

**GEOLOGI AM DAN PENGARUH LEMPUNG PADA SIFAT KEJURUTERAAN
TANAH DI KAWASAN LAHAD DATU,
SABAH**

MUHAMMAD IKMAL BIN RAUB

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

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM GEOLOGI

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2014

22221
ARKIB



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: GEOLOGI AM DAEC PENGARUH LRIMPUNG TERHADAP SIFAT KERJURUTERAAN TANAH DI KAWASAN LAMA DATU, SABAH.

IJAZAH: SARJANA MUDA DENGAN KEPUSIAN GEOLOGI

SAYA: MUHAMMAD IKMAL BIN RAUB
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 26/12/2014
2011 / 2014

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik 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 AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat tetap: BLOK A1-A5-15,
JALAN P16, PRESWIT 16,
62150, PUTRAJAYA,
W.P. PUTRAJAYA.

Pn. HENNIE FITRIA W. SOEHADY B.
NAMA PENYELIA

Tarikh: 19/6/2014

Tarikh: 20/6/2014

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)

PERPUSTAKAAN UMS



* 1000357691 *



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya mengakui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang telah diperjelaskan sumbernya.

18 JUN 2014



MUHAMMAD IKMAL BIN RAUB
BS 11110396



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Hennie Fitria Wulandary Soehady Erfan

1. PENYELIA

PUAN HENNIE FITRIA WULANDARY SOEHADY ERFAN

PENGHARGAAN

BISMILLAHIRRAHMANIRROHIM.....

Bersyukur ke hadrat ilahi kerana dengan limpah kurniaNya penulisan disertasi ini dapat disiapkan. Saya akui bahawa penulisan ini bukanlah satu usaha yang ,udah, ia memrlukan ketahanan mental dan fizikal yang tinggi untuk menempuh pelbagai dugaan yang mendarang dalam proses penyempurnaan penulisan ini. Namun, segala halangan dan rintangan dapat saya atasi dengan bantuan pelbagai pihak. Oleh yang demikian, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua yang membantu saya.

Sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih kepada penyelia saya , Pn. Hjh. Hennie Fitria Wulandary Soehady Erfen, yang telah banyak memberi bimbingan, teguran dan nasihat dalam penyediaan penulisan ini. Setinggi-tinggi penghargaan juga saya ucapkan kepada semua pensyarah geologi Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, Prof. Dr. Felix Tongkul, Prof. Madya Dr. Shariff A.K. Omang, Prof. Madya Dr. Baba Musta, Dr. Ismail Abd Rahim, En. Sahat Sadikun, Pn Hazerina Pungut, En, Rodeano Roslee, En. Junaidi Asis, En. Muhammed Ali Yusof, En. Zulherry Isnain dan juga semua demonstrator atas tunjuk ajar yang diberikan selama hampir tiga tahun di dalam program geologi ini.

Seterusnya, tidak lupa juga kepada keluarga yang tercinta, yang telah memberikan sokongan yang tidak pernah putus dalam meneruskan pengajian sehingga kini. Segala pengobanan yang diberikan akanku kenang. Jutaan terima kasih juga saya ingin sampaikan kepada semua pembantu makmal yang sangat memberikan kerjasama dalam usaha menyiapkan disertasi ini.

Akhir sekali, saya ingin meluahkan rasa bersyukur saya kepada yang maha esa, atas kurnianya dalam memberikan saya barisan rakan-rakan seperjuangan yang sangat memahami dan terima kasih saya ucapkan atas segala bantuan yang telah kalian berikan dan semoga persahabatan ini terus berpanjangan.. Amiin..

ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di sekitar Tenggara kawasan Lahad Datu. Kawasan kajian mempunyai keluasan sebesar 169 km persegi yang dibatasi oleh garis lintang antara $05^{\circ}01'$ U hingga $05^{\circ}07'$ U dan garis bujur $118^{\circ}13'$ T hingga $118^{\circ}20'$ T. Tujuan dijalankan adalah untuk mengkaji aspek geologi am kawasan, sifat kejuruteraan tanah dan faktor yang mempengaruhi sifat kejuruteraan tanah di kawasan kajian. Kawasan kajian terdiri daripada beberapa unit batuan iaitu batuan dasar berhablur, Formasi Ayer (Melange), Formasi Tabanak dan endapan Kuaternari. Batuan dasar berhablur merupakan batuan tertua yang berusia kapur, diikuti dengan Formasi Ayer yang berusia Miosen Tengah, Formasi Tabanak yang berusia Miosen Akhir dan endapan kuarternar (aluvium). Analisis struktur menunjukkan arah canggaan Timur Laut-Barat Daya. Kajian yang dijalankan merangkumi analisis sifat fiziko-kimia, sifat kejuruteraan tanah dan pengenalpastian kandungan mineral yang terdapat pada sampel. Analisis sifat fiziko-kimia mendapati sampel tanah S3 (aluvium) mempunyai kandungan lempung yang tinggi dan mencatatkan nilai kelembapan dan kandungan bahan organic yang tinggi dengan nilai 56.21% dan 7.74%. Manakala Sampel tanah S2 (Formasi Ayer) mencatatkan kandungan lempung yang terendah dan mencatat nilai kelembapan dan kandungan BOT yang rendah dengan nilai 10.03% dan 1.09% manakala sampel S1 (Formasi Tabanak) menunjukkan kadar yang sederhana bagi kesemua kajian yang dijalankan. Indeks keplastikan bagi sampel tanah S3 menunjukkan nilai keplastikan tinggi dan sampel S1 dan S2 menunjukkan kadar keplastikan sederhana. Bagi analisis sifat kejuruteraan tanah pula, nilai ketumpatan kering maksima bagi kesemua sampel berjulat antara $1.24\text{-}1.36 \text{ Mg/m}^3$ dan mempunyai kandungan kelembapan optima dari 34-45%. Sampel S2 mencatat nilai purata tegasan tertinggi diikuti dengan sampel S1 dan yang paling lemah adalah sampel S3. Analisis ketelapan mendapati ketiga-tiga sampel mempunyai kadar kebolehtelapan yang rendah. Analisis pembelauan sinar-x mendapati kandungan lempung ilit, dan kaolinit merupakan jenis mineral lempung yang dominan dalam ketiga-tiga jenis sampel.

