

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN KAJIAN KESTABILAN CERUN KAWASAN  
LUYANG - KEPAYAN, SABAH

IJAZAH: SARJANA MUDA KEPUJIAN (GEOLOGI)

SAYA MOHTAR HARRIS CHE RASHID SESI PENGAJIAN: 2003/2006  
(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 institutsi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

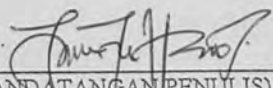
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

  
(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 101, Kg. KAYU KENDANG  
16400 MELOR KOTA BHARU  
KELANTAN.

EN. POPEANO ROSLEE  
Nama Penyelia

Tarikh: 02/05/06

Tarikh: 02/05/06

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 KESTABILAN CERUN DI KAWASAN LUYANG-KEPAYAN,  
SABAH**

**MOKHTAR HARRIS CHE RASHID**

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

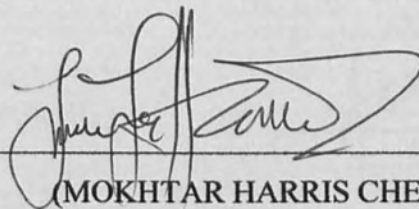
**PROGRAM GEOLOGI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**2006**

## PENGAKUAN

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

31 Mac 2006



(MOKHTAR HARRIS CHE RASHID)

HS 2003-3319



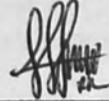
**PENGESAHAN PEMERIKSA**

**DIPERAKUKAN OLEH**

1. PENYELIA

( EN. RODEANO ROSLEE )

Tandatangan

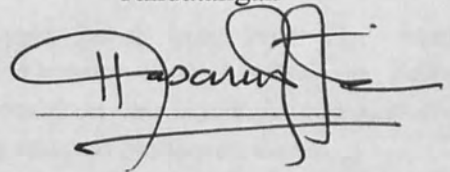


---

2. PEMERIKSA 1

( PROF. DR. SANUDIN HJ. TAHIR )

Tandatangan

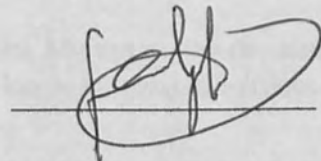


---

3. PEMERIKSA 2

( PROF. MADYA DR. FELIX TONGKUL )

Tandatangan

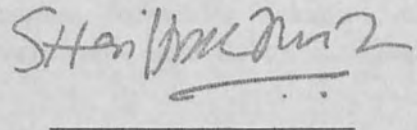


---

4. DEKAN

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

Tandatangan



---



## PENGHARGAAN

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

“DENGAN NAMA ALLAH YANG MAHA PEMURAH LAGI MAHA PENGASIH”

Syukur yang tak terhingga kepada Allah swt. kerana dengan limpah kurnia dan izinnya, maka disertasi ini dapat disiapkan. Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih dikalungkan buat semua mereka yang terlibat :

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

Semua pensyarah program geologi Universiti Malaysia Sabah iaitu Prof. Dr. Haji Sanudin Haji Tahir, Prof. Madya Dr. Shariff A.K Omang, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, Prof. Madya Dr. Baba Musta, Encik Sahat Sadikun dan Encik Adong Laming atas bantuan, teguran dan tunjuk ajar mereka sepanjang tempoh pengajian disini.

Buat ibu bapaku dan adik-adikku yang tercinta yang telah banyak membantu samada dari segi spiritual, moral mahupun material.

Semua kakitangan pembantu program geologi Universiti Malaysia Sabah iaitu, Encik Mat, Encik Jalal dan Encik Abdurrahman atas segala bantuan yang diberikan semasa dimakmal.

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

Rakan-rakan seperjuangan, Razmy Assim, Phil Saunders, Jofranklin Valentine, rakan serumah dan semua rakan-rakan lain yang turut membantu saya dalam menyiapkan disertasi ini.

## ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di dalam kawasan bandaraya Kota Kinabalu yang dibatasi oleh  $116^{\circ} 02' T$  hingga  $116^{\circ} 07' T$  manakala garis lintang  $05^{\circ} 55' U$  hingga  $05^{\circ} 58' U$ . Keluasan kawasan kajian yang diliputi kira-kira seluas  $63 \text{ km}^3$ . Kawasan kajian ini terletak dalam Formasi Crocker yang mempunyai usia lewat Eosen hingga awal Miosen dan Endapan Resen yang berusia resen. Formasi Crocker telah dibahagikan kepada 4 unit litologi iaitu Unit Batu Pasir Masif, Unit Batu Pasir dan Syal, Unit Syal Kelabu dan Unit Syal Merah. Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengkaji geologi am kawasan kajian dan menganalisis kestabilan cerun yang terdapat di kawasan kajian. Sebanyak 3 cerun batuan, 5 cerun tanah dan 3 amblesan telah dikumpul dan dikenal pasti untuk membuat analisis makmal bagi mengetahui sifat fiziko kimia dan siat-sifat kejuruteraan sampel tersebut. Sifat fiziko kimia sampel tanah dapat ditentukan melalui ujian-ujian makmal seperti Kandungan Kelembapan, Kandungan Organik, Ujian pH, Analisis Saiz Butiran (yang melibatkan Had Plastik dan Had Cecair) dan Graviti Tentu. Hasil analisis yang telah dijalankan menunjukkan jenis tanah kawasan kajian adalah jenis lempung berpasir dengan lodak dan jenis lempung di mana kandungan peratusan pasir yang wujud adalah tinggi. Bagi analisis sifat-sifat kejuruteraan pula, ujian yang dilakukan adalah Ketelapan, Pemadatan Proctor dan Kekuatan Ricih Tanah. Bagi sampel batuan, kajian terhadap petrografi dan kekuatan titik batuan dilakukan bagi menganalisis sampel batuan tersebut. Melalui analisis petrografi menunjukkan mineral kuarza merupakan mineral utama yang terdapat dalam sampel batuan. Analisis kestabilan cerun melibatkan 2 analisis iaitu Ujian Markland bagi cerun batuan dan kaedah Hirisan bagi cerun tanah. Melalui analisis ujian Markland yang telah dijalankan menunjukkan bahawa cerun batuan di kawasan kajian berpotensi dan mengalami kegagalan cerun jenis baji. Melalui kaedah Hirisan, cerun tanah kawasan kajian adalah tidak selamat kerana mempunyai nilai faktor keselamatan yang kurang daripada 1. Analisis makmal yang telah dijalankan menunjukkan bahawa faktor yang menyebabkan kegagalan cerun adalah disebabkan kelemahan sifat fiziko kimia yang berpunca daripada luluhawa yang berlaku di kawasan kajian. Kegagalan cerun batuan pula disebabkan oleh kehadiran ketakselajaran seperti kekar yang disebabkan kadar luluhawa yang tinggi di kawasan kajian. Punca utama kegagalan cerun di kawasan kajian adalah disebabkan oleh kadar luluhawa yang tinggi yang berpunca daripada iklim tropika. Kajian yang terperinci perlu dilakukan bagi mengelakkan berlakunya tanah runtuh. Bagi mengelakkan kejadian ini berlaku, struktur-struktur penahan cerun dan kaedah penutup bumi perlu dilakukan.

## ABSTRACT

The study area is located in the Kota Kinabalu City. It is bounded by latitudes  $05^{\circ} 55'$  N to  $05^{\circ} 58'$  N and longitudes  $116^{\circ} 02'$  E to  $116^{\circ} 07'$  E. This area approxiamatel  $63 \text{ km}^3$ . The study area consists of the Crocker Formation, late Eosen to early Miosen aged and Recent deposit, recent aged. Crocker Formation is divided into 4 lithological units; massive sandstone, interbedded sandstone and shale, gray shale and red shale. the objective of this study is to study the general geology and analyze the slope stability at study area. 3 rock slope, 5 soil slope and 3 ground subsidence were identified for laboratory test to know their basic soil properties and engineering properties. The basic soil properties that samples can determined from laboratory tests such as Moisture Contents, Organic Matters, pH, Grain Size Analysis, Atterberg Limits (including Liquid Limit and Plastic Limit) and Specific Gravity. From the analysis results showed the soil types of the study area are sandy clay with silt and clay type which is the percentage of sandy content was high. For the analysis of the engineering properties, the samples were sampled for engineering properties laboratory like Permeability, Proctor Compaction and Undrained Shear Strength. For the rock sample, the study about petrographic and the strength point load were done for analyze that sample. From the petrographic analysis showed the mineral quartz are primary mineral in the rock sample. The analysis stability of slope involved 2 type analyses; Markland test for the rock slope and slice method for the soil slope. From the analysis of Markland test showed that the rock slopes of the study area having potential and have wedge type of failure. From the analysis slice method showed, the soil slope having failure because the safety factor value below 1. Laboratory analysis showed the factors of the failure are caused by weaknesses the basic soil properties and discontinuity like joints. The main factor failure of slope in the study area because tropical climate. The further study must do to avoid landslide. The structures of barrier of slope and coverage surface must be done to prevent the landslide.



## KANDUNGAN

	Muka surat	
	PENGAKUAN	ii
	PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	SENARAI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	viii
	SENARAI RAJAH	ix
	SENARAI FOTO	x
<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Lokasi kawasan kajian	1
1.3	Objektif kajian	2
1.4	Kepentingan kajian	2
1.5	Kaedah kajian	5
	1.5.1 Kajian awal	5
	1.5.2 Kerja Lapangan	5
	1.5.3 Kajian makmal	8
	1.5.3.1 Petrografi	8
	1.5.3.2 Analisis geologi struktur	9
	1.5.3.3 Kandungan pH	10
	1.5.3.4 Kandungan organik	10
	1.5.3.5 Kandungan kelembapan	12
	1.5.3.6 Analisis saiz butiran	14





1.5.3.7	Had Atterberg	19
1.5.3.8	Ketumpatan graviti	22
1.5.3.9	Pemadatan proktor	25
1.5.3.10	Ketelapan	27
1.5.3.11	Kekuatan ricih tanah	29
1.5.3.12	Kekuatan titik batuan	33
1.5.3.13	Analisis kestabilan cerun tanah	35
1.5.3.14	Analisis kestabilan cerun batuan	35
1.5.4	Analisis data	36
1.5.5	Penulisan laporan	36
1.6	Kajian terdahulu	36
1.6.1	Geologi am	36
1.6.2	Geologi kejuruteraan	38
1.7	Masalah kajian	39
<b>BAB 2</b>	<b>GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI</b>	
2.1	Pengenalan	40
2.2	Geografi	40
2.2.1	Iklim	40
2.2.2	Penduduk	42
2.2.3	Sistem perhubungan	44
2.2.4	Tumbuhan	46
2.3	Geomorfologi	46
2.3.1	Topografi	46
2.3.1.1	Kawasan perbukitan	49
2.3.1.2	Kawasan rendah	50
2.3.1.3	Dataran aluvium	51
2.3.2	Sistem saliran	51
2.4	Proses-proses geomorologi	54



