

HADIAH

**GEOLOGI AM DAN PEMETAAN  
KEJURUTERAAN GEOLOGI KAWASAN  
TIMUR BANDAR SANDAKAN**



160128

**GARRY BIN MALO @ PAUL**

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

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**2006**

**GEOLOGI AM DAN PEMETAAN KEJURUTERAAN GEOLOGI KAWASAN  
TIMUR BANDAR SANDAKAN**

**GARRY BIN MALO @ PAUL**

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



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**April 2006**

## PENGAKUAN

Saya akui ini adalah hasil karya saya sendiri dan ringkasan tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

24 April 2006



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

GARRY BIN MALO @ PAUL

HS2003-3338

## PERAKUAN PEMERIKSA

## DIPERAKUKAN OLEH

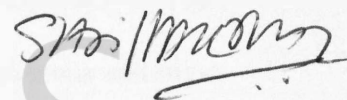
Tandatangan

1. **PENYELIA**

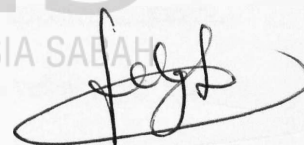
(EN. RODEANO BIN HAJI ROSLEE)

2. **PEMERIKSA 1**

(SUPT/ KS PROFESSOR DR. SHARIFF AK OMANG)

3. **PEMERIKSA 2**

(PROFESSOR MADYA DR. FELIX TONGKUL)

4. **DEKAN**

(SUPT/ KS PROFESSOR DR. SHARIFF AK OMANG)



## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya amat bersyukur kepada Tuhan yang Maha Esa kerana dengan izin dan limpah kurnianya saya dapat menyiapkan disertasi ini. Disamping itu saya juga ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah menyumbang dan membantu saya menyiapkan tesis ini tidak kira dari segi akal fikiran, wang, masa dan tenaga.

Jutaan terima kasih kepada ahli-ahli keluarga yang tersayang, ibu dan ayah; Encik Malo B Mail @ Paul dan Aninih Onong, adik-beradik saya; Donna Ann Paul, Alicesa Ann Paul dan Edwards Malo serta ahli keluarga yang lain kerana sokongan dan nilai timbang rasa terhadap saya sepanjang saya menulis disertasi ini. Terima kasih juga atas bantuan yang dihulurkan tatkala saya benar-benar memerlukannya.

Terima kasih juga kepada En Rodeano Roslee selaku penyelia saya kerana banyak membimbing saya sama ada di lapangan atau semasa waktu kuliah dan tidak jemu untuk berkongsi pengetahuan beliau dengan saya. Juga kepada isteri dan ahli keluarga En Rodeano kerana sudi membenarkan kami menginap di kediaman beliau dan turut menyediakan kami makanan sepanjang kami menginap di situ.

Para pensyarah dan tutor iaitu Professor Dr Sanuddin Haji Tahir, Professor Madya Dr Felix Tongkul, Supt/ Ks Professor Madya Dr. Shariff Ak Omang, Professor Madya Dr Baba Musta, Encik Sahat Sadikun, En Adong Laming dan En Ismail kerana didikan dan bimbingan anda sepanjang pengajian saya di UMS.

Ribuan terima kasih juga kepada para pembantu makmal geologi iaitu Encik Jalaludin, Encik Muhammad Yusof, dan Encik Rahman kerana sudi membantu saya

dalam kerja-kerja makmal. Segala bantuan dan timbangrasa yang ditunjukkan amat saya hargai.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada semua jabatan atau gensi yang terlibat; Jabatan Kaji Cuaca cawangan Sabah, Jabatan Perangkaan, Jabatan Perancangan Bandar dan Desa, Jabatan Ukur dan Pemetaan, Jabatan Tanah dan Ukur, Jabatan Mineral dan Geosains Sabah, Majlis Perbandaran Sandakan, Jabatan Perhutanan cawangan Sandakan, Jabatan Kerja Raya, dan Jabatan Air (Sandakan; En Felix) kerana sudi membantu kami dan menyediakan maklumat yang diperlukan.

Terima kasih yang tak terhingga juga kepada pihak Sekolah Agama Sandakan atas kesudian untuk membenarkan kami menginap di sekolah tersebut.

Jutaan terima kasih juga kepada rakan-rakan perjuangan semasa di Sandakan iaitu Phil Saunders Noim, Muhamand Khairut Termizi dan Ali Andrea kerana bantuan dan kerjasama yang diberikan. Kalian semua telah menjadikan perjalanan dan kerja lapangan di Sandakan satu pengalaman yang menyeronokkan dan bermakna.

Terima kasih juga kepada rakan karib saya Royston Jamin atas nasihat dan galakan serta bantuan yang diberikan. Beliau telah banyak memberi bantuan tidak kira dari segi masa, wang mahupun tenaga.

Dan yang teristimewa untuk Kharolrena Wong atas sokongan moral dan rohani, bantuan, galakan serta sumber inspirasi.

Tesis ini juga ditujukan khas kepada nenek saya, Mutilim Bte Majunggal yang telah meninggal dunia pada 05-Februari 2006. Segala teladan dan kasih sayang yang ditunjukkan oleh mendiang dijadikan pendorong untuk menyiapkan disertasi ini. Semoga kalian diberkati Tuhan dengan limpah penuh rahmat-Nya.