ABSTRACT

The study area is located in the Southeast of Lahad Datu area . The study area covers an area as large as 169 km square bounded by latitudes between 05 ° 01 ' N to 05 ° 07' N and longitude 118 ° 13 'E to 118 ° 20' T. The objective of the study were to examine the general geological aspects of the area, the nature of engineering properties and factors that influence the engineering properties of soil in the study area. The study area consists of several rock units of crystalline bedrock , Ayer Formation (Melange) Tabanak formations and Quaternary sediments. The objective of the study is to review the general geology and the influence of clay on the engineering properties of soil in the study area . Structural analysis shows the deformation direction was Northeast-Southwest. The study includes analysis of the physico-chemical properties, engineering properties of soil and identification of minerals found in the samples. Analysis of physico-chemical properties of soil found in samples S3 (alluvium) has a high content of clay and has total moisture and high organic matter content with the value of 56.21 % and 7.74 %. The soil sample S2 (Ayer Formation) recorded the lowest clay content, the moisture content and percentage of organic matter is low with the 10.03 % and 1.09 % independently, while sample S1 (Tabanak Formation) showed a moderate pace for the whole study . Plasticity index of the soil sample S3 shows high plasticity in samples S1 and S2 show the rate of moderate plasticity. For the analysis of the engineering properties of the soil , the maximum dry density for all samples ranged from 1.24 to 1.36 Mg/m³ and optimum moisture content of 34-45 %. Sample S2 recorded the highest average stress followed by sample S1 and the weakest is S3. The permeability analysis found that these three samples have low permeability. X-ray diffraction analysis found that illite clay content , and kaolinite are the dominant clay minerals in the three types of samples .

SENARAI KANDUNGAN

	<u>Muka Surat</u>
PENGAKUAN	i
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI FOTOMIKRO	xiv

BAB 1 PENGENALAN

1.1 Pendahuluan	1
1.2 Kawasan Kajian	2
1.3 Objektif Kajian	4
1.4 Kaedah Kajian	4
1.4.1 Persediaan Awal	5
1.4.2 Kajian Lapangan dan Persampelan	6
1.4.3 Kajian Makmal	7
a. Analisis Petrografi	8
b. Analisis Sifat Fiziko Kimia	9
i. Peratusan Kandungan Kelembapan, ω_0 %	9
ii. Peratusan Kandungan Bahan Organik, BOT %	10
iii. Penentuan pH Tanah	11
iv. Analisis Taburan Saiz Butiran	12
v. Penentuan Graviti Tentu Tanah	14
vi. Had-had Atterberg	15
a. Had Plastik	15
b. Had Cecair	16
c. Pengecutan Linear	17
d. Indeks Kecairan dan Carta Keplastikan	17

c. Analisis Geologi Kejuruteraan	20
i. Ujian Pemadatan Proctor	20
ii. Ujian Mampatan Tak Terkurung	22
iii. Ujian Kebolehtelapan Turus Menurun	24
iv. Analisis Mikroskop Pengimbas Elektron (SEM)	25
v. Analisis Pembelauan Sinar-X (XRD)	26
1.4.4 Analisis Data dan Penulisan Disertasi	26
1.5 Kajian Terdahulu	26
1.5.1 Kajian Geologi Am	27
1.5.2 Kajian Geologi Kejuruteraan Tanah	29

BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI

2.1 Pengenalan	31
2.2 Geografi	31
2.2.1 Iklim Kawasan Kajian	32
2.2.2 Sistem Perhubungan	34
2.2.3 Populasi Penduduk	36
2.2.4 Sosio-ekonomi Penduduk	38
a. Kegiatan Ekonomi	39
b. Infrastruktur	40
2.3 Geomorfologi	42
2.3.1 Topografi	42
2.3.2 Sistem Saliran	45
2.4 Proses Geomorfologi	47
a. Proses Luluhawa	47
i. Luluhawa Fizikal	47
ii. Luluhawa Kimia	48
iii. Luluhawa Biologi	49
b. Proses Hakisan	50
c. Susutan Darat	51



BAB 3 GEOLOGI AM

3.1 Pengenalan	52
3.2 Tektonik Rantau	53
3.3 Stratigrafi Rantau	56
3.4 Geologi Am Kawasan Kajian	58
3.5 Unit Batuan	59
3.5.1 Batuan Dasar Berhablur	59
3.5.2 Formasi Ayer	60
3.5.3 Formasi Libong	61
3.5.4 Endapan Kuaterner	61
3.6 Analisis Pertografi	61
3.6 Analisis Geologi Struktur	62
3.6.1 Analisis Lineamen	62
3.6.2 Analisis Kekar	66
3.6.3 Kesimpulan	68

BAB 4 GEOLOGI KEJURUTERAAN TANAH

4.1 Pengenalan	72
4.2 Persampelan	73
4.3 Analisis Kelembapan	75
4.4 Analisis Kandungan Bahan Organik (BOT%)	76
4.5 Analisis pH	77
4.6 Analisis Taburan Saiz Butiran	79
4.7 Penentuan Sifat Graviti Tentu	81
4.8 Had-Had Atterberg	82
4.8.1 Penentuan Had Plastik	82
4.8.2 Penentuan Had Cecair	83
4.8.3 Pengecutan Linear	86
4.8.4 Indeks Keplastikan dan Carta Keplastikan	86
4.9 Analisis Sifat-Sifat Kejuruteraan Tanah	89
4.9.1 Ujian Pemadatan Proktor	90
4.9.2 Ujian Mampatan Tak Terkurung	93

4.9.3 Ujian Kebolehtelapan Turus Menurun	97
4.9.4 Analisis Pembelauan Sinar-X	98
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	101
5.1 Pengenalan	101
5.2 Geologi Am	101
5.3 Sifat Fiziko-Kimia Tanah	102
5.4 Sifat-Sifat Kejuruteraan Tanah	104
5.5 Cadangan	105
RUJUKAN	
LAMPIRAN	

