

**GEOLOGI AM DAN SIFAT KEJURUTERAAN TANAH DI KAWASAN
KG.DEWATA, LAHAD DATU, SABAH.**

SITI HAJAR BINTI SAMSUDDIN @ OTHMAN

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

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

April 2009



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

15 Mei 2009

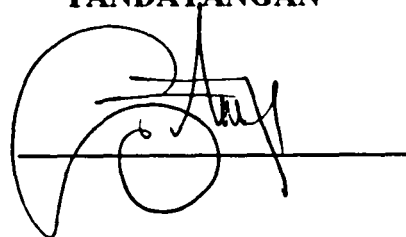


SITI HAJAR BINTI SAMSUDDIN@OTHMAN
HS2006-2116

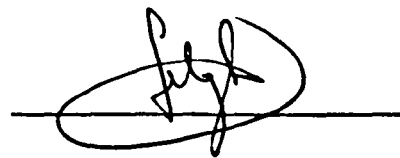


DIPERAKUKAN OLEH**1. PENYELIA**

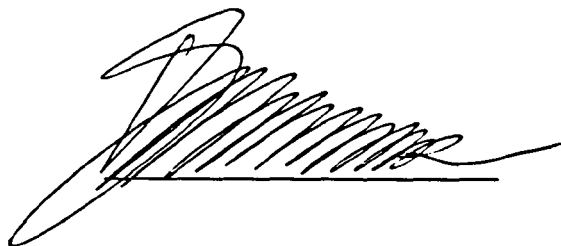
(Prof.Madya Dr. Baba Musta)

TANDATANGAN**2. PEMERIKSA 1**

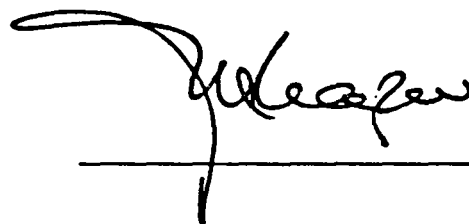
(Prof.Dr.Felix Tongkul)

**3. PEMERIKSA 2**

(Ismail Abd.Rahim)

**4. DEKAN**

(Prof.Dr.Harun Abdullah)



PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirahim, syukur ke hadrat Ilahi kerana izin-Nya dapat saya menyiapkan disertasi ini. Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Prof.Madya Dr.Baba Musta selaku penyelia saya yang banyak memberikan tunjuk ajar dan teguran yang membina dalam proses menyiapkan disertasi ini. Terima kasih juga ditujukan kepada pensyarah-pensyarah program Geologi iaitu Prof.Dr.Sanudin Hj.Tahir, Prof.Dr.Felix Tongkul, Prof.Madya Dr. Shariff A.K. Omang, En.Rodeano Roslee, En.Sahat Sadikun dan En.Ismail Abd Rahim yang banyak memberikan tunjuk ajar dan teguran-teguran yang membina.

Terima kasih saya tujukan khas buat bapak dan mama Haji Samsuddin@Othman Bin Mohd Halim dan Puan Hajjah Zaiton Binti Ngah yang banyak memberikan sokongan dan bantuan dari segi kewangan selain dorongan dan kasih sayang mereka yang mendoakan kejayaan saya. Tidak lupa kepada mereka yang saya sayangi Ariff Bin Haji Samsuddin, Sarah Nadia Haji Samsuddin, Mohd Ali Imran Haji Samsuddin, Ainnur Ashikin Haji Samsuddin, Cik Zalina Binti Ngah dan Radzi Abd Kadir.

Seterusnya kepada rakan seperjuangan yang banyak memberikan sokongan moral dan berkongsi ilmu pengetahuan semasa menyiapkan disertasi ini.



ABSTRAK

Kawasan kajian Kg. Dewata, Lahad Datu Sabah terletak pada latitud $04^{\circ} 54' U$ hingga $05^{\circ} 00' U$ dan longitud $118^{\circ} 04'T$ hingga $118^{\circ} 09'T$ dengan keluasan 100km^2 . Unit batuan ialah Batuan Dasar Berhablur berusia Kapur Pertengahan dan lebih tua, Mafik-Ultramafik berusia Kapur Pertengahan, Chert-Split berusia Kapur Pertengahan dan Eosin Awal dan Endapan Aluvium berusia Kuaternari. Sampel tanah 1 mewakili aluvium yang diambil dari Sg. Dewata manakala Tanah 2 mewakili Batuan Ultrabes yang diambil dari Kuari Silam. Tanah 3 dan 4 mewakili Mafik-Ultramafik yang diambil dari Pacific Hardwood manakala Tanah 5 mewakili Batuan Dasar Berhablur yang diambil dari jalan menuju ke Lembah Danum. Dari segi topografi, kawasan ini kajian ini meliputi kawasan tanah tinggi (keseluruhan kawasan kajian) dan juga tanah rendah (Barat Daya). Kawasan kajian ini juga mengalami canggaan pada arah Timur Laut-Barat Daya. Dari segi geomorfologi pula, sistem saliran di kawasan kajian ini terdiri daripada pola saliran jenis reranting dan bermeander. Mafik-Ultramafik (Silam) merupakan tanah yang paling kuat iaitu tahan terhadap daya tegasan dan kukuh berdasarkan kepada sifat kebolehtelapannya yang rendah ($2.38 \times 10^{-8} \text{ m/s}$) dan juga kekuatan ricih maksima yang tinggi (57.86 kN/m^2 - 60.60 kN/m^2). Sampel tanah yang paling lemah pula ialah tanah aluvium S1 yang mempunyai kebolehtelapan yang tinggi ($2.65 \times 10^{-7} \text{ m/s}$) dan kekuatan ricih maksima yang rendah (1.86 kN/m^2 - 1.93 kN/m^2). Sampel tanah aluvium ini dikelaskan sebagai lembut dan tidak sesuai dalam bahan pembinaan berdasarkan kepada kekuatan ricihnya.