2.4.1	Luluhawa	54
2.4.1.1	Luluhawa fizikal	55
2.4.1.2	Luluhawa kimia	56
2.4.1.3	Luluhawa biologi	57
2.4.2	Hakisan	59
2.4.3	Pergerakan jisim	60
2.5	Morfologi pantai	63
<b>BAB 3</b>	<b>GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI</b>	
3.1	Pengenalan	65
3.2	Latar belakang tektonik	65
3.3	Stratigrafi	68
3.3.1	Stratigrafi rantau	68
3.3.2	Stratigrafi tempatan	69
3.4	Latar belakang geologi	71
3.4.1	Unit batuan	71
3.4.2	Struktur sedimen	74
3.5	Geologi Struktur	75
3.5.1	Lineaman	76
3.5.2	Perlapisan	79
3.5.3	Kekar	80
3.6	Petrografi	82
3.6.1	Kuarza	82
3.6.2	Feldspar	84
3.6.3	Mika	85
3.6.4	Serpihan batuan dan matriks	86
3.6.5	Kematangan batuan	88
3.6.6	Pengelasan batu pasir	90



<b>BAB 4</b>	<b>ANALISIS KESTABILAN CERUN</b>	
4.1	Pengenalan	92
4.2	Kajian makmal	92
	4.2.1 Mekanik tanah	93
	4.2.2 Mekanik batuan	104
4.3	Kajian Lapangan	105
	4.3.1 Tukul pantulan Schmidt	105
	4.3.2 Vane shear test	106
4.4	Servei kegagalan cerun	107
	4.4.1 Pemetaan kegagalan cerun	108
	4.4.1.1 Aktif	108
	4.4.1.2 Tak aktif	108
	4.4.1.3 Potensi	109
	4.4.2 Cerun batuan	109
	4.4.2.1 Kaedah (Hoek & Bray, 1985)	109
	4.4.2.2 Inventori cerun	111
	4.4.2.3 Analisis kestabilan	112
	4.4.3 Cerun tanah	117
	4.4.3.1 Kaedah pengelasan (Varnes)	117
	4.4.3.2 Inventori cerun	118
	4.4.3.3 Analisis kestabilan	120
	4.4.4 Amblesan	130
	4.4.4.1 Inventori	130
<b>BAB 5</b>	<b>HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	
5.1	Petrografi	133
5.2	Pemetaan kegagalan cerun	135
5.3	Cerun tanah	136



5.4	Cerun batuan	139
-----	--------------	-----

## **BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

6.1	Geologi am	143
6.2	Analisis kestabilan cerun	143
6.3	Cadangan	144

## **RUJUKAN**

## **LAMPIRAN**



## SENARAI JADUAL

No Jadual		Muka surat
1.1	Senarai peta topografi yang digunakan	6
1.2	Senarai gambar udara yang digunakan	6
1.3	Sifat-sifat kekuatan batuan (ISRM, 1985)	34
2.1	Taburan hujan kawasan kajian	41
3.1	Peratusan mineral dalam batuan di kawasan kajian	82
3.2	Peratusan kuarza, feldspar dan matriks	82
3.3	Peratusan kuarza, feldspar dan serpiahan butiran	90
4.1	Kandungan kelembapan sampel di kawasan kajian	94
4.2	Kandungan organik sampel di kawasan kajian	95
4.3	Ujian pH sampel di kawasan kajian	96
4.4	Peratusan pasir, lempung dan lodak sampel di kawasan kajian	98
4.5	Analisis had Atterberg sampel di kawasan kajian	99
4.6	Graviti tentu sampel di kawasan kajian	100
4.7	Kebolehtelapan sampel di kawasan kajian	101
4.8	Pemadatan Proktor sampel di kawasan kajian	102
4.9	Kekuatan ricih mampatan tak terkurung sampel di kawasan kajian	103
4.10	Beban titik sampel di kawasan kajian	104
4.11	Nilai tukul pantulan Schmidt sampel di kawasan kajian	105
4.12	Ram ricih bilah sampel di kawasan kajian	107



4.13	Analisis kegagalan cerun tanah	120
4.14	Pengiraan analisis cerun tanah bagi cerun tanah 1	122
4.15	Pengiraan analisis cerun tanah bagi cerun tanah 2	124
4.16	Pengiraan analisis cerun tanah bagi cerun tanah 3	125
4.17	Pengiraan analisis cerun tanah bagi cerun tanah 4	127
4.18	Pengiraan analisis cerun tanah bagi cerun tanah 5	129
5.1	Hasil analisis sampel	137
5.2	Rumusan cerun batuan	141



## SENARAI RAJAH

No Rajah	Muka surat
1.1 Lokasi Kawasan Kajian	3
1.2 Stesen Kajian yang dilawati	4
2.1 Purata bulanan bagi hujan dari tahun 1994 hingga 2004	42
2.2 Taburan penduduk	43
2.3 Topografi di kawasan kajian	48
2.4 Sistem saliran	53
3.1 Kedudukan plat tektonik di rantau Asia Tenggara	67
3.2 Tren struktur Sabah	69
3.3 Stratigrafi am barat Sabah	70
3.4 Lineaman positif dan lineaman negatif	80
3.5 Analisis lineaman positif	78
3.6 Analisis lineaman negatif	78
3.7 Analisis perlapisan	80
3.8 Analisis kekar	81
3.9 Kematangan tekstur	89
3.10 Kematangan sampel kawasan kajian	90
3.11 Pengelasan batu pasir	91
4.1 Graf indeks keplastikan lawan had cecair	100