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Pengkelasan kandungan bahan organik tanah (Acres et al., 1975)	11
1.2 Pengkelasan jenis tanah dengan julat pH mengikut USDA	11
1.3 Pengkelasan Tanah berdasarkan Indeks Keplastikan (Sowers, 1979)	19
1.4 Aktiviti mineral lempung oleh Whitlow (1995)	19
1.5 Pengkelasan berdasarkan nilai konsistensi tanah (Terzaghi & Peck, 1996)	24
1.6 Pengkelasan tanah mengikut darjah kebolehtelapan (Terzaghi & Peck, 1948)	25
2.1 Populasi Penduduk Di Lahad Datu	36
3.1 Ringkasan keputusan analisis geologi struktur kawasan kajian	68
4.1 Analisis Kandungan Kelembapan	75
4.2 Analisis Kandungan Bahan Organik	77
4.3 Analisis pH tanah di kawasan kajian	78
4.4 Pengelasan pH tanah berdasarkan Foth & Ellis (1997)	78
4.5 Nilai Graviti Tentu Tanah Kawasan Kajian	81
4.6 Graviti tentu berdasarkan kandungan mineral yang dominen di dalam batuan dan tanah (Coduto, 2010)	82
4.7 Had Plastik Tanah di Kawasan Kajian	83
4.8 Had Cecair bagi setiap sampel tanah	84
4.9 Pengecutan Linear bagi sampel tanah di Lahad Datu	86
4.10 Indeks Keplastikan bagi sampel tanah di Lahad Datu	87
4.11 Pengkelasan Tanah berdasarkan Indeks Keplastikan (Sowers, 1979)	88
4.12 Aktiviti Lempung bagi sampel tanah di Lahad Datu	89
4.13 Aktiviti mineral lempung oleh Whitlow (1995)	89
4.14 Pengkelasan Lempung Berdasarkan Aktiviti Lempung	89
4.15 Nilai ketumpatan kering maksima dan kandungan kelembapan optimum bagi sampel tanah di Lahad Datu	91
4.16 Keputusan tegasan normal, kekuatan mampatan, jenis kegagalan dan pengelasan kekuatan mampatan oleh Terzaghi & Peck (1996)	94
4.17 Keputusan darjah kebolehtelapan bagi sampel S1, S2 dan S3	98

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Peta Sabah yang menunjukkan kedudukan kawasan kajian	2
1.2 Peta Dasar Kawasan Kajian Sekitar Lahad Datu	3
1.3 Analisis makmal yang dijalankan untuk kajian	4
1.4 Parameter yang dijalankan dalam kajian	7
1.5 Pengelasan Batuan Igneus Volkanik (Le Maitre, 1989)	8
1.6 Pengelasan segi tiga Kuarza-Feldspar-Serpihan Batuan (Pettijohn, 1975)	9
1.7 Carta Pengkelasan segi tiga Pasir-Lempung-Lodak menurut USCS	13
1.8 Graf kedalaman tusukan kon melawan kandungan kelembapan	16
1.9 Carta Indeks Keplastikan menurut Sowers (1979)	18
1.10 Graf lengkung ketumpatan kering melawan kandungan kelembapan	21
1.11 Graf tegasan melawan keterikan	23
 2.1 Taburan hujan sepanjang tahun dari tahun 2002 hingga 2011 (Sumber daripada Jabatan Meterologi Malaysia, Cawangan Sabah)	33
2.2 Taburan hujan sepanjang tahun 2011 (Sumber daripada Jabatan Meterologi Malaysia, Cawangan Sabah)	33
2.3 Jalinan Jalan raya kawasan kajian	35
2.4 Populasi Kewarganegaraan Penduduk di Lahad Datu, Sabah (Sumber Jabatan Perangkaan Malaysia 2012)	37
2.5 Populasi Penduduk Mengikut Etnik Di Lahad Datu, Sabah (Sumber Jabatan Perangkaan Malaysia 2012)	38
2.6 Peta topografi kawasan kajian	44
2.7 Peta saliran kawasan kajian	46
3.1 Pergerakan tektonik aktif di kawasan Asia Tenggara	53
3.2 Evolusi Tektonik di Sabah	55
3.3 Jujukan stratigrafi kawasan Sabah (Sanudin & Baba, 2007)	57
3.4 Peta geologi kawasan kajian (Yin, 1985)	58
3.5 Carta pengkelasan batuan igneus volkanik oleh Le Maitre (1989)	62
3.6 Surihan lineamen positif kawasan kajian	63
3.7 Surihan lineamen negatif kawasan kajian	64

3.8	Analisis lineamen positif kawasan kajian yang menunjukkan arah canggan bertren Timur Laut – Barat Daya.	65
3.9	Analisis lineamen negatif kawasan kajian yang menunjukkan arah canggaan bertren Timur Laut – Barat Daya.	66
3.10	Analisis kekar melalui gambarajah ros kawasan kajian menunjukkan tren arah Timur Laut – Barat Daya	68
3.11	Steoronet bagi perlapisan menunjukkan arah canggaan bertrend Timur Laut-Barat daya.	70
4.1	Kawasan persampelan tanah di Lahad Datu	74
4.2	Carta Pengelasan Pasir-Lempung-Lodak Menurut Head (1992)	79
4.3	Taburan Saiz Butiran bagi sampel tanah di Lahad Datu	80
4.4	Graf Had Cecair Sampel S1	84
4.5	Graf Had Cecair Sampel S2	85
4.6	Graf Had Cecair Sampel S3	85
4.7	Carta Indeks Keplastikan berdasarkan Sowers (1979)	88
4.8	Graf Ketumpatan Kering Melawan Kandungan Kelembapan sampel S1	91
4.9	Graf Ketumpatan Kering Melawan Kandungan Kelembapan Sampel S2	92
4.10	Graf Ketimpatan Kering Melawan Kandungan Kelembapan Sampel S3	92
4.11	Graf nilai tegasan melawan peratusan terikan bagi sampel tanah S1	95
4.12	Graf nilai tegasan melawan peratusan terikan bagi sampel tanah S2	95
4.13	Graf nilai tegasan melawan peratusan terikan bagi sampel tanah S3	96
4.14	Skala Mohr bagi sampel tanah S1, S2 dan S3	96
4.15	Graf pembelauan sinar-x bagi sampel tanah S1	99
4.16	Graf pembelauan sinar-x bagi sampel tanah S2	100
4.17	Graf pembelauan sinar-x bagi sampel tanah S3	100

SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
2.1	Jalan raya berturap yang merupakan jaringan jalan utama (GPS : 05° 04.44' U 118°16.14', Arah pengambaran: 172°)	34
2.2	Kawasan perladangan kelapa sawit di kawasan kajian (GPS : 05° 04.44' U 118°16.14', Arah pengambaran 223°)	39
2.3	Kawasan kuari yang terletak di kawasan kajian (GPS : 05° 03.32' U 118°16.72', Arah pengambaran : 340°)	40
2.4	Dewan sekolah yang terdapat di kawasan kajian (GPS : 05° 02.05' U 118°19.00, 'Arah pengambaran : 152°)	41
2.5	Lanpangan Terbang Lahad Datu (GPS : 05° 01.74' U 118°19.68', Arah pengambaran: 100°)	41
2.6	Bukit yang terdapat di kawasan kajian (GPS : 05° 04.78' U 118°15.93', Arah pengambaran: 313°)	43
2.7	Luluhawa pengelupasan kulit bawang (GPS : 05° 05.44' U 118°14.37', Arah pengambaran : 214°)	48
2.8	Luluhawa kimia, pengoksidaan yang berlaku akibat dari tindak balas antara air, oksigen dan ion Fe ²⁺ (GPS : 05° 05.49' U 118°14.37', Arah pengambaran : 233°)	49
2.9	Luluhawa biologi, penusukan akar tumbuhan di celah-celah rekahan meningkatkan lagi peratusan rekahan (GPS : 05° 05.41' U 118°14.35', Arah pengambaran : 224°)	50
2.10	Jatuhan batuan yang merupakan salah satu bentuk susutan darat (GPS : 05° 05.44' U 118°14.37', Arah pengambaran : 200°)	51
3.1	Struktur augen yang di jumpai dalam unit batuan dasar berhablur (GPS : 05° 00.82' U 118°15.14', Arah pengambaran: 172°)	59
3.2	Singkapan yang terletak di kawasan Formasi Ayer (GPS : 05° 03.36' U 118°16.79', Arah pengambaran : 213°)	60
3.3	Selang lapis batu pasir dan tuff yang di jumpai di Formasi Libong (GPS : 05° 05.43' U 118°14.35', Arah pengambaran : 204°)	61
3.4	Set kekar yang banyak yang tersingkap di kawasan kajian (GPS : 05° 05.45' U 118°14.36', Arah pengambaran : 216°)	67

SENARAI FOTOMIKRO

No. Foto	Muka Surat
3.1 Hirisan nipis sampel batuan Formasi Tabanak dibawah pembesaran mikroskop 10x pembesaran. Sampel memperlihatkan kandungan mineral plagioklas (Plg) dan kuarza (Q).	62

BAB 1

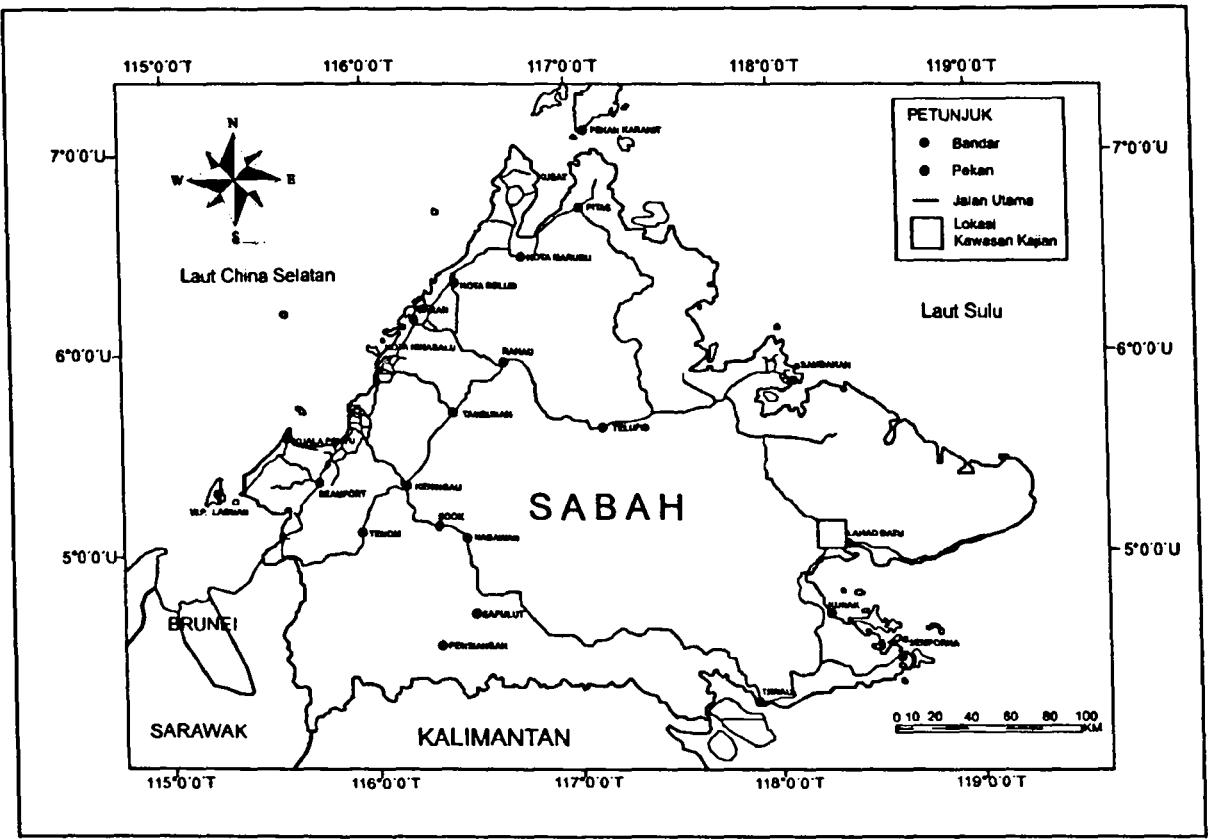
PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