## ABSTRAK

Pemetaan kejuruteraan geologi dan kesesuaian pembangunan telah lama disifatkan sebagai salah satu aspek penting dalam bidang kejuruteraan geologi dalam menyediakan satu garis panduan sebelum usaha pembangunan dijalankan di sesuatu kawasan. Pemetaan kejuruteraan geologi bagi kawasan timur Bandar Sandakan adalah seluas 60km<sup>2</sup> dan dibatasi oleh garis lintang 5° 48.7' U hingga 5 ° 53.7' U dan garis bujur 118 ° 03.8' T hingga 118 ° 07.7' T. Formasi Sandakan merupakan jujukan batuan sedimen dan terletak di atas Formasi Garinono secara ketakselarasan yang berusia Miosen Atas (Tf<sub>1</sub>- Tf<sub>3</sub>). Ia boleh dicirikan dengan kehadiran selang lapis batu pasir, batu lumpur dan batu lodak. Unit batuan kedua ialah tuf vulkanik yang merupakan endapan arka vulkanik di bawah laut. Ia merupakan sebahagian daripada serpihan letusan gunung berapi iaitu piroklastik dan berusia sekitar Miosen Tengah dan fasies vulkanik ini berada di bawah formasi Sandakan secara ketakselarasan. Unit batuan yang ketiga ialah endapan aluvium dan terletak di bawah pengendapan Formasi Sandakan dan berusia Pliosen-Kuarterner. Aluvium ini terendap dengan ketebalan sehingga 80 kaki dari atas paras laut dan menduduki sebelah utara kawasan kajian yang merupakan kawasan paya pasang-surut. Pemetaan geologi terain adalah berdasarkan lima atribut iaitu sudut cerun, kod terain, kod aktiviti, hakisan dan ketakstabilan serta jenis litup/tumbuhan. Daripada analisis peta kesesuaian pembangunan bagi kawasan timur Bandar Sandakan, didapati bahawa 72.5% kawasan kajian adalah dalam kelas I dan II, 7.5% dalam kelas III manakala kelas IV pula merangkumi 20% daripada kawasan kajian. Ini bermakna 20% daripada kawasan kajian adalah tidak sesuai untuk pembangunan kerana mempunyai kekangan geoteknikal yang tinggi dan berisiko. Kawasan-kawasan yang dikelaskan sebagai kelas IV termasuklah Kg. Gelam, Kawasan Buli Sim Sim, kaki bukit Trig Hill, kaki bukit Jalan Leila, Tanah Merah dan beberapa bahagian kawasan berhampiran perkuburan Cina. Penghasilan peta-peta ini adalah berdasarkan 80% data cerapan di lapangan. Peta-peta tematik kejuruteraan geologi ini seharusnya dijadikan rujukan dan garis panduan sebelum suatu perancangan pembangunan diteruskan dengan mengambil kira faktor kekangan geoteknikal, kos kejuruteraan dan kekerapan pemantauan kawasan tanah projek.

## ABSTRACT

The study of geological engineering mapping for development suitability and geohazard disasters evaluation has long been regarded as one of the most important and interesting aspects in engineering geology, which was being referred by developers as a guideline before any kind of development. Geological engineering mapping of the east of Sandakan town area lies on an area of 60 sq km, roughly about longitude line E 118° 03.8' to E 118° 07.7' and latitude N 5° 48.7' to N 5° 53.7'. These study area underlain by the sedimentary rocks of the Sandakan formation, volcanic facies and recent alluvium. The Sandakan formation is of Upper Miocene (Tf<sub>1</sub>- Tf<sub>3</sub>) age and rest unconformably on the Garinono Formation. The formation is moderately dipping sequence of mudstone, sandstone, and siltstone, with coal seams. There was a continuing sequence thin layer of sandstone, siltstone and mudstone not more than five metres. The second rock unit is the tuff volcanic which was an arc volcanic deposit under the sea. It is referred as pyroclastic and is of middle Miocene. The volcanic facies lay until the Peninsula Semporna area. Pliocene-Quaternary deposits alluvium cover the northern part of study area and occurs at height of up to 80 feet above present level. Geological terrain mapping, which make use of five main attributes; viz. slope gradient, terrain, activity, erosion and instability and cover or vegetation. The derivative Construction Suitability map indicates that 72.5% of the study mapped area is in Classes 1 and 2, 7.5% in Class 3 and 20% in Class 4. It shows that 20% of the mapped area are not suitable for any kind of development due to the high geotechnical constraints. These area which was referred as Class 4 includes Kg. Gelam, Buli Sim Sim, Trig Hill, Jalan Leila, Tanah Merah and some part of the Sandakan Funeral Parlour. These maps are based on 80% of field studies. It is recommended to incorporate the information contained in the thematic maps for future land use planning of studied area, referring to the geotechnical constrains, engineering costs and the intensity of investigation of the development project area.



## KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SENARAI KANDUNGAN	viii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI FOTO	xvi
SENARAI FOTOMIKROGRAF	xxi
BAB 1	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang kawasan kajian	1
1.2 Lokasi kawasan kajian	3
1.3 Kepentingan kajian	13
1.4 Objektif kajian	13
1.5 Kajian perpustakaan	14
1.5.1 Kajian geologi am	14
1.5.2 Kajian geologi kejuruteraan	17
1.5.3 Kajian pemetaan geologi terain	18
1.6 Metodologi kajian	20
1.6.1 Kajian awal	21
1.6.2 Kajian Lapangan	23
1.6.3 Kajian makmal	28
a. Petrografi	28
b. Analisis struktur	28
c. Lukisan peta	29
1.6.4 Analisis dan tafsiran data	29
1.6.5 Penulisan laporan	30

