	Cerun teres di kawasan Kampung Kinarasan.	108
4.6	Contoh air larian yang terdapat di kawasan Kampung Perobot.	109
4.7	Kecuraman sudut cerun kelas 2 dan 3 ditunjukkan.	125
4.8	Gambar menunjukkan cerun bertumbuhan tandus dan berkadar resipan air sedikit.	128
4.9	Contoh hakisan galur sedikit di kawasan Kampung Randagong.	131
4.10	Kejadian tanah runtuh berlaku di depan Kampung Lagkau.	142
4.11	Contoh kawasan kelas I ($0^{\circ} - 15^{\circ}$) di kawasan Kampung Randagong.	147
5.1	Penebangan tanaman permukaan menyebabkan berlakunya hakisan tanah.	161
5.2	Kegagalan cerun berlaku pada cerun tanah.	165
5.3	Penanaman tumbuhan penutup pada permukaan cerun.	171



SENARAI MIKROFOTO

Mikrofoto	Muka Surat
3.1 Foto irisan nipis sampel batuan 1 Formasi Trusmadi dari Kampung Mindohuon. (Warna Gangguan)	73
3.2 Foto irisan nipis sampel batuan 1 Formasi Trusmadi dari Kampung Mindohuon. (Warna Sebenar)	73
3.3 Foto irisan nipis sampel batuan 2 Formasi Trusmadi. (Warna Gangguan)	74
3.4 Foto irisan nipis sampel batuan 2 Formasi Trusmadi. (Warna Sebenar)	74
3.5 Foto irisan nipis sampel batuan 3 Formasi Trusmadi. (Warna Gangguan)	75
3.6 Foto irisan nipis sampel batuan 3 Formasi Trusmadi. (Warna Sebenar)	76
3.7 Foto irisan nipis sampel batuan 4 Formasi Trusmadi (Warna Gangguan)	77
3.8 Foto irisan nipis sampel batuan 4 Formasi Trusmadi (Warna Sebenar)	77
3.9 Foto irisan nipis sampel batuan 5 Formasi Crocker di 21.65km dari Pekan Ranau. (Warna Gangguan)	78
3.10 Foto irisan nipis sampel batuan 5 Formasi Crocker di 21.65km dari Pekan Ranau. (Warna Sebenar)	79



SENARAI RUMUS

Rumus	Muka Surat
1.1 Peratusan kelembapan, $\omega_0 = \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \times 100\%$	16
4.1 Kadar hakisan tanah, $E = R_x K_x L_x S_x C_x P$	133
4.2 Faktor hakisan hujan (R) = Pa x 0.5	134
4.3 $LS = \sqrt{(L/22)} \times (0.065 + 0.045S + 0.006S^2)$	135
4.4 Faktor litupan tumbuhan (C) = Faktor Jenis Tanaman x Faktor Teknik Penanaman	136



RUJUKAN

- Bowen, J.M. & Wright, J.A., 1960. Geology of Crocker Range and Adjoining Areas. In Leichiti (phyt.), *Geological Sarawak, Brunei and NW Sabah*. Brt. Terr. Borneo. Geo. Survey Dept.
- Chang K. T., 2006. *Introduction to Geographic Information Systems, 3rd Edition*. McGraw Hill Companies, Inc., United States.
- Chow W. S. & Zakaria M., 2003. *Geological Terrain Mapping in the District of Cameron Highlands, Pahang*. Laporan tidak diterbitkan Jabatan Mineral & Geosains, JMG.SWP. GS33/2003 Kementerian Perusahaan Utama.
- Collenette P., 1958. *The Geology and Mineral Resources of the Jesselton – Kinabalu Area, North Borneo*. Geological Survey Department British Territories in Borneo, Memoir 6, Kuching, Sarawak.
- Foo W.K., 2004. *SPOT5 Images for Your GIS & Remote Sensing Applications*. Spot Asia Pte Ltd, Singapore.
- Gary, M. @ P., Ismail, A. R. & Rodeano, R., 2006. 5th Seminar and Workshop on Science & Technology. *Engineering Geological Terrain Mapping (EGTM) for Land Use Suitability Assessment of the Sandakan Town Area, Sabah*.
- Haile N. S., 1963. *The recognition of Former Subduction Zones in Southeast Asia*. Dalam Tarling, D.H. & Runcorn, S.K. (ed). *Implication of continental Drift to the Earth Science*, 2. London Academic Press.
- Heyword I., Cornelius S. & Carver S., 1999. *An Introduction to Geographical Information Systems, 3rd Edition*. Pearson Education Limited, New York, America.