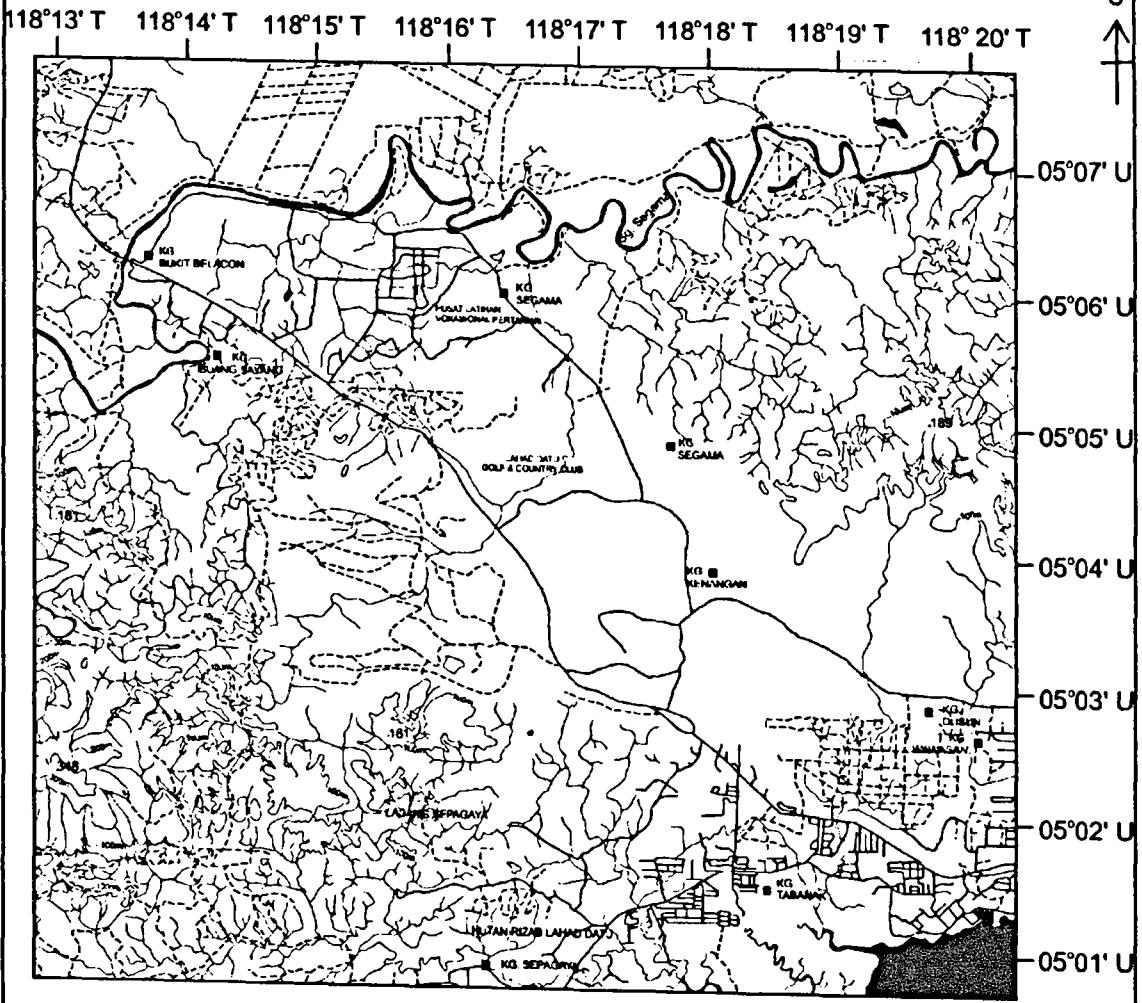
Penulisan disertasi ini merupakan projek tahun akhir bagi penuntut Program Geologi. Tajuk penulisan disertasi ialah Geologi Am dan Kajian Pengaruh Lempung Terhadap Sifat Kejuruteraan Tanah di Lahad Datu, Sabah. Kajian ini bertujuan untuk memenuhi sebahagian syarat memperolehi Ijazah Sarjana Muda Sains Dengan Kepujian (Geologi). Kajian terbahagi kepada dua cabang iaitu geologi am kawasan dan geologi kejuruteraan tanah.

1.2 Kawasan Kajian

Kawasan kajian terletak di bahagian Tenggara Sabah iaitu di sekitar kawasan Lahad Datu, Sabah (Rajah 1.1). Kawasan kajian meliputi kawasan seluas 169 km^2 yang dibatasi oleh garis lintang dari $05^{\circ}01' \text{ U}$ hingga $05^{\circ}07' \text{ U}$ dan garis bujur $118^{\circ}13' \text{ T}$ hingga $118^{\circ}20' \text{ T}$. Kawasan kajian merangkumi beberapa buah kampung seperti Kampung Burung, Kampung Bikit Belacon, Kampung Segama, Kampung Kenangan, Kampung Sepagaya, Kampung Tabanuk dan beberapa buah kampung kecil. Kawasan ini juga merangkumi beberapa buah ladang kelapa sawit dan sungai utama iaitu Sungai Segama (Rajah 1.2).



Rajah 1.1 Kawasan Lahad Datu dalam peta Sabah



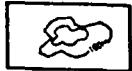
Petunjuk

0 1 2 3km

Skala 1 : 50 000



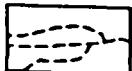
Saliran



Kontur



Jalan Berturap



Jalan Tidak Berturap

Raiyah 1.2 Peta Dasar Kawasan Katian Sekitar Lahad Datu. Sabah

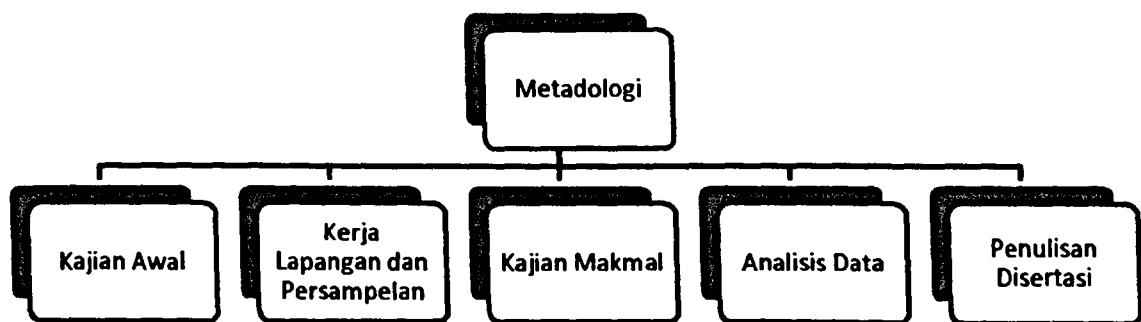
1.3 Objektif Kajian

Objektif yang ingin dicapai dalam kajian ini adalah :