<b>BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI</b>	<b>32</b>
2.1 Pengenalan	32
2.2 Geografi	33
2.2.1 Suhu	34
2.2.2 Taburan Hujan	35
2.2.3 Kelajuan angin dan arah	36
2.3 Jenis guna tanah dan sosioekonomi	38
2.3.1 Jenis guna tanah	38
2.3.2 sosioekonomi	40
2.4 Jenis tanah dan tumbuhan	45
2.4.1 Jenis tanah	45
2.5 Topografi dan sistem saliran	49
2.5.1 Topografi	49
2.5.2 Sistem Saliran	52
2.6 Morfologi Pantai	55
2.7 Geomorfologi dan Proses-prosesnya	59
2.7.1 Susutan daratan	59
2.7.2 Hakisan	59
2.7.3 Luluhawa	60
 <b>BAB 3 GEOLOGI AM DAN STRATIGAFI</b>	 <b>67</b>
3.1 Pengenalan	67
3.2 Latar belakang Tektonik	67
3.3 Stratigrafi	71
3.3.1 Stratigrafi rantau	71
3.3.2 Stratigrafi tempatan	75
3.4 Latar belakang geologi	78
3.4.1 Unit Batuan	78
3.4.2 Struktur sedimen	82
3.5 Geologi struktur	87
3.5.1 Lineamen	87
3.5.2 Perlapisan	91

3.5.3	Sesar	94
3.5.4	Kekar	97
3.6	Analisis petrografi	99
<b>BAB 4 PEMETAAN KEJURUTERAAN GEOLOGI</b>		105
4.1	Pengenalan	105
4.2	Pemetaan kejuruteraan geologi	109
4.3	Peta geologi terain	115
4.4	Peta sudut cerun	117
4.5	Peta jenis guna tanah	121
4.6	Peta hakisan dan ketakstabilan	126
4.7	Peta geobencana	132
4.7.1	Gempa bumi	132
4.7.2	Banjir	134
4.7.3	Pergerakan jisim	136
4.7.4	Ribut	137
4.8	Peta kesesuaian kawasan pembangunan	140
<b>BAB 5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN</b>		147
5.1	Geologi am	147
5.2	Geologi struktur	150
5.3	Petrografi	151
5.4	Geologi kejuruteraan	153
5.5	Peta geologi terain	155
5.6	Peta sudut cerun	156
5.7	Peta jenis guna tanah	158
5.8	Peta hakisan dan ketakstabilan	160
5.9	Peta geobencana	162
5.10	Peta kesesuaian kawasan pembangunan	164
5.11	Kesimpulan	166
5.12	Cadangan	167
<b>RUJUKAN</b>		170
<b>LAMPIRAN</b>		173

## SENARAI JADUAL

Jadual	Halaman
1.1 Kawasan yang terlibat dengan pemetaan geologi terrain oleh Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia.	20
1.2 Senarai gambar foto udara yang dirujuk	22
1.3 Tarikh kerja lapangan sepanjang bulan Mei 2005 hingga Januari 2006	24
1.4 Jadual sistem pengelasan terrain, jenis guna tanah dan zon bencana	26
1.5 Sistem pengelasan kesesuaian kawasan pembangunan	27
2.1 Jenis tanaman serta luas kawasan yang digunakan bagi daerah Sandakan(Jabatan Perancangan Bandar dan Wilayah Sabah, 2000)	40
2.2 Pengklasifikasian kesesuaian tanah bagi kawasan Sandakan (Jabatan Perancangan Bandar dan Wilayah Sabah, 2000)	47
3.1 Model analisis batu pasir bagi Formasi Sandakan	104
4.1 Jadual Pengelasan Terrain, guna tanah dan zon bencana (selepas Chow dan Zakaria,2002)	114
4.2 Parameter bagi jenis litupan/ tumbuhan	122
4.3 Jenis dan gred hakisan dan ketakstabilan	128
4.4 Rekod kejadian gempa bumi Sandakan (selepas Rodeano, 2004)	133
4.5 Kelas Kesesuaian Pembangunan dan Jenis penyiasatan tapak yang diperlukan	142
5.1 Model analisis batu pasir bagi Formasi Sandakan	151
5.2 Peratus kecuraman cerun mengikut kawasan yang terlibat	157
5.3 Jenis guna tanah dan peratusan kawasan yang terlibat	159
5.4 Pengelasan hakisan berdasarkan peratusan dan kawasan yang terlibat	161
5.5 Jenis geobencana dan kawasan yang terlibat	163
5.6 Kelas kesesuaian kawasan pembangunan dan kawasan yang terlibat	165

## SENARAI RAJAH

Rajah		Halaman
1.1	Lokasi kawasan kajian	4
1.2	Peta dasar kawasan kajian	5
1.3	Gambar Imej satelit kawasan kajian	6
2.1	Bacaan min suhu bulanan bagi kawasan Sandakan 1994-2004	34
2.2	Min taburan hujan bagi kawasan Sandakan 1995-2004	35
2.3	Gambarajah Ros Angin bagi kawasan luar pesisir pantai	36
2.4	Laluan taufan bagi Lautan Pasifik Timur laut	37
2.5	Gambarajah Ros Angin bagi kawasan daratan	38
2.6	Populasi penduduk daerah Sandakan bagi tahun 2000	44
2.7	Peta Jenis Tanah bagi kawasan daerah Sandakan	48
2.8	Peta Topografi kawasan kajian	51
2.9	Sistem saliran kawasan kajian	54
3.1	Evolusi tektonik Sabah	70
3.2	Stratigrafi umum rantau Sabah	74
3.3	Stratigrafi kawasan Sandakan	77
3.4	Peta lineamen positif kawasan kajian	88
3.5	Peta lineamen negatif kawasan kajian	89
3.6	Analisis lineamen positif kawasan kajian	90
3.7	Analisis perlapisan berdasarkan plot kontur, daya tegasan P pada arah Barat Laut-Tenggara	93
3.8	Plot kutub sesar normal di lokaliti Sunny Estate dan Tung Huat	95
3.9	Analisis kekar berdasarkan Roset dan lokalitinya	98
3.10	Pengelasan batu pasir berdasarkan Pettijohn (1975)	104
4.1	Rajah menunjukkan gambar foto udara yang diambil bagi kawasan Jalan Labuk. Kawasan yang ditanda menunjukkan zon yang berkemungkinan berlakunya hakisan	113
4.2	Imej satelit sebagai sumber alternatif dalam kajian pemetaan kejuruteraan geologi.	114

