

GEOLOGI AM DAN SIFAT KEJURUTERAAN TANAH KAWASAN TIMUR  
PEKAN LAHAD DATU, SABAH

KHOR ANGIE

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

KEPUJIAN DALAM BIDANG GEOLOGI



PROGRAM GEOLOGI

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KOTA KINABALU

MAC 2007

## PENGAKUAN

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

19 MARCH 2007



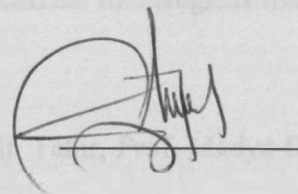
*Khor Angie*  
KHOR ANGIE  
HS 2004 - 2192  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGESAHAN

Tandatangan

### 1. PENYELIA

(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)



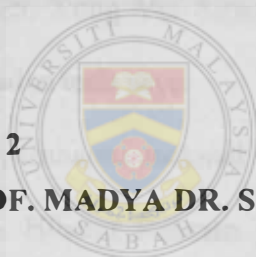
### 2. PEMERIKSA 1

(ENCIK RODEANO ROSLEE)

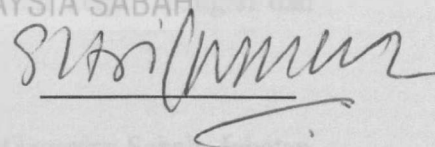


### 3. PEMERIKSA 2

(SUPT/KS, PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG, ADK)

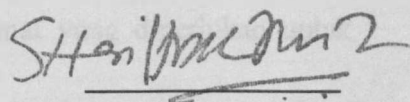


UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



### 3. DEKAN

(SUPT/KS, PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG, ADK)



## PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada mereka yang telah menolong saya dalam menyiapkan tesis tahun akhir saya. Antara mereka ialah:

Prof. Madya Dr. Baba Musta selaku penyelia yang sentiasa meluangkan masa untuk memberi tunjuk ajar, nasihat serta galakan.

Para pensyarah Program Geologi, Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, Prof. Madya Dr. Shariff A. K. Omang, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, Encik Sahat Sadikun dan juga Encik Rodeano Roslee atas bimbingan sepanjang pengajian saya.

Para tutor dan demo Program Geologi, Cik Hennie Fitria Wulandary, Cik Saiedah dan En. Kong Vui Siong yang banyak memberi nasihat dan tunjuk ajar dalam penghasilan tesis saya.

Pembantu-pembantu makmal Geologi, En. Jalaludin Majalip, En. Mohamad Yusof dan En. Hibatur Rahman yang membantu saya dalam kerja lapangan dan kerja makmal.

Staf-staf Jabatan Kajiucua Sabah, Jabatan Mineral dan Geosains Sabah, Jabatan Tanah dan Ukur, Jabatan Perangkaan Sabah Jabatan Ukur dan Pemetaan Sabah, Sekolah Sains dan Teknologi, serta perpustakaan Universiti Malaysia Sabah yang membantu saya dalam pengumpulan data atau maklumat yang diperlukan untuk kajian saya.

Rakan-rakan dari Program Geologi tahun 2004 khasnya Yong Choi Har dan Dianne@Josephine dan juga teman-teman lain atas keprihatinan dan sokongan anda semua.

Tidak dilupakan juga kepada ibubapa, adik dan saudara-mara saya yang berada di Teluk Intan, Perak yang sentiasa memberi sokongan moral kepada saya.

## ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di bahagian Timur Lahad Datu, Sabah yang dibatasi oleh garis longitud T 118°19' hingga T 118°27' dan garis latitud U 05°01' hingga U 05°06'. Keluasan kawasan kajian adalah 104km<sup>2</sup>. Objektif kajian ialah mengkaji geologi am dan sifat kejuruteraan tanah kawasan timur Pekan Lahad Datu, Sabah. Kajian geologi am melibatkan aspek geomorfologi, stratigrafi, geologi struktur dan petrografi serta mengkaji sifat fiziko-kimia dan sifat kejuruteraan tanah. Kawasan kajian terdiri daripada unit Batuan Dasar Berhablur, Formasi Ayer, Formasi Tabanak Konglomerat dan Endapan Aluvium Kuatener. Analisis geologi struktur kawasan kajian adalah bertrend Barat Laut-Tenggara dan Timur Laut-Barat Daya. Sebanyak lima sampel tanah dianalisis untuk sifat kejuruteraan tanah. Daripada analisis sifat kejuruteraan tanah, sampel tanah Formasi Ayer merupakan sampel tanah lempung berpasir yang bersifat alkali dengan nilai pH 8.81 berserta sifat keplastikan tinggi. Sifat ketelapan sampel tanah Formasi Ayer ini adalah bernilai  $1.32 \times 10^{-10}$ . Bagi sampel daripada Formasi Tabanak Konglomerat pula, sampel-sampel tanah didapati terdiri daripada jenis lempung dan juga pasir berlempung dengan kandungan bahan organik yang rendah iaitu berjulat antara 15.72% dan 38.00%. Ia didapati bersifat bersifat asid dengan nilai pH 6.34 dan juga alkali yang bernilai 8.81, dengan kehadiran kalsit serta mempunyai keplastikan yang tinggi. Ketelapannya terhadap air adalah sangat rendah dengan nilai berjulat antara  $8.97 \times 10^{-11}$  dan  $1.79 \times 10^{-10}$ . Sampel tanah Endapan Aluvium Kuatener yang bertekstur lempung mempunyai kandungan kelembapan tinggi bernilai 37.27% dan bahan organik yang rendah, 4.90%. Ia adalah bersifat asid dengan pH 6.54 berserta keplastikan sangat tinggi. Ketelapan terhadap air bagi sampel tanah ini adalah sangat rendah iaitu bernilai  $2.25 \times 10^{-11}$ . Sampel paya dari endapan paya marin adalah bersifat alkali bernilai 8.90 dengan keplastikan tinggi dan merupakan sampel tanah berlempung. Sampel ini mempunyai kandungan kelembapan bernilai 47.80% dan bahan organik yang paling tinggi iaitu bernilai 14.21% berserta dengan nilai ketelapan terhadap air yang rendah iaitu  $1.66 \times 10^{-11}$ . Kesemua sampel tanah daripada kawasan kajian yang dikaji adalah dikelaskan sebagai tanah yang sangat lembut.



## ABSTRACT

The study area is located at the east of Lahad Datu, Sabah which stretches from the longitude of 118°19' E until 118°27' E and latitude of N 05°01' to N 05°06'. The study area covers about 104 km<sup>2</sup>. The objective of the study is general geology and engineering properties of soil in east Lahad Datu Town Area, Sabah. The geological study is to produce a general geological report of geomorphology, stratigraphy, structural geology, and petrography, as well as to study the engineering properties of soil of the study area. The study area consists of four lithologies, the Crystalline Basement, Ayer and Tabanak Conglomerates Formations, and Quaternary Depositions. Structural geology analysis shows that the study area had undergone two trends of compressions, the Northwest-Southeast trend and the Northeast-Southwest trend. A total of five samples has been analysis for its engineering properties. Sample from Ayer Formation is classified as clayey sand showed alkaline with pH value 6.54 and characteristic with high plasticity. The sample showed a relatively low porosity,  $2.25 \times 10^{-11}$ . Samples taken from the Tabanak Conglomerates Formation shows clayey and sandy clay texture with a relatively low organic content, with range from 2.46% to 4.25%. It showed acidic with pH value of 6.34 and also alkaline characteristic of pH value 8.81 due to calcite presence, and both are with high plasticity. It also showed a low porosity, with a range of  $8.97 \times 10^{-11}$  to  $1.79 \times 10^{-10}$ . Meanwhile, the Quaternary Depositions soil sample is classified as clayey texture with high moisture content, 37.27% but low organic content, 4.90%. It has an acidic characteristic with pH value 6.54 and also with very high plasticity level. The sample also showed low porosity,  $2.25 \times 10^{-11}$ . As for the swamp clay sample, it is alkaline base of pH value 8.90 with a high plasticity level. It has the highest moisture content, 47.80% and organic content, 14.21% compared to other samples taken. It showed a low porosity value of  $1.66 \times 10^{-11}$ . All analyzed soil samples from the study area is found to have a very soft.

## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI FOTOMIKROGRAF	xv
<b>BAB 1            PENDAHULUAN</b>	
1.1    Kawasan Kajian	1
1.2    Objektif Kajian	4
1.3    Kepentingan Kajian	4
1.4    Kaedah Kajian	
1.4.1    Kajian Awal	5
1.4.2    Kerja Lapangan dan Persampelan	6
1.4.3    Kajian Makmal	7
1.4.4    Penulisan Laporan	17
1.5    Masalah Kajian	17
1.6    Kajian Literatur	
1.6.1    Geologi Am Lahad Datu	19
1.6.2    Sifat Fizikal Kejuruteraan Tanah	20

## **BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI**

2.1	Pengenalan	22
2.2	Geografi	
2.2.1	Taburan Hujan	23
2.2.2	Sistem Perhubungan	24
2.2.3	Penduduk dan Sosio-ekonomi	28
2.3	Geomorfologi	
2.3.1	Topografi	30
2.3.2	Flora dan Fauna	34
2.3.3	Sistem Saliran	35
2.3.4	Luluhawa	38
2.3.5	Hakisan	41