- Hj Mohamed Pauzi Bin Hj Abdullah., 2000. *Geohazard Assessment Along Kota Kinabalu – Tambunan – Ranau Highway, Sabah, Malaysia*. CCOP Technical Buletin Vol.29.
- Hutchison C.S., 2005. *Geology of North-West Borneo, Sarawak, Brunei and Sabah*. Elsevire B.V, Netherlands.
- Ibrahim Komoo & Mohd. Shafeea Leman., 2002. *Warison Geologi Malaysia*. Institut Alam Sekitar & Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor.
- Jacobson G., 1970. *Gunung Kinabalu Area, Sabah, Malaysia*. Report 8. Government Printing Office, Kuching, Sarawak.
- Johnson R.B. & Graff J.V., 1988. *Principles of Engineering Geology*. John Wiley & sons, Inc., Canada.
- Juhari Mat Akhir (ptrj)., 1989. *Fotogeologi Dan Pemetaan Kawasan*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kula Lumpur.
- Juppenlatz, M. & Tian, X. F., 1996. *Geographic Information Systems and Remote Sensing*. Sydney, McGraw- Hill Book Company.
- Lasimbang A., Philip Chin Jr., Giun N. & Sanan J., 2006. *Nota Pengenalan Asas GIS*. Program Pemetaan Komuniti PACOS TRUST-2006.
- Pettijohn, F. J., 1975. *Sedimentary Rocks*. Edisi 3. New York, Harper & Row. 628-635.



- Rodeano Roslee, Ismail Abd. Rahim & Gary M., 2006. *Engineering Geological Terrain Mapping (EGTM) for Land Use Suitability Assessment of the Sandakan Town Area, Sabah*. Universiti Malaysia Sabah, Sabah.
- Ruslan Rainis & Noresah Shariff, 1998. *Sistem Maklumat Geografi : Ampang Dewan Bahasa Pustaka*.
- Seet C. P., 1990. *Laporan & Peta Mineral Exploration in Kinabalu Area, Sabah*. Sheet 6/116/15.
- Simon, David B. & Hatheway, Allen W., 2003. Geotimes, News magazine of the earth sciences; American Geological Institute July 2004.
- Soeters. R & Van Western C. J., 1994. Slope Instability, *In Proceeding Seminar of Decision Maker on Application of Remote Sensing and Geo-Information System*, Langkawi, Malaysia.
- 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.
- Sullivan D. O. & Unwin D., 2003. *Geographic Information Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- Tajul Anuar Jamaluddin., 1989. *Struktur Sedimen dalam Formasi Crocker di Kawasan Tamparuli, Sabah*. Buletin Persatuan Geologi Malaysia, No.24.
- Tan, N. K. & Lamy, J. M., 1990. Tectonic Evolution of the NW Sabah Continental Margin Since Late Eocene. *Geol. Society of Malaysia Bulletin 27*.



Tongkul F., 2000. *Sedimentologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor.

Tongkul F., 1990. *Structural Style & Tectonic of Western & Northern Sabah*. Geology Society Malaysia, Bulletin 27, pp 227-239.

Zaki. B. Alias., 2005. *Analisis Geologi Kawasan Ranau, Sabah Menggunakan Imej Satelit Radarsat*. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia.