## SENARAI FOTO

No. Foto		Halaman
1.1	Stesen cerapan pertama di Tokong Buddha Puu Jih Shih	7
1.2	Stesen cerapan kedua di kawasan perumahan Sunny Estate	7
1.3	Stesen cerapan ketiga di Bukit Trig Hill	8
1.4(a)	Stesen cerapan keempat(i) di Bukit Grand View	8
1.4(b)	Stesen cerapan keempat(ii) di Bukit Sim-sim	9
1.5(a)	Stesen cerapan kelima(i) di tanah perkuburan cina Sandakan	9
1.5(b)	Stesen cerapan kelima(ii) di tanah perkuburan cina Sandakan	10
1.6	Stesen cerapan keenam di Loji Rawatan Air Sibuga	10
1.7	Stesen cerapan ketujuh di Pencawang Telekom	11
1.8	Stesen cerapan kelapan di Bukit Bendera	11
1.9	Singkapan pertama, lapisan batu pasir tebal (Sunny Estate)	12
1.10	Singkapan kedua, lapisan batu pasir tebal (Pantai Tg. Papat)	12
2.1	Antara sungai yang terdapat di Sandakan, Sg Kebun Cina 2	53
2.2	Pembangunan sekitar kawasan bandar mengubah morfologi asal pantai Bandar Sandakan	56
2.3	Pantai berbatu di Tanjung Papat, Gambar diambil dari Taman Grand View	56
2.4	Kesan hakisan ombak di tepi pantai berhampiran Jalan Leila	57
2.5	Struktur binaan yang telah runtuh akibat hakisan ombak pada tebing pantai	57
2.6	Kawasan tambakan di Karamunting	57
2.7	Susutan darat jenis rayapan tanah di Bukit Grand View	61
2.8	Susutan darat jenis jatuhan batuan di Buli Sim-sim	62
2.9	Hakisan lembar di kawasan perumahan Taman Sunny Estate	62
2.10	Hakisan ril di sekitar kawasan tapak baru Sunny Estate	63
2.11	Hakisan galur di kawasan bukit hutan sekunder Leila	63
2.12	Hakisan galur yang teruk di kawasan pembukaan tanah baru batu empat	64
2.13	Kesan luluhawa kimia di kawasan bukit Grand View membentuk struktur tafoni.	64



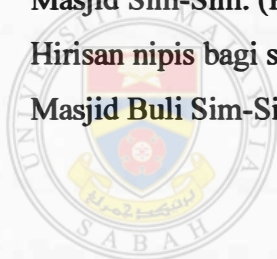
2.14	Kehadiran tirsan air menggalakan luluhawa kimia berlaku.	65
2.15	Bahagian atas menunjukkan kesan luluhawa biologi oleh tindakan akar tumbuhan. Kawasan ini mempunyai luluhawa profil gred IV dan V	66
3.1	Salah satu lapisan batu pasir bagi Formasi Sandakan yang terdapat di kawasan kajian. Lokasi ialah Taman Perumahan Sunny Estate	80
3.2	Fasies volkanik di kawasan Masjid Sim-sim Sandakan	80
3.3	Endapan aluvium di kawasan Kg. Tinosa kawasan utara kawasan kajian	81
3.4	Landskap pemandangan dari pencawang Telekom bahagian utara kawasan kajian yang terdiri daripada aluvium resen	81
3.5	Lapisan silang yang terendap di mana terdapatnya persilangan di Sandakan Funeral Parlour	84
3.6	Struktur laminasi selari yang terdapat di kawasan perumahan Taman Sunny Estate	84
3.7	Laminasi silang pada batu lodak. Lokasi ialah di Pantai Tg. Papat	85
3.8	Struktur kesan beban pada batu lodak. Pantai Tanjung papat	85
3.9	Kesan rekahan lumpur yang ditemui di kawasan Bukit Sim-Sim	86
3.10	Kesan fosil surih yang terdapat pada batu pasir dalam Formasi Sandakan. Lokasi ialah di Pantai Grand View	86
3.11	Singkapan batu pasir yang terdapat di kawasan Taman Sunny Estate. Jurus/kemiringannya ialah $182^{\circ}/18^{\circ}$	91
3.12	Singkapan batu pasir nipis yang terdapat di kawasan pantai Grand View. Jurus/kemiringannya ialah $144^{\circ}/17^{\circ}$ .	92
3.13	Singkapan batu pasir selang lapis batu lumpur di kawasan Tung Huat. Jurus/ Kemiringannya ialah $190^{\circ}/10^{\circ}$	92
3.14	Sesar normal minor yang terdapat di kawasan Sunny Estate. Arah sesar ialah $60^{\circ}$ - $240^{\circ}$ .	96
3.15	Sesar normal minor yang terdapat di Tung Huat. Arah sesar ialah $114^{\circ}$ - $293^{\circ}$ .	96