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

3.1	Pengenalan	43
3.2	Tektonik Rantau	43
3.3	Stratigrafi Rantau	46
3.4	Tektonik Kawasan Kajian	48
3.5	Stratigrafi Kawasan Kajian	
3.5.1	Batuan Dasar Berhablur	50
3.5.2	Formasi Ayer	50
3.5.3	Formasi Tabanak Konglomerat	51
3.5.4	Endapan Aluvium Kuatener	53
3.6	Struktur Sedimen	
3.6.1	Palung atau Alur	55
3.6.2	Laminasi	55
3.7	Petrografi	
3.7.1	Sampel A	57
3.8	Struktur Geologi	
3.8.1	Lineamen	58
3.8.2	Perlappingan	58



<b>BAB 4</b>	<b>SIFAT FIZIKO-KIMIA DAN SIFAT KEJURUTERAAN TANAH</b>	
4.1	Pengenalan	63
4.2	Sifat Fiziko-kimia tanah	
4.2.1	Ujian Kandungan Kelembapan Tanah	65
4.2.2	Ujian Kandungan Bahan Organik Tanah	66
4.2.3	Ujian pH	67
4.2.4	Analisis Saiz Butiran	68
4.2.5	Analisis Had-Had Atterberg	72
4.2.6	Ujian Spesifik Graviti	78
4.3	Sifat Kejuruteraan Tanah	
4.3.1	Ujian Pempadatan	79
4.3.2	Ujian Mampatan Paksi Tiga Tak Terkurung	83
4.3.3	Ujian Kebolehtelapan	87
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
5.1	Sifat-Sifat Kejuruteraan Tanah	
5.1.1	Sifat Fiziko-Kimia Tanah	89
5.1.2	Sifat Kejuruteraan Tanah	94
5.2	Geologi Am	96
5.3	Geomorfologi	101
5.4	Cadangan	102
<b>RUJUKAN</b>		104
<b>LAMPIRAN</b>		108

## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Pengelasan tekstur	10
4.1 Lokasi persampelan tanah di kawasan kajian	63
4.2 Kandungan kelembapan sampel tanah	66
4.3 Kandungan bahan organik sampel tanah	67
4.4 Nilai pH sampel tanah	67
4.5 Keputusan analisis saiz butiran	72
4.6 Keputusan analisis had-had Atterberg	77
4.7 Nilai spesifik graviti	78
4.8 Nilai ketumpatan kering maksima dan kelembapan optima dalam ujian pemadatan terhadap sampel-sampel tanah	80
4.9 Pengelasan am sifat kekuatan ricih bagi mineral lempung (Das, 2002)	84
4.10 Nilai kekuatan maksimum sampel tanah	84
4.11 Nilai kebolehtelapan air bagi sampel tanah berdasarkan Pengelasan Terzaghi dan Peck (1967)	88
5.1 Analisis sifat kejuruteraan sampel-sampel tanah	93

## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Kedudukan kawasan kajian, di Timur Lahad Datu, Sabah	2
1.2 Peta kawasan kajian, di Timur Lahad Datu, Sabah	3
1.3 Graf kon penetrometer (mm) melawan kandungan kelembapan (w)	13
2.1 Graf menunjukkan jumlah taburan hujan di kawasan kajian bagi tahun 1995 hingga 2005. (Data diperolehi dari Jabatan Kaji Cuaca Sabah)	23
2.2 Sistem perhubungan di Timur Pekan Lahad Datu, Sabah	27
2.3 Carta pie menunjukkan taburan penduduk di kawasan Lahad Datu, Sabah	29
2.4 Peta topografi di kawasan kajian	32
2.5 Peta sistem saluran kawasan kajian	36
3.1 Peta taburan unit batuan di kawasan kajian, di Timur Lahad Datu, Sabah	54
3.2 Analisis lineamen positif	59
3.3 Analisis lineamen negatif	60
3.4 Analisis stereonet untuk perlipisan	61
4.1 Peta menunjukkan lokaliti cerapan dan persampelan di kawasan kajian	64
4.2 Pengelasan sampel P1, P2, P3, P4 dan P5 dalam carta segitiga <i>U. S. Engineering Department (USED)</i>	69
4.3 Graf lengkung agihan saiz butiran bagi sampel P1	70
4.4 Graf lengkung agihan saiz butiran bagi sampel P2	70
4.5 Graf lengkung agihan saiz butiran bagi sampel P3	71
4.6 Graf lengkung agihan saiz butiran bagi sampel P4	71
4.7 Graf lengkung agihan saiz butiran bagi sampel P5	72
4.8 Graf analisis had cecair bagi sampel P1	73
4.9 Graf analisis had cecair bagi sampel P2	74