4.2	Klasifikasi diagram bagi tukul pantulan Schmidt	106
4.3	Konsep ujian Markland	110
4.4	Ketumpatan kekar kawasan kajian	113
4.5	Gambaran kegagalan cerun	113
4.6	Ketumpatan kekar kawasan kajian	114
4.7	Gambaran kegagalan cerun	115
4.8	Ketumpatan kekar kawasan kajian	116
4.9	Gambaran kegagalan cerun	116
4.10	Pengelasan Varnes	117
4.11	Gambaran grafik bagi cerun tanah 1	123
4.12	Gambaran grafik bagi cerun tanah 2	124
4.13	Gambaran grafik bagi cerun tanah 3	126
4.14	Gambaran grafik bagi cerun tanah 4	128
4.15	Gambaran grafik bagi cerun tanah 5	129





## SENARAI FOTO

No Foto	Muka surat
1.1 Ricih Bilah	7
1.2 Tukul Pantulan Schimdt	8
1.3 Mesin Pemotong Batu	9
1.4 Mikroskop Polarize	9
1.5 Desikator	12
1.6 Menunjukkan oven yang digunakan untuk pemanasan	14
1.7 Dapur Pemanas	18
1.8 Alat-alat yang digunakan untuk melakukan ujian analisis saiz butiran	18
1.9 "Falling Cup Device"	20
1.10 'Vaccum Desiccator'	24
1.11 <i>Constant-temperature bath</i> '	24
1.12 Acuan pemadatan proctor	27
1.13 Tiub Manometer	29
2.1 Sistem jalanraya	44
2.2 Sistem keretapi	45
2.3 Lapangan terbang	45
2.4 Kawasan perbukitan di kawasan kajian	49
2.5 Kawasan tanah rendah di kawasan kajian	50
2.6 Sungai Petagas	52
2.7 Muara sungai kecil	52
2.8 Pengulupasan akibat luluhawa	56
2.9 Tindakan luluhawa kimia	57
2.10 Aktiviti manusia	58
2.11 Tindakan organisma	58



2.12	Galur	59
2.13	Alur akibat hakisan	60
2.14	Gelangsar puing	62
2.15	Nendatan	62
2.16	Ataman	63
2.17	Pasang surut	64
2.18	Pesisir pantai yang berteluk	65
2.19	Beting pasir	65
3.1	Unit batu pasir masif	72
3.2	Unit selang lapis batuan batu pasir dan syal	72
3.3	Unit syal merah	73
3.4	Unit syal kelabu	73
3.5	Struktur beban	74
3.6	Laminasi selari	75
3.7	Perlapisan	79
3.8	Set kekar	81
4.1	Cerun batuan	111
4.2	Cerun tanah	119
4.3	Kesan luluhawa	119
4.4	Amblesan jalan AM1	131
4.5	Amblesan jalan AM2	132



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Penulisan disertasi ini merupakan satu prasyarat untuk memperolehi ijazah Sarjana Muda Keujian dalam bidang yang diceburi. Hal ini telah ditetapkan oleh pihak universiti, Universiti Malaysia Sabah.

#### **1.2 Lokasi Kajian**

Kawasan kajian ini terletak di bahagian Pantai Barat Sabah iaitu sekitar Kota Kinabalu. Kawasan kajian ini dibatasi garis lintang oleh  $05^{\circ} 55' U$  hingga  $05^{\circ} 58' U$  dan garis bujur  $116^{\circ} 02' T$  hingga  $116^{\circ} 07' T$ . Keluasan kawasan ini kira-kira enam puluh tiga kilometer persegi ( $63 \text{ km}^2$ ) (Rajah 1.1 dan 1.2).