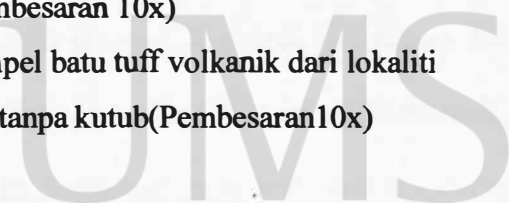
3.16	Struktur lapisan yang berkekar di kawasan Grand View.	97
4.1	Pembukaan tapak baru di kawasan Sunny Estate untuk tujuan perumahan.	108
4.2	Kawasan cerun curam di Buli Sim-Sim. Gambar menunjukkan kesan runtuhan lama dan baru pada cerun tersebut.	108
4.3	Gambar menunjukkan landskap di kawasan Jalan Bukit. Kawasan ini dikategorikan dalam kategori 1( $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) dalam peta cerun.	118
4.4	Kawasan ini dikategorikan dalam kategori 3( $16^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ) secara am dalam peta cerun. Lokasi ialah di Kuil Puu Jih Sinh.	120
4.5	Gambar menunjukkan kawasan yang dikategorikan sebagai 6 ( $>60^{\circ}$ ) pada bahagian cerun bukit dan 5 ( $36^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ) pada kaki bukit di dalam peta cerun. Lokasi kawasan ialah di Buli Sim Sim.	120
4.6	Kawasan ini dikelaskan sebagai (r) berdasarkan atribut kelima dalam jadual pengelasan geologi terain. Lokasi ialah tanah perkuburan Kristian di Jalan Cecily	123
4.7	Kawasan ini mempunyai tumbuhan sederhana padat dan tirsan air rendah (f). Lokasi ialah di Pantai Tanjung Papat.	123
4.8	Foto menunjukkan aktiviti penerokaan kawasan baru. Gambar menunjukkan tinggalan pembalakan kawasan Sunny Estate.	124
4.9	Gambar menunjukkan kawasan Hutan tebal Hutan Simpan Leila. Gambar diambil dari Jalan Cecily.	124
4.10	Hakisan galur yang teruk dengan ke dalam mencapai 2 meter. Lokasi ialah di Bukit Grand View.	129
4.11	Kesan tindakan ombak menyebabkan hakisan tepi pantai berlaku. Lokasi ialah berhampiran dengan Jalan Leila, Sandakan.	129
4.12	Gambar menunjukkan gabungan kompleks hakisan ril dan galur pelbagai intensiti di Batu 4.	130
4.13	Hakisan galur yang teruk di Bukit berhampiran Sunny Estate.	130

- 4.14 Gambar menunjukkan kawasan yang sering dilanda banjir. Lokasi ialah di BDC Jalan Utara. 135
- 4.15 Kawasan dataran banjir di utara kawasan kajian. Kawasan ini merangkumi kawasan batu 2.5, BDC dan Tinosa. 135
- 4.16 Kejadian banjir kilat melanda kawasan ini pada 06 Februari 2006 ekoran aktiviti pemetongan cerun di kaki bukit bertentangan. Lokasi di Karamunting. 136
- 4.17 Gambar menunjukkan ciri-ciri geologi terain yang secara amnya diklasifikasikan sebagai Kelas I. Lokasi ialah di berhampiran Taman Sunny Estate. 143
- 4.18 Gambar menunjukkan ciri-ciri geologi terain kawasan perumahan Sunny Estate yang diklasifikasikan sebagai Kelas II. 143
- 4.19 Gambar menunjukkan ciri-ciri geologi terain yang diklasifikasikan sebagai kelas III. Lokasi adalah berhampiran dengan Jalan Bukit. Struktur bangunan tersebut ditinggalkan ekoran retakan yang terdapat pada strukturnya. 144
- 4.20 Gambar menunjukkan kawasan yang diklasifikasikan sebagai Kelas IV, iaitu tidak sesuai dibangunkan. Lokasi ialah di Tanah Merah, Sandakan. 145

## SENARAI FOTOMIKROGRAF

Foto	Halaman
<b>Mikrograf</b>	
3.1	101
Hirisan nipis bagi sampel batu pasir dari Jalan Buli Sim-Sim. (Pembesaran Foto 10x)	
3.2	101
Hirisan nipis bagi sampel batu pasir dari Jalan Buli Sim-Sim tanpa kutub (Pembesaran 10x)	
3.3	102
Hirisan nipis bagi sampel batu pasir dari lokaliti kawasan Tung Huat. (Pembesaran 10x)	
3.4	102
Hirisan nipis bagi sampel batu pasir dari lokaliti kawasan Tung Huat tanpa kutub (Pembesaran 10x)	
3.5	103
Hirisan nipis bagi sampel batu tuff vulkanik dari lokaliti Masjid Sim-Sim. (Pembesaran 10x)	
3.6	103
Hirisan nipis bagi sampel batu tuff vulkanik dari lokaliti Masjid Buli Sim-Sim tanpa kutub (Pembesaran 10x)	