4.10	Graf analisis had cecair bagi sampel P3	74
4.11	Graf analisis had cecair bagi sampel P4	75
4.12	Graf analisis had cecair bagi sampel P5	75
4.13	Pengelasan indeks plastic bagi sampel tanah P1, P2, P3, P4 dan P5	76
4.14	Lengkung ujian pemadatan bagi sampel P1	81
4.15	Lengkung ujian pemadatan bagi sampel P2	81
4.16	Lengkung ujian pemadatan bagi sampel P3	82
4.17	Lengkung ujian pemadatan bagi sampel P4	82
4.18	Lengkung ujian pemadatan bagi sampel P5	83
4.19	Graf tegasan melawan terikan bagi ujian mampatan paksi tiga tak Terkurung sampel P1	85
4.20	Graf tegasan melawan terikan bagi ujian mampatan paksi tiga tak Terkurung sampel P2	85
4.21	Graf tegasan melawan terikan bagi ujian mampatan paksi tiga tak Terkurung sampel P3	86
4.22	Graf tegasan melawan terikan bagi ujian mampatan paksi tiga tak Terkurung sampel P4	86
4.23	Graf tegasan melawan terikan bagi ujian mampatan paksi tiga tak Terkurung sampel P5	87

## SENARAI FOTO

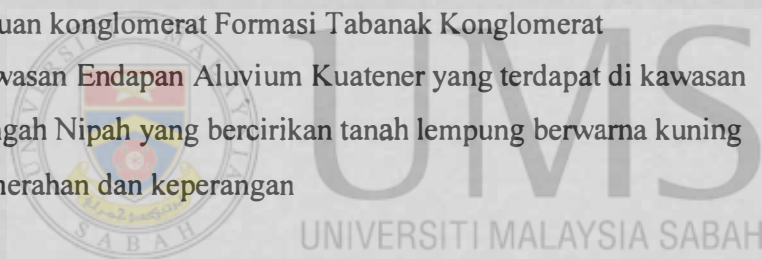
No. Foto	Muka Surat
2.1 Sistem perhubungan jalan raya tidak berturap di Kampung Unta. Arah pengambaran 210° (Kampung Unta)	25
2.2 Sistem jambatan di Kampung Unta akibat dibatasi oleh Sungai Edam. Arah pengambaran 201° (Jambatan Sungai Edam, Kampung Unta)	26
2.3 Lapangan terbang Lahad Datu yang terletak bersebelahan Kampung Unta. Arah pengambaran 143° (Kampung Unta)	26
2.4 Penanaman kelapa sawit di sekitar Pekan Lahad Datu. Arah pengambaran 320° (Saw Mill)	29
2.5 Kawasan perindustrian berhampiran Kampung Ipil	30
2.6 Kawasan topografi tinggi di kawasan Saw Mill	33
2.7 Kawasan topografi sederhana di sekitar Kampung Ipil	33
2.8 Kawasan topografi rendah yang sesuai untuk penempatan (Kampung Unta)	34
2.9 Hutan sekunder yang terdapat di Lahad Datu kebanyakannya Diterokai untuk penanaman kelapa sawit	35
2.10 Sungai Edam yang terdiri daripada pebel-pebel gravel. Arah Pengambaran 201° (Jambatan Sungai Edam, Kampung Unta)	37
2.11 Sungai Tengah Nipah. Arah pengambaran 170° (Berhampiran Kampung Tengah Nipah)	37
2.12 Luluhawa sferoid. Arah pengambaran 139° (Kampung Tengah Nipah)	39
2.13 Pengelupasan akibat proses luluhawa pada lapisan tuf. Arah Pengambaran 130° (Berhampiran Taman Warisan)	39
2.14 Warna kuning keperangan akibat pengoksidaan pada lapisan tuf. Arah pengambaran 130° (Berhampiran Taman Warisan)	40
2.15 Akar tumbuhan yang menyumbang kepada luluhawa biologi. Arah Pengambaran 153° (Kampung Ipil)	41



## SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
2.1 Sistem perhubungan jalan raya tidak berturap di Kampung Unta. Arah pengambaran 210° (Kampung Unta)	25
2.2 Sistem jambatan di Kampung Unta akibat dibatasi oleh Sungai Edam. Arah pengambaran 201° (Jambatan Sungai Edam, Kampung Unta)	26
2.3 Lapangan terbang Lahad Datu yang terletak bersebelahan Kampung Unta. Arah pengambaran 143° (Kampung Unta)	26
2.4 Penanaman kelapa sawit di sekitar Pekan Lahad Datu. Arah pengambaran 320° (Saw Mill)	29
2.5 Kawasan perindustrian berhampiran Kampung Ipil	30
2.6 Kawasan topografi tinggi di kawasan Saw Mill	33
2.7 Kawasan topografi sederhana di sekitar Kampung Ipil	33
2.8 Kawasan topografi rendah yang sesuai untuk penempatan (Kampung Unta)	34
2.9 Hutan sekunder yang terdapat di Lahad Datu kebanyakannya Diterokai untuk penanaman kelapa sawit	35
2.10 Sungai Edam yang terdiri daripada pebel-pebel gravel. Arah Pengambaran 201° (Jambatan Sungai Edam, Kampung Unta)	37
2.11 Sungai Tengah Nipah. Arah pengambaran 170° (Berhampiran Kampung Tengah Nipah)	37
2.12 Luluhawa sferoid. Arah pengambaran 139° (Kampung Tengah Nipah)	39
2.13 Pengelupasan akibat proses luluhawa pada lapisan tuf. Arah Pengambaran 130° (Berhampiran Taman Warisan)	39
2.14 Warna kuning keperangan akibat pengoksidaan pada lapisan tuf. Arah pengambaran 130° (Berhampiran Taman Warisan)	40
2.15 Akar tumbuhan yang menyumbang kepada luluhawa biologi. Arah Pengambaran 153° (Kampung Ipil)	41

2.16	Hakisan lembar. Arah pengambaran 130° (Jalan Sin Wah)	42
2.17	Alur-alur hakisan. Arah pengambaran 235° (Kampung Ipil)	42
3.1	Batu pasir berselang lapis dengan batu lumpur yang dijumpai pada Formasi Tabanak dengan kehadiran struktur palung yang berlabel P, akibat proses pergerakan arus (Kampung Tengah Nipah)	52
3.2	Penindihan Formasi Tabanak (T) dengan Formasi Ayer (A) di kawasan POIC (Berhampiran Kampung Ipil)	53
3.3	Struktur laminasi yang dijumpai pada Formasi Tabanak Konglomerat (Kampung Tengah Nipah)	56
3.6	Struktur lapisan yang dijumpai di stesen S1 yang hadir di kawasan Formasi Tabanak Konglomerat (Berhampiran Taman Warisan)	62
5.1	Formasi Ayer yang dicirikan dengan kehadiran batuan pasir	99
5.2	Batuan konglomerat Formasi Tabanak Konglomerat	100
5.3	Kawasan Endapan Aluvium Kuatener yang terdapat di kawasan Tengah Nipah yang bercirikan tanah lempung berwarna kuning kemerahan dan keperangan	100