### 1.3 Objektif Kajian

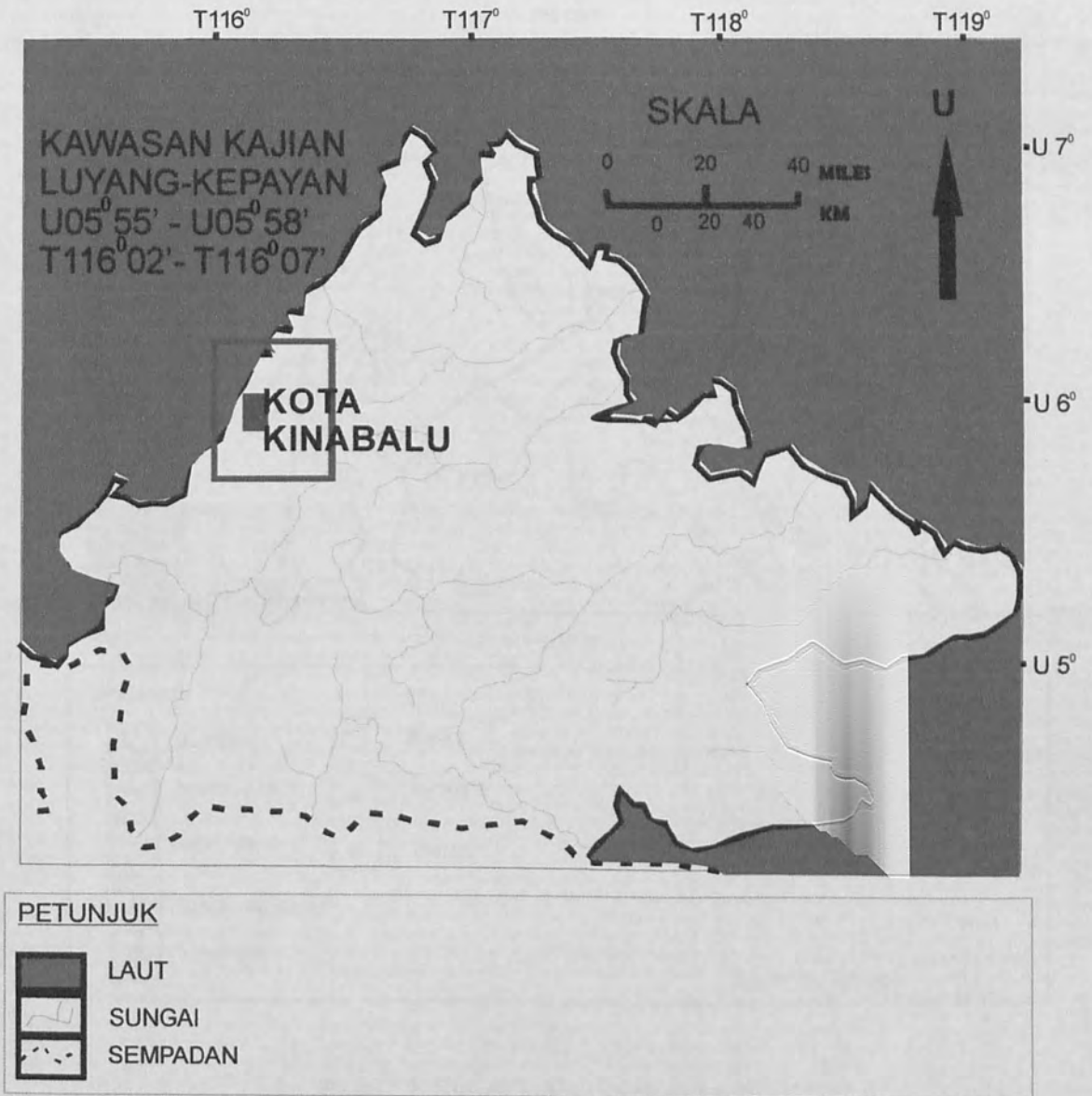
Tujuan utama kajian ini adalah untuk:

- a. Mengkaji aspek-aspek geologi am di kawasan kajian. Aspek-aspek tersebut seperti geomorfologi, stratigrafi, sedimentologi, petrografi dan geologi struktur.
- b. Memetakan lokasi ketakstabilan cerun yang wujud di kawasan kajian.
- c. Menganalisis kegagalan cerun yang terdapat di kawasan kajian.
- d. Menghasilkan suatu pemetaan geologi yang terkini untuk kawasan kajian.

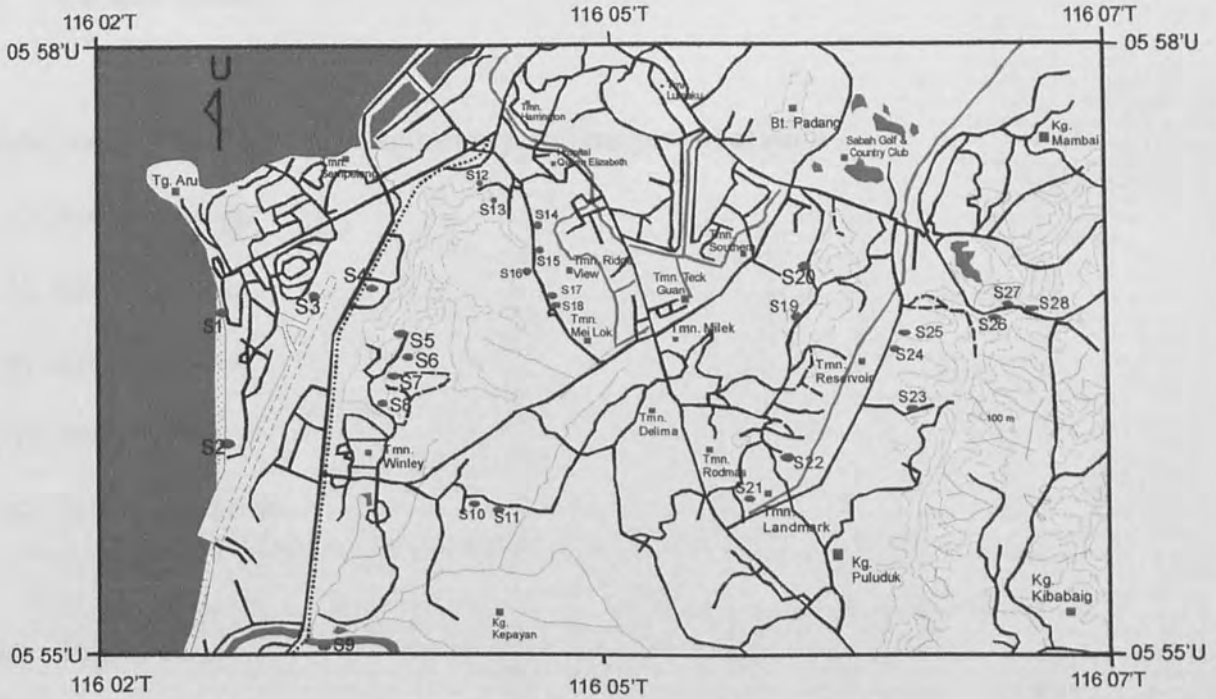
### 1.4 Kepentingan Kajian

Kajian ini adalah penting kerana :

- a. Kawasan kajian belum pernah dikaji secara serius dalam bidang geologi kejuruteraan sebelum ini.
- b. Kajian yang dibuat adalah penting untuk perancangan bandar yang berkesan untuk mengelak sebarang gangguan ekosistem dan bencana seperti banjir, tanah runtuh dan sebagainya.
- c. Pembangunan yang pesat di kawasan kajian amat memerlukan perancangan pembangunan dalam bidang geologi bagi mengelakkan sebarang kerugian dan juga kematian.