  
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang kawasan kajian

Sandakan yang terkenal sebagai salah satu daripada pusat mega-biodiversiti daripada 12 pusat seumpamanya di muka bumi ini, sememangnya amat bertuah kerana dikurniakan dengan pelbagai warisan semula jadi yang diperkaya dengan pelbagai jenis flora dan fauna yang tidak boleh ditemui di tempat lain dalam dunia ini (Daily Express, 22 Februari 2003). Keunikan pada Sandakan ini telah menarik minat ramai pencinta alam untuk berkunjung ke Sandakan yang baru sahaja mencapai statusnya sebagai Bandaraya Sandakan, juga dikenali sebagai Bandaraya semula jadi. Buktinya, pada tahun 2001 sahaja seramai 84,000 pelancong dari dalam dan luar negeri mengunjungi Sandakan (Statistik pengunjung yang dikeluarkan oleh Sepilok Orang Utan Rehabilitation Centre SOURCE, 2001). Antara tarikan utama pelancongan di Sandakan ialah Pusat pemeliharaan Orang Utan di Sepilok Sandakan yang merupakan pusat seumpamanya yang terbesar di dunia. Selain itu, terdapat juga tarikan pelancongan yang lain seperti Pulau Selingan, Pulau Berhala, Pusat perlindungan monyet Proboscis Labuk, Gua Gomantong dan banyak lagi. Namun, usaha menjulang nama Sandakan sebagai pusat alam semula jadi seakan sia-sia jika pembangunan pesat dan tidak terancang terus berlaku tanpa sebarang pemantauan dan penguatkuasaan. Penerokaan hutan untuk pembukaan tanah baru giat berlaku dan ini menjejaskan persekitaran asal Sandakan dan mengakibatkan pencemaran. Pembangunan yang pesat