**SENARAI FOTOMIKROGRAF**

No. Fotomikrograf

Muka Surat

3.1 Fotomikrograf sampel batuan A di stesen S1 dengan  
pembesaran 5x. Q-kuarza, M-matrik

57

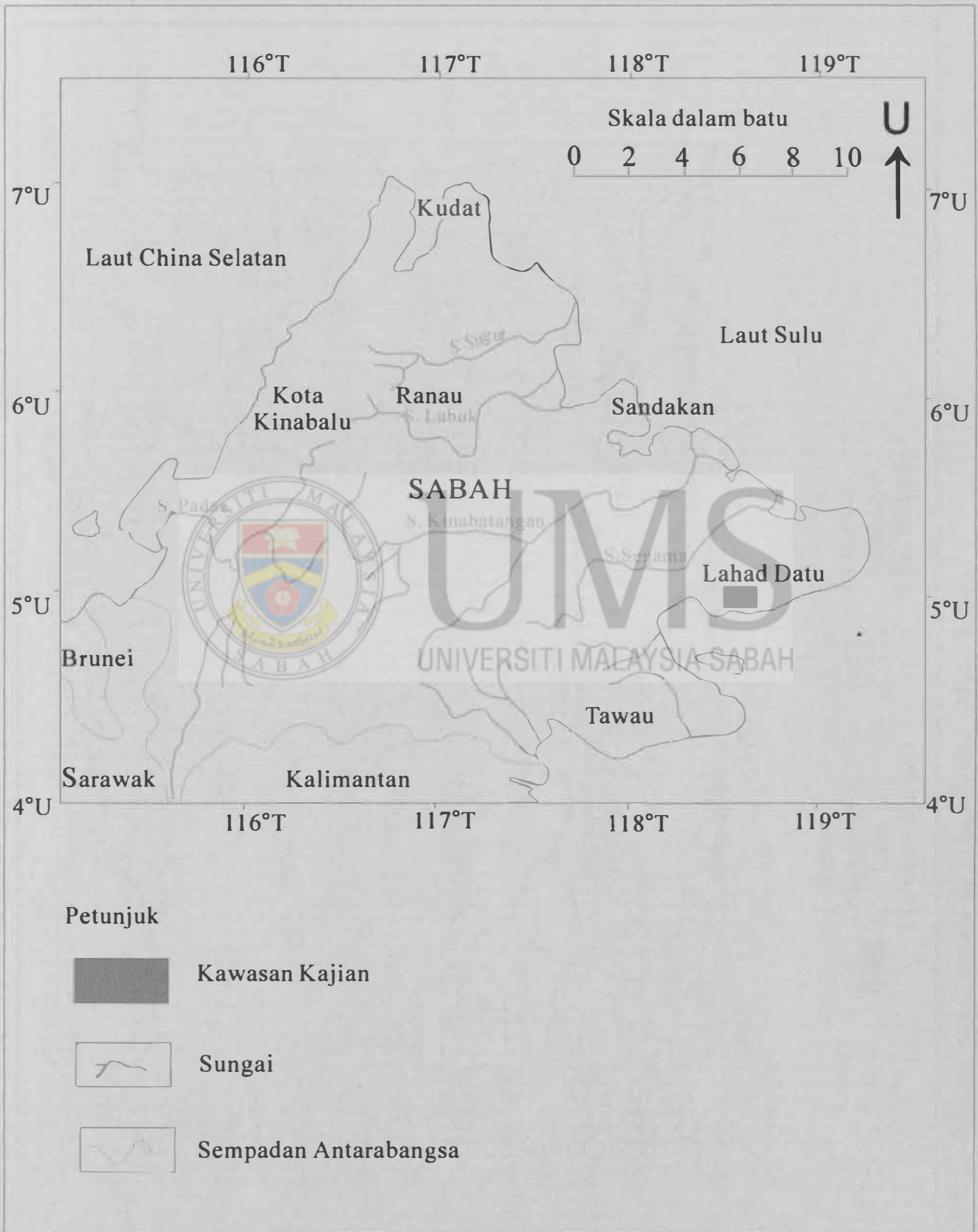


## BAB 1

### PENDAHULUAN

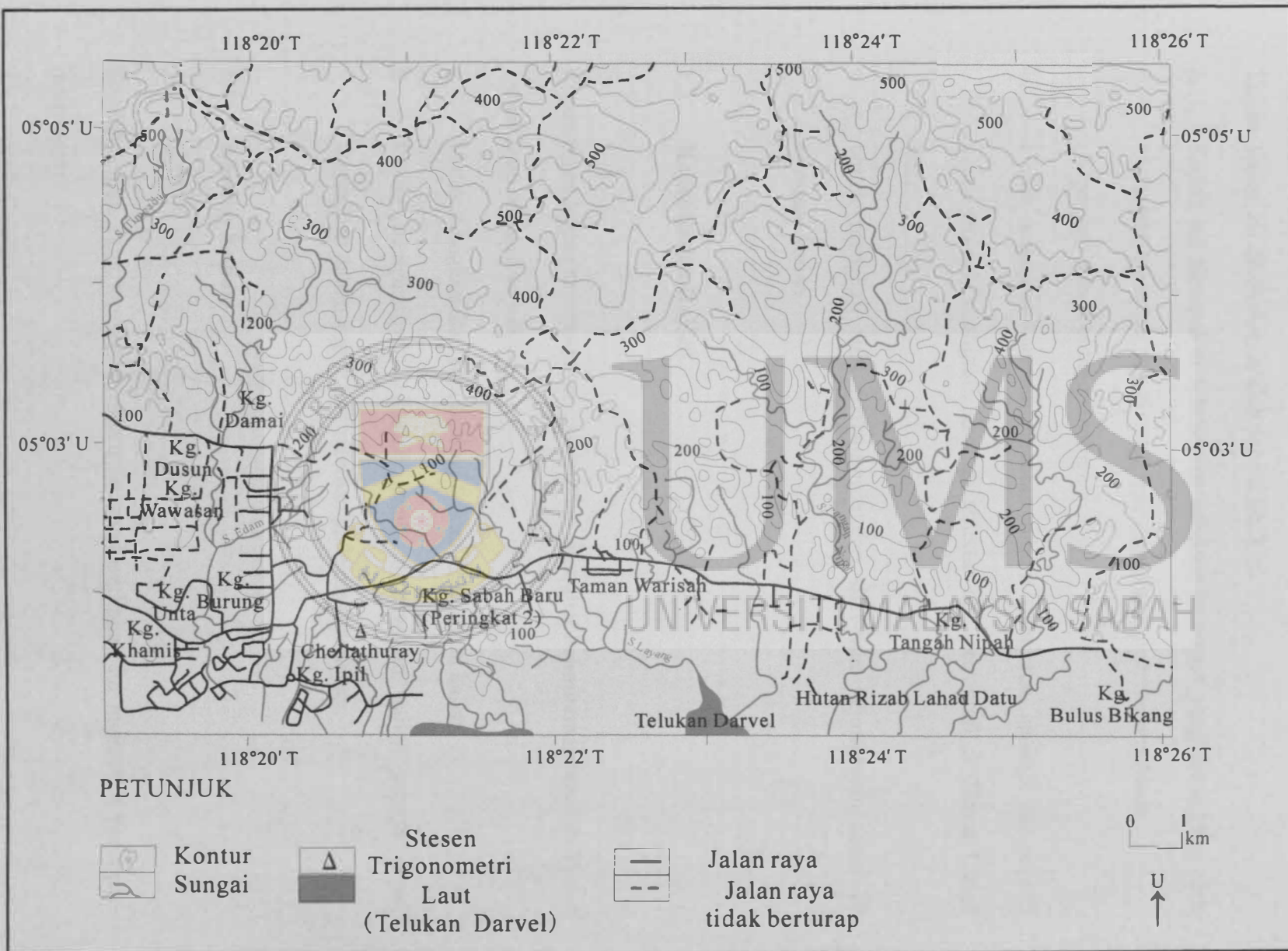
#### 1.1 Kawasan Kajian

Kawasan kajian terletak di kawasan Timur Lahad Datu, Sabah yang dibatasi oleh garis longitud T 118°19' hingga T 118°27' dan garis latitud U 05°01' hingga U 05°06' (Rajah 1.1). Kawasan kajian terletak di timur laut Sabah, kira-kira 400km daripada Kota Kinabalu melalui sistem perhubungan jalan raya. Keluasan kawasan kajian adalah kira-kira 104km<sup>2</sup>. Penempatan utama yang terdapat di kawasan kajian adalah Kampung Khamis, Kampung Unta, Kampung Burung, Kampung Wawasan, Kampung Dusun, Kampung Damai, Kampung Ipil, Kampung Sabah Baru, Taman Warisan, Kampung Tengah Nipah dan Kampung Bulus Bikang. Kajian ini meliputi kajian tentang geologi am yang terdiri daripada geomorfologi, unit-unit batuan dan struktur geologi di kawasan kajian manakala kajian geologi kejuruteraan pula melibatkan kajian tentang sifat fiziko-kimia serta sifat kejuruteraan tanah.



**Rajah 1.1** Kedudukan kawasan kajian, di Timur Lahad Datu, Sabah.





Rajah 1.2 Peta kawasan kajian, di Timur Lahad Datu, Sabah.

## 1.2 Objektif Kajian

Tujuan kajian ini dijalankan adalah seperti berikut:

- a. Kajian ini merupakan sebahagian daripada prasyarat yang diwajibkan oleh Universiti Malaysia Sabah untuk mendapatkan Ijazah Sarjana Muda (Kepujian) dalam bidang Geologi.
- b. Untuk menghasilkan satu laporan umum mengenai geologi am seperti geomorfologi, stratigrafi, geologi struktur dan petrografi di Timur Lahad Datu.
- c. Untuk mengkaji sifat fiziko-kimia dan sifat-sifat kejuruteraan tanah di kawasan kajian.