- 1.3.1 Untuk menghasilkan peta geologi terkini di kawasan Lahad Datu, Sabah.
- 1.3.2 Untuk mengkaji geologi am di kawasan kajian dalam aspek geomorfologi, petrografi, geologi struktur, mineralogi dan stratigrafi kawasan kajian.
- 1.3.3 Untuk mengkaji sifat kejuruteraan tanah di kawasan kajian.
- 1.3.4 Untuk mengenalpasti pengaruh lempung terhadap sifat kejuruteraan tanah di kawasan kajian.

1.4 Metodologi

Untuk mencapai objektif kajian dan menyempurnakan kajian yang dijalankan, kaedah kajian dibahagikan kepada lima bahagian (Rajah 1.3).



Rajah 1.3 Rajah menunjukkan lima bahagian kaedah kajian yang digunakan dalam penghasilan disertasi

1.4.1 Persediaan Awal

Setelah mengenalpasti kawasan kajian daripada penyelia, kajian awal tentang kawasan kajian adalah perlu untuk mendapatkan gambaran tentang kawasan tersebut. Kajian literatur dan penyedian peta dasar kawasan kajian adalah penting untuk persediaan sebelum ke lapangan.

Kajian literatur tentang kawasan kajian adalah penting untuk memberikan sedikit pendedahan awal mengenai kawasan kajian dan tajuk kajian yang akan dijalankan. Kajian literatur boleh dibahagikan kepada dua bahagian iaitu geologi am dan geologi kejuruteraan.

Kajian literatur dijalankan melalui sumber-sumber seperti jurnal, memoir, buletin, buku geologi dan penulisan disertasi terdahulu. Sumber-sumber ini boleh didapati dari pusat-pusat penataran ilmu seperti Pusat Sumber Sekolah Sains dan Teknologi, Pusat Sumber Universiti Malaysia Sabah serta di Pusat Sumber Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (JMG) bahagian Sabah. Data-data seperti data taburan hujan dan taburan penduduk boleh didapati di jabatan-jabatan yang terlibat seperti Jabatan Meteorologi Sabah dan Perangkaan Sabah.

Peta dasar dibina melalui surihan peta guna tanah yang diperoleh dari Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM). Peta Lahad Datu dengan nombor siri T738 edisi 1-PPNM dan lembar 8225 dengan skala 1 : 50,000 yang diterbitkan pada tahun 2005. Surihan peta dilakukan menggunakan *Corel Draw X6*. Maklumat-maklumat tambahan seperti mercu tanda terbaru bagi kawasan berkenaan boleh diperoleh melalui penggunaan laman sesawang seperti *Google Map* dan *Google Earth*.

1.4.2 Kajian Lapangan Dan Persampelan

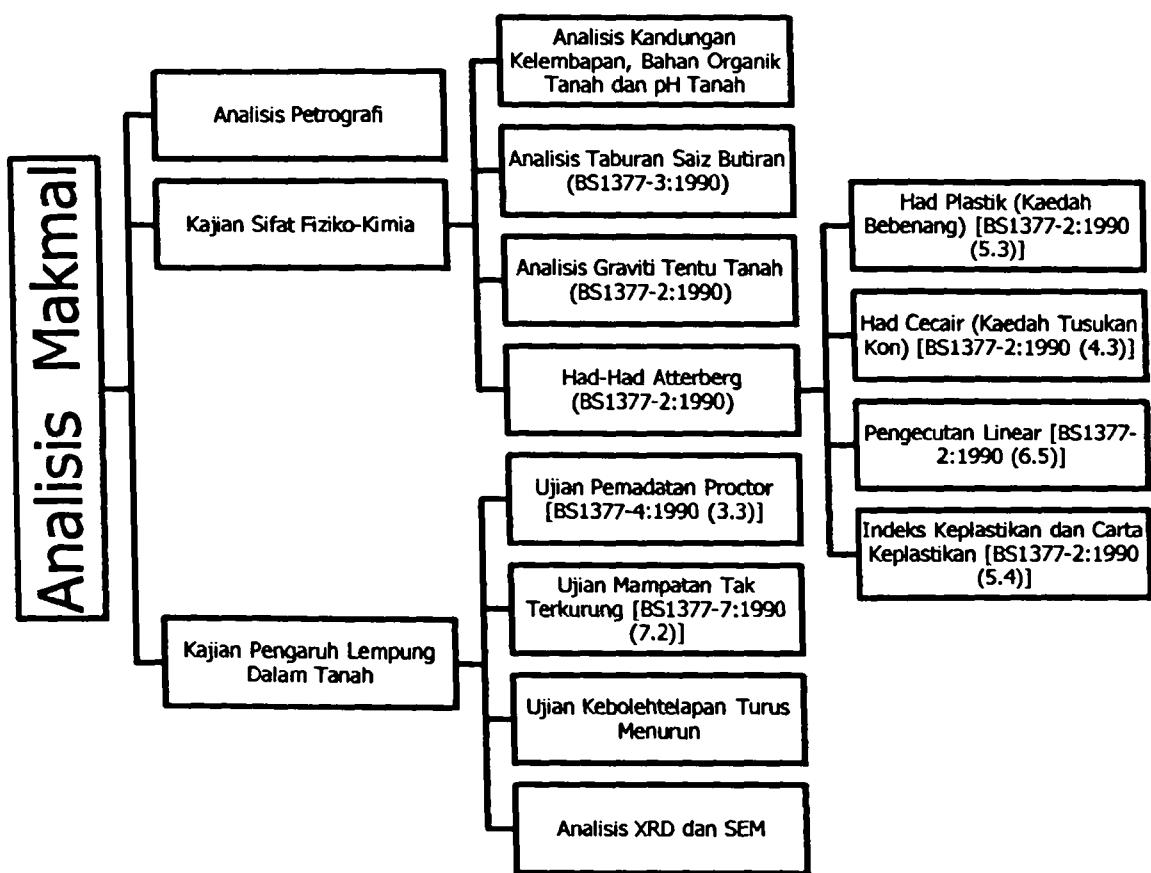
Penelitian peta dasar dilakukan untuk membiasakan diri dengan sistem saliran, jalan raya, penempatan dan keadaan berbukit yang terdapat pada kawasan kajian. Alat-alat seperti kompas, tukul geologi, alat *Global Positioning System* (GPS) dan sebagainya disediakan bagi membantu dalam kerja lapangan. Tinjauan awal dijalankan mengenalpasti kawasan-kawasan yang mempunyai singkapan di kawasan kajian. Kawasan yang dikenalpasti akan diambil kedudukan koordinat dalam alat GPS dan ditandakan lokasinya di dalam peta dasar yang telah disediakan. Gambar diambil untuk dijadikan rujukan akan datang.