**Rajah 1.1** Lokasi kawasan kajian



**Petunjuk:**

	Jalanraya		Kontur
	Jalanraya kecil		Kampung
	Jalan keretapi		Stesen
	Sungai dan saliran		
	Takungan		

**Skala: 1: 50 000**

**Peta 1.2 Stesen kajian yang dilawati**

## 1.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian disertasi ini dibahagikan kepada lima peringkat iaitu:

- a) Kajian awal
- b) Kerja lapangan
- c) Kajian makmal
- d) Analisis data
- e) Penulisan laporan

### 1.5.1 Kajian awal

Kajian awal ini dilakukan sebagai pendedahan kepada penulis tentang keadaan geologi am kawasan kajiannya dengan lebih terperinci. Kajian ini melibatkan penyediaan peta dasar, penafsiran foto udara serta membuat rujukan perpustakaan tentang keadaan geologi am kawasan kajian dengan kajian terdahulu. Maklumat kajian diambil dari memoir, tesis, buletin, warta, laporan dan sebagainya. Peta topografi kawasan Kota Kinabalu yang diperolehi daripada Jabatan Tanah dan Ukur yang berskala 1: 12 500 dan 1: 50 000 telah digunakan untuk menghasilkan peta dasar dan mengenalpasti kedudukan singkapan yang terdapat dalam kawasan kajian. Selain itu foto udara juga ditafsirkan bagi mengenalpasti keadaan pola saluran, geomorfologi, litologi dan lineaman kawasan. Nombor rujukan bagi peta topografi adalah ditunjukkan di dalam Jadual 1.1 manakala foto udara yang telah digunakan ditunjukkan dalam jadual 1.2.

**Jadual 1.1** Nombor rujukan bagi peta topografi

Tahun	Nombor Syit	Nombor Siri
1984	5/116/1	T 735
1996	Sbh. 1	DNMM 8201

**Jadual 1.2** Rujukan foto udara

Tahun	Nombor siri
1998	4851
	4852
	4853
	4854

### 1.5.2 Kerja lapangan

Kerja lapangan dijalankan untuk mengumpul data-data geologi dan menghasilkan peta geologi di kawasan kajian. Data-data tersebut termasuk bacaan jurus dan kemiringan perlipisan, jenis-jenis struktur sedimen, lipatan, sesar, kekar dan pengambilan sampel batuan dan tanah di lapangan. Selain itu, pemetaan geologi kejuruteraan juga turut dilakukan di kawasan kajian. Tujuan pemetaan ini adalah untuk memetakan fitur geodinamik, air bawah tanah, struktur geologi dan keadaan geologi am yang terdapat di



## RUJUKAN

- Attkinson , J. H. & Bransby, P.L., 1991, *Mekanik Tanah-Pengenalan Mekanik Tanah Peringkat Genting*, Dewan Bahasa dan Pustaka
- Balaguru, A., Nichols, G & Hall, R., 2003. Tertiary Stratigraphy and Basin Evolution of Southern Sabah:Implications for the Tectono-Stratigraphic Evolution of Sabah, Malaysia. *Geological Society Malaysia* **47**: 27-49
- Barnes, J.W., 1989. *Pemetaan Geologi Asas*. Ibrahim Komoo (ptjr.). Dewan Bahasa Dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Basir Jasin & Sanudin Tahir, 1988. Barremian Radiolaria from Chert-spillite Formation, Kudat, Sabah. *Sains Malaysiana* **18**:57-75
- Basir Jasin & Sanudin Tahir., 1991. *Late Eocene Planktonic Foraminifera from the Crocker Formation, Pun Batu, Sabah*. Geological Society of Malaysia.
- Beavis, F.C., 1985. *Geologi Kejuruteraan*. Ibrahim Komoo dan Tajul Anuar Jamaluddin (ptjr.), 1992. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.



Bowen, J. M. & Wright, J.A., 1957. *Geology of Croker Range And Adjoining areas*. In Leichiti(phyt.), Geological Sarawak, Brunei and NW Sabah. Brt. Terr. Borneo. Geol Survey Dept.

BS 1590 British Standard Institution 1990, *British Standard Method of Test for Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution

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

Bujang, K.H., 1991. *Pengenalan Mekanik Tanah*. Dewan Bahasa Dan Pustaka. Kuala Lumpur.

Cassagrande, A., 1936. *The Determination of the Pre-Consolidation Load and Its Practical Significance*. Proceedings International Conferences on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Havard University.

Cliff O. & Colin, 1996, *Regolith, soil and landform*, John Wiley and sons

Coduto, D. P., 1999. *Geotechnical Engineering Principles and Practices*. Prentice Hall, New Jersey.

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

Cruden, D. & Fell, R. 1997. *Landslides Risk Assessment*. A.A Balkema Publisher, Rotterdam.

Faisal, M.M. *et.al.* 1997, *Crocker Formation: It's Implication to Ground Water Resource and Foundation Stability of Kota Kinabalu, Sabah Malaysia*, School of Science and Technology. Universiti Malaysia Sabah

Faisal, M.M. *et.al.* 1997, *Mass Movement and Related Processes During Tropical Storm "Greg" in Keningau, Sabah, Malaysia*. School of Science and Technology. Universiti Malaysia Sabah.