## 1.3 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian mengenai geologi am dan sifat-sifat kejuruteraan tanah di Timur Lahad Datu dijalankan adalah:

- a. Untuk menghasilkan peta geologi terkini di kawasan kajian.
- b. Untuk menganalisis kekuatan tanah di kawasan kajian supaya dapat digunakan dalam kajian kejuruteraan pada masa hadapan.

## 1.4 Kaedah Kajian

Kaedah kajian yang digunakan dalam penghasilan kajian ini meliputi 4 peringkat utama iaitu:

- a. Kajian awal

- b. Kerja lapangan dan persampelan
- c. Kajian makmal
- d. Penulisan laporan

#### **1.4.1 Kajian Awal**

Sebelum kajian yang lebih terperinci serta kerja lapangan dijalankan, rujukan awal dibuat terlebih dahulu untuk mendapatkan gambaran awal keadaan kawasan kajian yang dikaji. Rujukan awal meliputi pembacaan bahan-bahan rujukan seperti jurnal, artikel, bahan bacaan yang lebih menjurus kepada Geologi Sabah dan kajian kejuruteraan tanah. Rujukan bahan kajian ilmiah terdahulu juga dirujuk. Bahan-bahan rujukan boleh didapati di perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dan Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia. Selain itu, analisis dan penyurihan peta topografi pada skala 1:50,000 (terbitan tahun 2005) lembaran 5/118/14 juga dilakukan untuk mendapatkan gambaran keseluruhan kawasan kajian sebelum melakukan kajian di lapangan. Ini juga membantu menghasilkan peta dasar kawasan kajian. Kunjungan ke pelbagai jenis jabatan turut dilakukan untuk mendapatkan maklumat-maklumat yang lebih terperinci dan terkini. Jabatan-jabatan yang dikunjungi adalah seperti:

##### **a. Jabatan Perangkaan Sabah**

Untuk mendapatkan maklumat-maklumat populasi serta penglibatan bidang ekonomi utama para penduduk di sekitar kawasan Lahad Datu, Sabah.