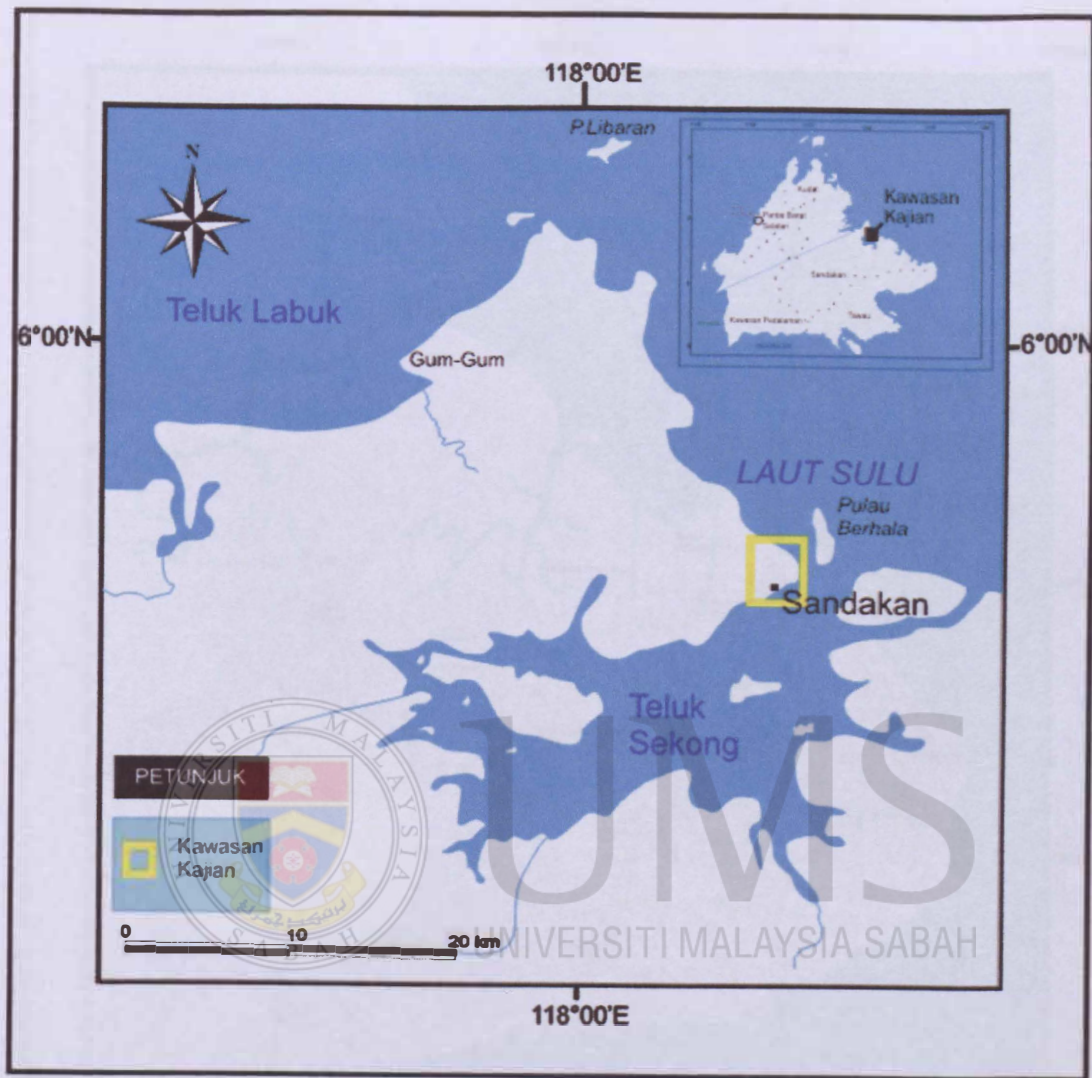


ini banyak tertumpu di kawasan sekitar Bandar Sandakan sejajar dengan pertumbuhan populasi penduduk yang agak pesat. Sehingga tahun 2000, populasi di Sandakan mencecah seramai 348,930 orang dengan kadar purata pertumbuhan penduduk tahunan mencapai nilai 5% (Census 1991 dan 2000 Jabatan Statistik Kuala Lumpur, 2002). Selain itu, isu yang hangat dibincangkan di Sandakan juga ialah kemerosotan sumber bekalan air yang bersih. Ini berlaku akibat daripada penerokaan kawasan tadahan air yang pesat berlaku sekitar 80-an kerana aktiviti pembalakan yang tidak terkawal (Laporan bertulis pelan tempatan dan pelan Daerah Sandakan, Jun 2003). Kesannya, Sandakan terpaksa bergantung kepada sumber alternatif lain seperti sumber air bawah tanah. Selain itu, berlaku juga hakisan yang meluas di sesetengah kawasan tanah yang baru dibuka dan kejadian tanah runtuh juga sering berlaku sejak beberapa tahun yang lepas ekoran daripada aktiviti pemotongan cerun dan aktiviti jentera berat. Hakisan pelbagai gred boleh dikesan di sepanjang cerun jalan Lintas Sibuga. Untuk rekod, kejadian tanah runtuh terbaru berlaku di kawasan penempatan setinggan Kampung Sundang Darat di Batu Sapi yang mengorbankan enam nyawa dengan 15 buah rumah rosak teruk (Daily Express, 2006). Kejadian banjir kilat juga semakin menjadi-jadi di kawasan ini berikutan aktiviti pemotongan cerun di sekitar Bandar Sandakan. Dengan mengambil kira isu-isu alam sekitar yang hangat diperkatakan khususnya di Bandar Sandakan ini, satu kajian perlu dibuat bagi menyediakan pelan cadangan untuk mengatasi masalah ini. Oleh itu, kajian ini dilakukan dengan mengambil kira ciri-ciri geologi yang mempengaruhi kejadian tanah runtuh, banjir kilat dan sebagainya serta dengan pengaplikasian teknik pengelasan geologi terain dan penghasilan peta tematik seperti peta sudut cerun, peta hakisan, peta guna tanah, peta geo-bencana serta peta kesesuaian kawasan pembangunan.