Faisal, M.M. *et.al.*, 1997, Preliminary Report on Slope Stability of the Kota Kinabalu-Tambunan Road, Sabah. *A journal of Science and Technology Science Borneo* (Volume 4). Universiti Malaysia Sabah.

Faisal, M.M., Sanudin Hj. Tahir, Baba Musta & Shariff A.K. Omang. 1999. *A Study Of Mass Movement Along Kundasang Road, Sabah*. GEOSEA 98 Proceedings, Geol. Soc. Of Malaysia. Bull. 43, 1999, pp 187-190.

Fitzpatrick, E. A 1986, *An introduction to soil science 2<sup>nd</sup> edition*, Longman scientific and technical.

Geotechnical Testing And Laboratory Analysis Sdn. Bhd., 2000. *Site Investigation Report On Damaged 3-Storey Block Classroom Building at SMK. Kundasang, Kundasang, Ranau, Sabah. Malaysia.*

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

Haile, N.S., McElhinny, M.W. & McDougall, I., 1977. *Paleomagnetic Data and Radiometric Ages From Cretaceous of West Kalimantan (Borneo), And Their Significant in Interpreting Regional Structure*. Geological Society Of London, 13 : 133-144.

Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian Region*. US. Geol. Survey Professional Paper. 1078, 345

Head, K.H., 1984. *Manual of Soil Laboratory Testing*. Pentech Press, London.

Hoek, E. and Bray J. 1996. *Rock Slope Engineering (3<sup>rd</sup> edition)*, E & FN Spon. London

- Hutchison, C.S., 1978. Ophiolite Metamorphism in Northeast Borneo. *Lithos*, 11, pp 195-208.
- Hutchison, C.S., 1988. Stratigraphic-tectonic Model for Eastern Borneo. *Geol. Society Malaysia*.
- Hutchison, C.S., 1989. *Geological Evolution of South-east Asia*. Clarendon Press, Oxford.
- Ibrahim Komoo., 1989. Engineering Geology Of Kuala Lumpur. *International Conference on Engineering Geology in Tropical Terrains*. Bangi. Malaysia.
- Ibrahim Komoo, 1995. *Geologi Kejuruteraan Perspektif Rantau Tropika Lembap*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Ismail B. Ahmad, 1991. Kajian Mengenai Luluhawa dan Perkembangan Bentuk Muka Bumi di Kawasan Iklim Panas. *Geomorfologi Tropika*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- ISRM. 1979. Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials. *ISRM Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests. Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 16, 135-140

ISRM 1985. Suggested methods for determining point load strength. ISRM *Commision on Standardization of Laboratory and Field Tests. Int. J. Rock. Mech.Min. Sci.*,22(2), 51-60

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

Kamaluddin, H. 1980. *Sedimentary, Structural and Stratigraphy of the Tamparuli Area, Crocker Formation, Sabah, East Malaysia*. Tesis BSc. (Tidak diterbitkan). Universiti Malaya.

Liechti, P., Reo, F.W. dan Haile, N.S., 1960. *The geology of Sarawak, Brunei and the western part of Borneo*. Bull. Brit. Borneo. Geol. Survey, No. 3.

Lim, P.S. & Yin, E.H., 1985. *Geological Map of Sabah 1: 50000 Scale*. Third Edition. GSM.

Loo Chang Hooi, 2000. *Stratigrafi dan Sedimentologi bagi Formasi Crocker, Kawasan Telipok, Sabah*. Universiti Malaysia Sabah. Tesis B.Sc (tidak diterbitkan).

Maziah Sulaiman, 1996. *Geologi Am Dan Gaya Struktur Kawasan Menggatal-Teluk Sepanggar-Telipok, Sabah*. Tesis BSc. (Tidak diterbitkan). UKM.

Mohd. Asri Ann, 1998. Geologi Am dan Sedimentologi Kawasan Taman Perindustrian Kota Kinabalu (KKIP), Sabah. Universiti Malaysia Sabah. Tesis Sm.Sn. (tidak diterbitkan).

Mohamad Barzani Gasim, 1994. *Canggaan Bertindan dalam Formasi Crocker di kawasan Tamparuli, Sabah*. Warta Geologi, Vol. 20, No. 3.

Neolene, W.L.E., 2003. *An Evaluation o Mass Movement Along 84.075km – 96.100km, Kota Kinabalu-Ranau Highway, Sabah. A Study Of Consolidation Test And Modelling The Slopes*. Tesis BSc., (Tidak diterbitkan) UMS.

Norman Hudson, 1971, *Soil conservation, Batsford academic and educational Ltd 1971*

Olivier, C.D., 1984. *Weathering*. Ed. Ke-2. Longman Group Ltd, London.

Paul F.Kerr ; *Mineralogi Optik* ;1992. Dewan Bahasa Dan Pustaka. Kuala Lumpur (terjemahan Abdul Aziz Hussin).

Pettijohn, F.J., 1975. *Sedimentary Rocks*. Ed. Ke-3. New York: Harper & Row. 628-635

Rahn, P.H., 1986. *Engineering Geology An Environmental Approach*. Elsevier Science Publishing Company, New York.