##### **b. Jabatan Mineral dan Geosains Sabah**

Untuk mendapatkan maklumat bahan rujukan seperti jurnal, buletin, kajian ilmiah terdahulu serta laporan projek di sekitar Lahad Datu daripada perpustakaan Jabatan Mineral dan Geosains.

**c. Jabatan Tanah dan Ukur Sabah**

Untuk menganalisis gambar foto udara kawasan kajian. Gambar-gambar foto udara yang berskala 1:10,000 yang dianalisis ialah 443/10-443/25, 444/9-444/24, 445/8-445/26, 446/10-446/30 dan 447/14-447/34.

**d. Jabatan Ukur dan Pemetaan Sabah**

Mendapatkan peta topografi yang terkini.

**e. Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca Sabah**

Untuk mendapatkan data-data taburan hujan dan suhu di sekitar kawasan Lahad Datu.

**1.4.2 Kerja Lapangan dan Persampelan**

**a. Sebelum ke Lapangan**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Sebelum menjalankan kerja-kerja lapangan dan persampelan, perkara-perkara yang patut dititik beratkan adalah persediaan awal ke tempat kajian. Dalam persediaan awal, persediaan alatan serta diri adalah penting.

**1. Persediaan Alatan**

Alatan yang perlu disediakan untuk kerja-kerja lapangan dan persampelan adalah seperti tukul geologi, peta kawasan kajian, kompas geologi, lensa tangan, Global Positioning System (GPS), Altitud meter, buku log, beg plastik dan skop.



## **2. Persediaan Diri**

Sebelum ke kawasan kajian untuk kerja lapangan dan persampelan, persediaan diri perlu diutamakan juga seperti persediaan wang yang mencukupi, aspek-aspek keselamatan, persediaan tempat tinggal dan juga pengangkutan.

### **b. Semasa di Lapangan**

Tinjauan awal perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu gambaran umum mengenai kawasan kajian sebelum kajian yang lebih terperinci dilakukan. Pada masa kerja lapangan, pengenalpastian perubahan dalam peta dasar juga dijalankan. Seterusnya, pemilihan lokasi untuk kerja-kerja pencerapan data dijalankan. Selain itu, pengenalpastian kehadiran formasi-formasi di kawasan kajian juga dibuat. Kerja-kerja cerapan data adalah seperti jurus-kemiringan peralapisan, lipatan, sesar dan kekar. Pengambilan gambar foto turut dilakukan untuk mengkaji keadaan geomorfologi dan geologi kawasan kajian serta sebagai bukti sokongan kajian. Persampelan batuan berserta tanah yang secukupnya turut dijalankan untuk kajian petrografi dan kajian sifat fiziko-kimia serta sifat kejuruteraan tanah.

### **1.4.3 Kajian Makmal**

Kajian makmal merangkumi penghasilan irisan nipis. Kegunaan irisan nipis adalah untuk mengkaji jenis komposisi mineral yang terdapat dalam batuan tersebut. Kajian ini dikenali sebagai kajian petrografi. Sampel tanah yang diambil digunakan untuk



kajian makmal yang terbahagi kepada kajian sifat fiziko-kimia dan sifat kejuruteraan tanah.

#### a. Sifat Fiziko-Kimia Tanah

Kajian sifat fiziko-kimia terdiri daripada analisis kandungan kelembapan tanah, kandungan bahan organik tanah, ujian pH, saiz butiran tanah, spesifik graviti dan had-had Atterberg.

##### 1. Analisis Kandungan Kelembapan Tanah

Kandungan kelembapan tanah ( $w$ ) adalah jumlah air di antara ruang pori pada butiran tanah yang berupaya disingkirkan melalui pemanasan di dalam oven pada suhu antara  $105^{\circ}\text{C}$  hingga  $110^{\circ}\text{C}$  selama sekurang-kurangnya 24 jam. Kaedah ini adalah berdasarkan kepada kaedah BS 1377:1975. Sebaik sahaja sampel tanah tiba di makmal, analisis kandungan kelembapan dalam sampel tanah tersebut segera dijalankan. 10-30g sampel tanah tersebut ditimbang dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  hingga  $110^{\circ}\text{C}$  semalaman. Pengiraan kandungan kelembapan tanah adalah berdasarkan formula berikut (persamaan 1.1):

$$w (\%) = \frac{m_w}{m_D} \times 100\% \text{ ----- (1.1)}$$

Di mana,

$m_w$  = jisim air yang disingkirkan melalui oven (g)

$m_D$  = jisim tanah kering (g)