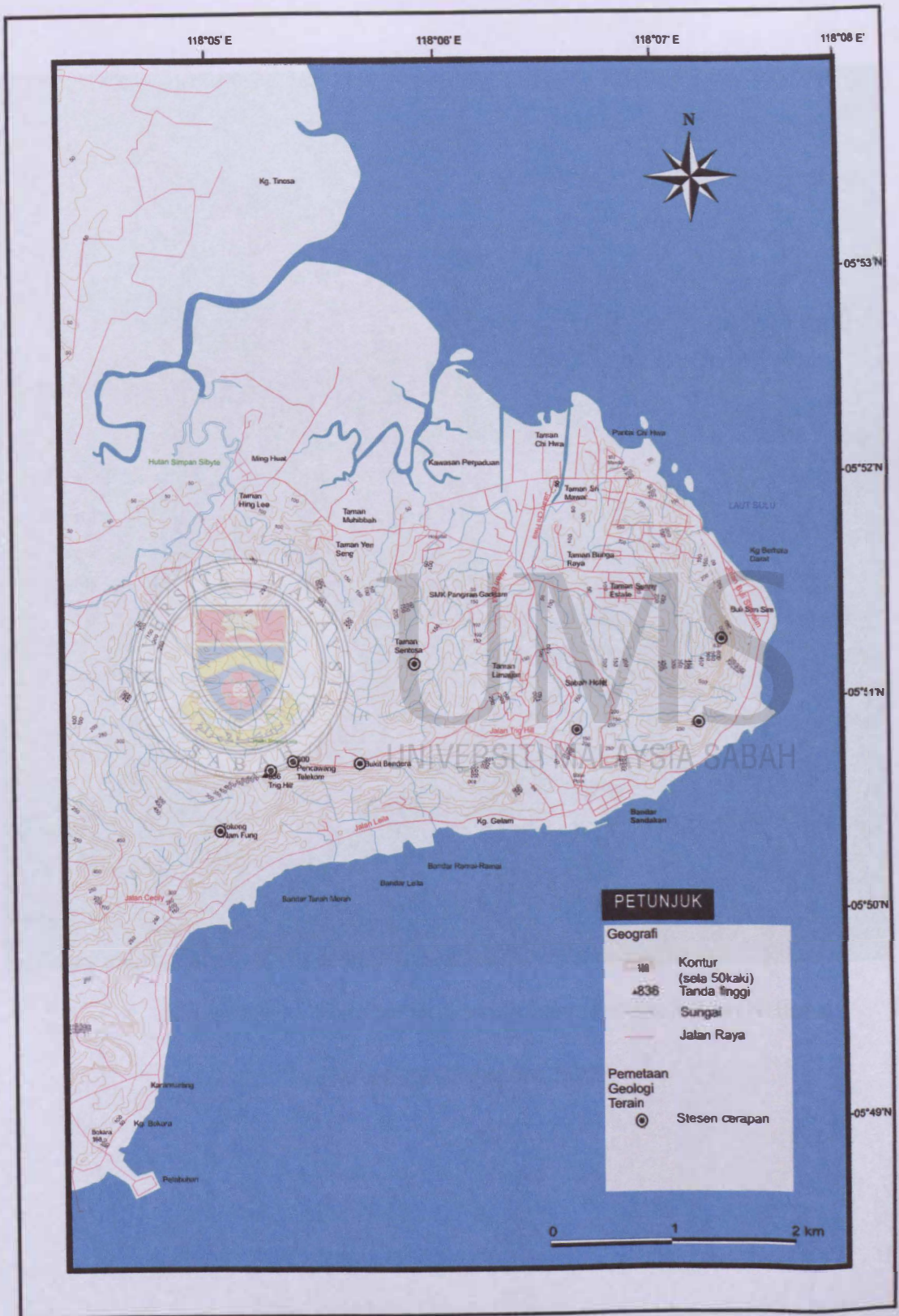


## 1.2 Lokasi kawasan kajian

Kawasan kajian adalah merangkumi kawasan seluas 60km<sup>2</sup> iaitu meliputi sebahagian besar kawasan sebelah timur Bandar Sandakan. Kawasan kajian ini dibatasi oleh garis lintang 5° 48.7' U hingga 5 ° 53.7' U dan garis bujur 118 ° 03.8' T hingga 118 ° 07.7' T (Rajah 1.1 hingga Rajah 1.3). Secara amnya, pemetaan kejuruteraan geologi dilakukan melalui stesen cerapan di Tokong Buddha Puu Jih Shih (Foto 1.1), kawasan perumahan Taman Sunny Estate (Foto 1.2), Bukit Trig Hill (Foto 1.3), Bukit Grand view (Foto 1.4(a)), Bukit Sim-sim (Foto 1.4(b)), tanah perkuburan Sandakan (Foto 1.5(a) dan 1.5(b)), kawasan Loji rawatan air Sibuga (Foto 1.6), Pencawang Telekom (Foto 1.7) dan Bukit Bendera (Foto 1.8). Kajian singkapan pula dicerap di sepanjang jalan-jalan Bandaraya Sandakan dan kawasan cerun yang baru dipotong dan belum terjejas teruk oleh tindakan luluhawa (Foto 1.9 dan Foto 1.10).



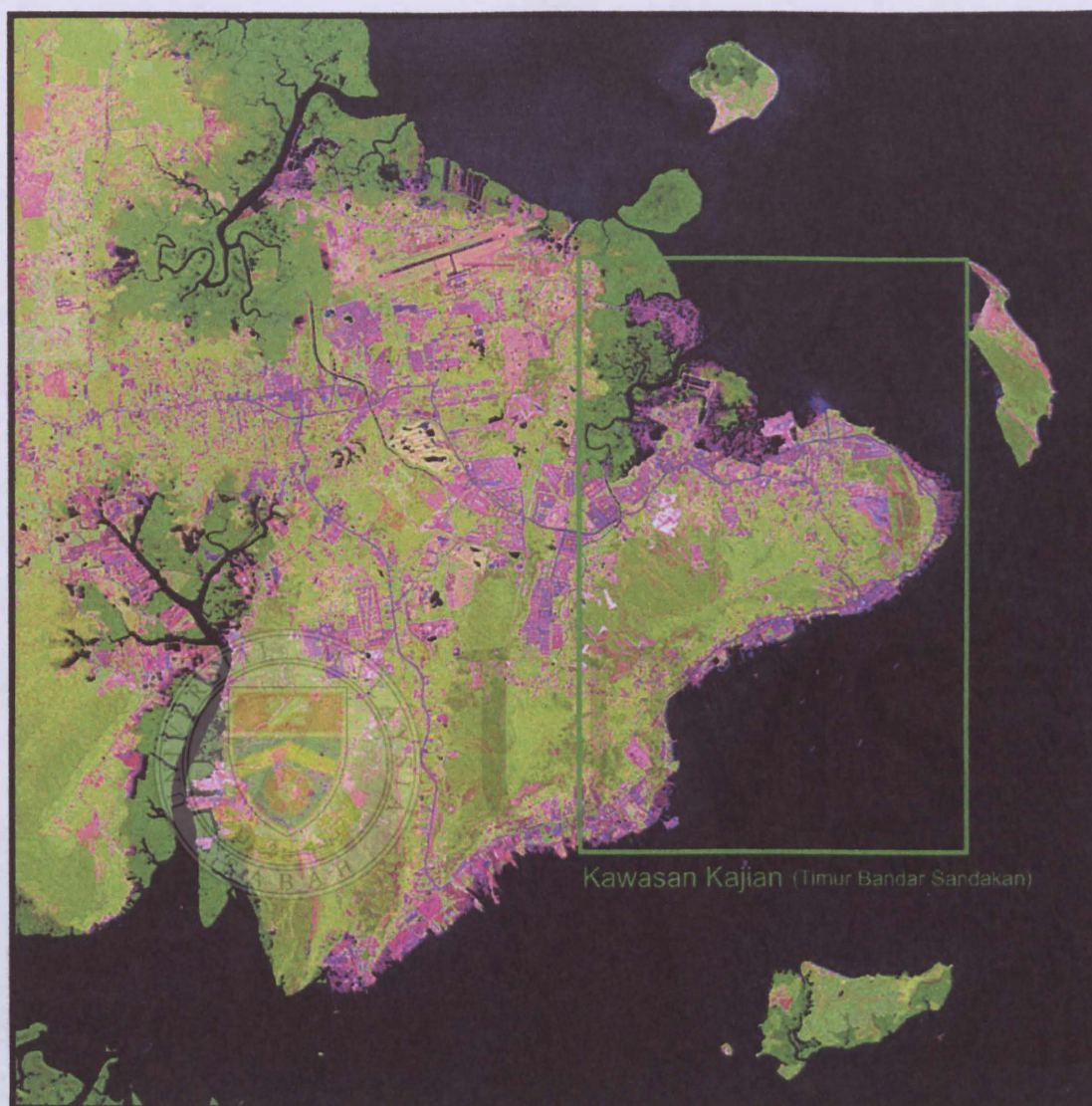
**Rajah 1.1:** Lokasi kawasan kajian



PERPISTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Rajah 1.2: Peta dasar kawasan kajian





**Rajah 1.3:** Gambar imej satelit kawasan Sandakan (National University Singapore, 2005)