Rangin, C., Bellon, H., Bernard, F., Letouzey, J., Muller, C. dan Tahir, S., 1990. Neogene Arc-continent Collision in Sabah, N. Borneo. Dlm: Balaguru, A., Nichols, G dan Hall, R., 2003. Tertiary Stratigraphy and Basin Evolution of Southern Sabah: Implications for the Tectono-Stratigraphic Evolution of Sabah, Malaysia. *Geological Society Malaysia* 47

Reinhard, M. & Wenk, E., 1951. Geology of the Colony of the North Borneo. *British Borneo Geological Survey. Bulletin I.*

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

Rodeano, R. & Sanudin Hj. Tahir., 2004. Slope Failures Assessment 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., Sanudin Hj. Tahir & Shariff A. K. Omang., 2005. Shallow Slide In The Tenompok Area, Ranau, Sabah, Malaysia. Dlm: IEM-GSM Forum. 'Case Histories in Engineering Geology and Geotechnical Engineering'. Selangor, Malaysia.



- Rodeano, R., 2005. *Slope Failures Investigation At Tenompok Area, Sabah, Malaysia*. Proceedings of the Seminar on Science and Technology. Universiti Malaysia Sabah.
- Rodeano.R.,Sanudin. T, Omang. S.A.K, 2006, *Engineering Geology of Kota Kinabalu, Sabah*, National Geosciences Conference 2006. Geological Society of Malaysia and Universiti Malaysia Sabah
- Sanudin Hj. Tahir, Muhammad Barzani Gassim & Sahat Sadikun., 1995. *Structural Geology of the Crocker Formation and Its Tectonics Control*, Sabah. Malaysia. UKM, Kampus Sabah.
- Sanudin Tahir.,2003, *Geologi Petroleum*. Universiti Malaysia Sabah.
- Selley, R.C., 1982. *An introduction to sedimentology*. Academic Press, London.
- Shariff, A.K. dan Sahibin, A.R., 1989. *Litologi dan Struktur Formasi Crocker Kawasan Kampus UKMS, Kota Kinabalu, Sabah*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia. Sumber 5: 79-99
- Stauffer, P.H., 1967. *Studies in the Crocker Formation, Sabah*. Borneo Region Malaysian Geological Survey. Bulletin 8 : 1-13.

- Stauffer, P.H., 1968. Studies in the Crocker Formation, Sabah. Dlm: William, A.G., Lambiase, J.J., Back, S., dan Jamiran, M.K., 2002. *Sedimentology of the Jalan Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. Geological Society Malaysia 47*
- Storetvedt, K.M., Leong, L.S., dan Mohamad Adib, 2003. New Structural Framework for SE Asia and Its Implication for the Tectonic Evolution of NW Borneo. *Geological Society Malaysia 47*: 7-76.
- Tajul Anuar Jamaluddin, 1989. Struktur Sedimen dalam Formasi Crocker di kawasan Tamparuli, Sabah. Dlm: William, A.G., Lambiase, J.J., Back, S., dan Jamiran, M.K., 2002. *Sedimentology of the Jalan Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. Geological Society Malaysia 47*
- Tan, N.K. dan Lamy, J.M., 1990. Tectonic Evolution of the North West Sabah Continental Margin Since the Late Eocene. *Geological Society Malaysia 27*
- Thomas, F.M., 1974. *Tropical Geomorphology*. First Edition. The Macmillan Press Ltd. London.
- Thomas, F.M., 1991. Ismail Bin Ahmad (ptjr.). *Geomorfologi Tropika*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.

- Tjia, H.D. 1970. *Ancient Mudflows on Mount Kinabalu, Malaysia*. Universiti Malaya.
- Tjia, H.D., 1974. *Sense of Tectonic Transport in Intensely Deformed Trusmi and Crocker Sediments, Ranau-Tenompok Area, Sabah*.
- Tjia, H.D., 1987. *Geomorfologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Tongkul, F., 1987. The Sedimentological and Structure of the West Crocker Formation in the Kota Kinabalu Area, Sabah. Dlm: William, A.G., Lambiasi, J.J., Back, S., dan Jamiran, M.K., 2002. Sedimentology of the Jalan Sulaman and Bukit Melinsung Outcrops, western Sabah. *Geological Society Malaysia* 47
- Tongkul, F., 1990. Structural Style and Tectonic of Western and Northern Sabah. *Geological Society Malaysia* 27
- Tongkul, F., 1991. Tectonic Evolution of Sabah, Malaysia. *Geological Society Malaysia* 27: 227-239
- Tongkul, F., 1993. *Tectonic Control on the Development of the Neogene Basin In Sabah, East Malaysia*. Dlm. The, G.H. (pnyt). *Tectonic Framework and Energy Resources of the Western Margin of the Pacific Basin*. Geological Society of Malaysia.



Tongkul, F., 1994. The Geology of Northern Sabah, Malaysia : Its Relationship To The Opening Of The South China Sea Basin. *Tectonophysics*. Vol. 235. pp, 131-137.

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

Tongkul F, 2002. *Nota Geologi Struktur*. Universiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan)

Trevor, L.L & Eric R. F., 1999, *Geotechnical design to eurocode 7*, Springer-Verlag London Limited

Tuan Besar Tuan Sarif dan Radzali Othman (ptjr.), 1992. *Mineralogi Lempung*. Ed. Ke-2. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Varnes, D.J., 1958. Landslides Types and Process. In Eckel, E.B. (ed), *Landslides and Engineering Practice*. Highway Research Board Special Report 29, pp. 20-47.

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

Whitlow, R. 1986, *Basic Soil Mechanics*, 3<sup>rd</sup> Ed, Longman

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

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

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

Zaruba, Q. & Mencl, V. 1982. *Lanslides and their control*. Elsevier Scientific Publishing Company, Oxford.