Kajian yang lebih terperinci dijalankan terhadap singkapan yang telah ditandakan dalam peta dasar. Kajian dimulakan dengan kawasan yang mempunyai singkapan yang lebih jelas dahulu dan beransur kepada singkapan yang lebih kompleks bagi memudahkan aktiviti cerapan dijalankan. Antara cerapan yang dijalankan di lapangan adalah seperti mengukur jurus dan kemiringan struktur yang dijumpai di kawasan singkapan. Lakaran singkapan juga dilakukan untuk memudahkan catatan jurus dan kemiringan kawasan cerapan tersebut. Lakaran juga bertujuan untuk memberi gambaran semula keadaan kawasan singkapan selain daripada gambar-gambar yang di ambil di kawasan singkapan.

Sampel-sampel diambil supaya kajian yang lebih lanjut boleh dijalankan di makmal. Sampel-sampel yang diambil adalah bertujuan untuk kegunaan analisis petrografi dan juga analisi untuk geologi kejuruteraan. Sampel tanah perlu diambil pada kedalaman 15 cm pada horizon A. Sebahagian kecil sampel tanah perlu diasingkan dan diletakkan di dalam bekas kedap udara bagi tujuan analisis kandungan kelembapan tanah dan kandungan bahan organik tanah. Bagi sampel tanah pula, sampel yang diambil haruslah terdiri daripada sampel yang segar bagi tujuan petrografi dan pengelasan batuan.

1.4.3 Kajian Makmal

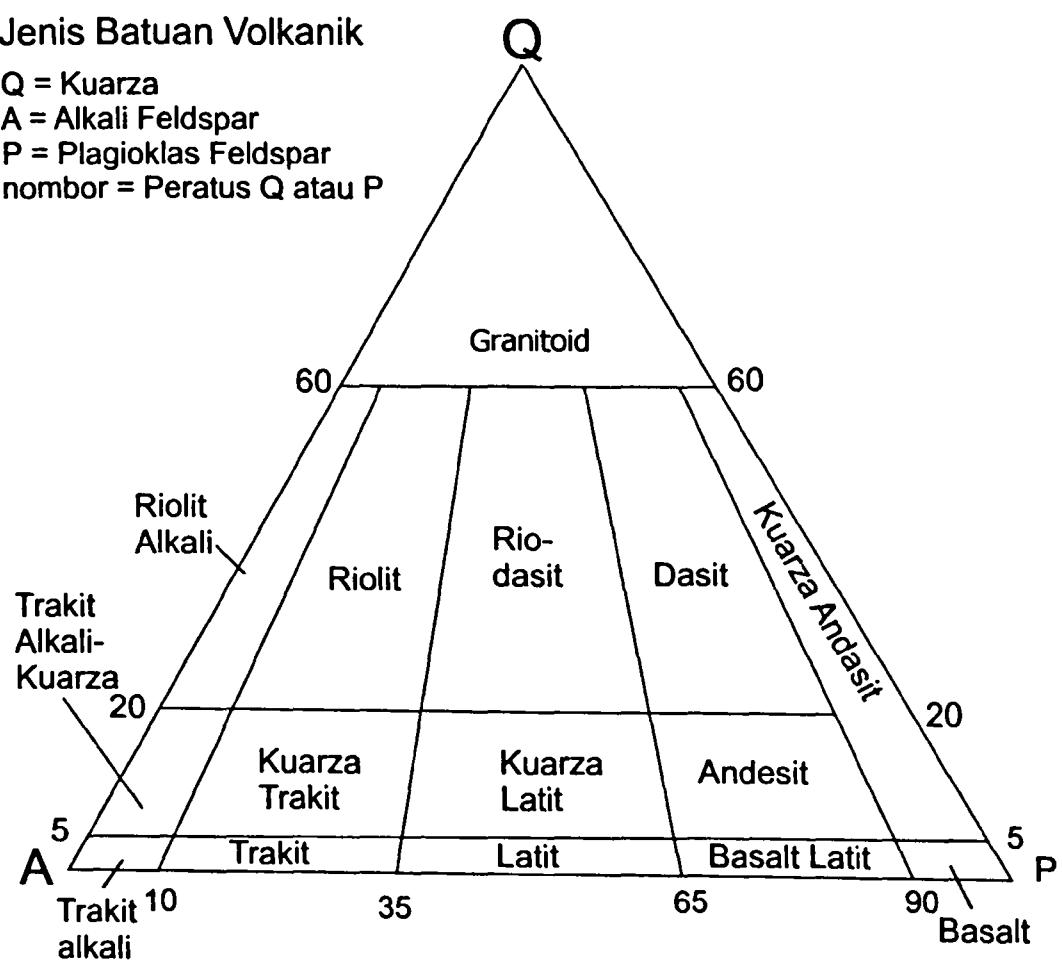
Kajian makmal dijalankan bagi mengetahui sifat-sifat fiziko-kimia dan pengaruh lempung pada sifat kejuruteraan tanah. Kajian petrografi juga dijalankan bagi mengenalpasti mineral yang terdapat dalam batuan sekitar. Kajian makmal yang dijalankan boleh diringkaskan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.4:



Rajah 1.4 Parameter yang dijalankan dalam kajian

a. Analisis Petrografi

Analisis petrografi dijalankan untuk mengenal pasti kandungan mineral yang terdapat dalam batuan untuk pengelasan jenis batuan. Sampel batuan yang diambil di kawasan kajian terdiri daripada batuan segar. Sampel yang di ambil kemudian perlu dipotong dan dibuat hirisan nipis sehingga pada ketebalan 0.03mm. Sampel yang telah selesai dibuat hirisan nipis di perhati dan diteliti akan kandungan mineral yang terdapat dalam batuan tersebut dengan menggunakan mikroskop kutub bercahaya model Zeiss dengan pembesaran kuasa 5x – 50x. Kaedah yang digunakan untuk penetuan jenis batuan adalah kaedah *point counting* (ISRM, 1978). Jenis batuan dapat ditentukan dengan menggunakan segitiga pengelasan batuan volkanik (Rajah 1.5).



Rajah 1.5 Pengelasan Batuan Igneus Volkanik (Le Maitre, 1989)

RUJUKAN

- Abdul Rashid Ahmad. 1996. The Effect Of Physico-Chemical Characteristics of Soil on Slope Stability. *Prosiding Seminar Geologi dan Sekitaran: Impak dan Pengauditan.*
- Anderson, M.G. & Richard, K.S. 1987. *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*. New York. John Wiley and Sons.
- Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metal in Soil*. Chapman and Hall.
- Bell, F.G. 2007. *Engineering Geology*. Elsevier Ltd. United States of America.
- Beavis, F. C. 1985. *Geologi Kejuruteraan*. Ibrahim Komoo dan Tajul Anuar Jamaluddin (Ptrj.). Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Braja M. Das. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning, United States of America
- British Standard 1377 : Part 2, 1990. Classification test. *Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution.
- British Standard 1377 : Part 3, 1990. Chemical and electro-chemical tests. *Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution.
- British Standard 1377 : Part 4, 1990. Compaction related tests. *Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution.
- British Standard 1377 : Part 7, 1990. Sheer strength tests (Total Stress). *Soils for Civil Engineering Purposes*. British Standard Institution.
- Coduto, D. P. 1998. *Geotechnical Engineering Principles and Practices*. Upper Saddle River. New Jersey.
- Coduto, D.P. 2010. *Geotechnical Engineering Principles and Practices*. 2nd Edition. Pearson Education Inc., New Jersey.
- Collenette, P. 1965. *The Geology and Mineral Resources of the Pensiangan and Upper Kinabatangan Area, Sabah*. Cetak Ulangan. Geological Survey Of Malaysia, Memoir 12.
- Foth, H.D. & Ellis, B.G. 1997. *Soil fertility*, 2nd Ed. Lewis CRC Press LLC., USA.
- Hattum, M.V. 2002. Preliminary Report on a Sampling Field Work Provenance Studies on Sabah, East Malaysia Borneo, Geology Department, Royal Holloway University of London.
- Hutchison, C.S. 2005. *Geology of Sabah, Sarawak and Brunei*. Elsevier, B. V. Netherland.
- Hveem, F.N. 1952. Importance of Clay in Applied Soil Mechanics. *Clays and Clay Minerals Vol. 1, 169*.

Ibrahim Komoo & Lim, T.H. 1985. Hubungan antara gred luluhawa dengan ujian penusukan piawan : satu penilaian awal (Relationship between weathering grade and standard penetration test : a preliminary evaluation). *Warta Geologi* 11(4): 163-167.

Irfan Eman. 2013. *Geologi Am dan Geologi Kejuruteraan Tanah Ultrabas di Sekitar Kg. Libang Tanah Merah-Kg. Lohan Skim II, Ranau, Sabah*. Disertasi Sarjana Muda Sains Dengan Kepujian. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.

Leong, K.M. 1974. The Geology and mineral resources of the upper Segama Valley dan Darnel Bay area, Sabah, Malaysia. *Geological Survey Memoir 4 (revised)* 354 m.s.

Landon, J.R. 1991. Booker tropical soil manual: *A handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics*. Longman Scientific and Technical, Essex, New York.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. & Zanettin, B. 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. Oxford: Blackwell Scientific.

Mazlan Mohamad Zain, Mohd. Sidi Daud & Zahir Yahya. 1999. *Kajian Awal Potongan Cerun Struktur Utama di Negeri Pahang Darul Makmur*. Kuala Lumpur : Jabatan Penyiasatan Kaji Bumi Malaysia.

Mesri G. & Olson R.E. 1970. *Mechanism Controlling the Permeability of clays*. Clays and Clay Minerals, 1971, Vol. 19, pp. 151-158. Pergamon Press. Great Britain.

Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rock*. 3rd Edition. New York, Harper & Row.

Sanudin Hj. Tahir, Shariff A.K. Omang & Majeed M. Faisal. 1995. *Middle Miocene Volcanic Sequence in Eastern Sabah*.

Sanudin Hj. Tahir & Baba Musta. 2007. *Pengenalan kepada Stratigrafi*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.

Schumm, S.A. 1977. *The Fluvial System*. Wiley Interscience. New York.

Siti Hajar Bt. Samsuddin @ Othman. 2009. *Geologi Am dan Sifat Kejuruteraan Tanah di Kawasan Kampung Dewata, Lahad Datu*. Disertasi Sarjana Muda Sains dengan Kepujian. Universiti Malaysia Sabah. Kota Kinabalu.

Siti Salwa, 2007. *Geologi Am dan Geologi Kimia Kawasan Lahad Datu, Sabah*. Disertasi Sarjana Muda Dengan Kepujian. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.

Skempton, A.W. 1993. The Colloidal Activity of Clays. *Proceeding 3rd International Conferences on Soil Mechanics and Foundations Engineering*. Vol. 1, 146-152.