ABSTRACT

The study area is situated at Kg. Dewata, Lahad Datu, Sabah which bounded by the latitude $04^{\circ} 54'$ U to $05^{\circ} 00'$ U and longitude $118^{\circ} 04'$ T to $118^{\circ} 09'$ T which covers about 100 km^2 . The rock unit of the area consists of Crystalline Basement Rocks (Middle Cretaceous and older), Mafic-Ultramafic (Middle Cretaceous), Chert-Spilitite (Middle Cretaceous- Early Eocene) and Alluvium (Quaternary). Sample 1 represents the alluvium that collected at Diwata River meanwhile sample 2 represents Ultrabasics that collected at Silam Quarry. Sample 3 and 4 represent Mafic-Ultramafic that collected from Pacific Hardwood meanwhile sample 5 represents Crystalline Basement that collected along the road to Danum Valley. The topography of this area consists of high land (whole study area) and low land (South-West part of the study area). The deformation of the study area was North East to South West. Besides that, the pattern of the river system at this area is determined as branch and meander patterns. Mafik-Ultramafic (Silam) is classified as strongest soil based on its low permeability ($2.38 \times 10^{-8} \text{ m/s}$) and uniaxial compression with highest shear strength (57.86 kN/m^2 - 60.60 kN/m^2) whereas Alluvium (Diwata River) is the weakest soil because of its high permeability ($2.65 \times 10^{-7} \text{ m/s}$) and lowest shear strength (1.86 kN/m^2 - 1.93 kN/m^2) among the soil samples. Hence, it is a bad material in construction.



KANDUNGAN

Muka Surat

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii-xi
SENARAI JADUAL	xii-xiii
SENARAI RAJAH	xiv-xv
SENARAI FOTO	xvi-xvii
SENARAI FOTOMIKRO	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Pengenalan	1
1.2. Lokasi	3
1.3. Objektif	5
1.4. Metodologi	6



1.4.1. Kajian Awal	6
1.4.2. Kajian Lapangan & Persampelan	7
a) Teknik Persampelan	7
1.4.3. Analisis Makmal	10
a) Ujian pH	10
b) Kandungan Bahan Organik	10
c) Kandungan Kelembapan	11
d) Had-had Atterberg	12
i. Had Cecair	12
ii. Had Plastik	12
iii. Indeks Keplastikan	13
e) Pengecutan Linear	13
f) Ujian Graviti Tentu	14
g) Penentuan Taburan Saiz Partikel	15
h) Ujian Pempadatan Tanah	17
i) Ujian Kebolehtelapan	18
j) Ujian Mampatan Tidak Terkurung	19
1.4.4. Analisis Struktur	20
1.4.5. Analisis Petrografi	21
1.4.6. Analisis Akhir dan Penulisan Laporan	21
1.5. Kajian Literatur	22
1.5.1. Kajian Literatur: Geologi Am Kejuruteraan Tanah	22
1.5.2. Kajian Literatur: Geologi Am Kg. Dewata	23



1.6.	Masalah Kajian	27
1.6.1.	Masa	27
1.6.2.	Cuaca	27
BAB 2	GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI	28
2.1	Geografi	28
2.1.1	Iklm	29
2.1.2	Taburan Penduduk	30
2.1.3	Topografi	32
2.1.4	Sistem Perhubungan	34
2.1.5	Sistem Saliran	36
2.1.6	Jenis Guna Tanah	38
2.2	Proses Geomorfologi	40
2.2.1	Luluhawa	40
a)	Luluhawa Kimia	41
b)	Luluhawa Fizikal	42
c)	Luluhawa Biologi	43
2.2.2	Hakisan dan Pelebaran Sungai	44



BAB 3	GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	45
3.1	Geologi Am	45
3.2	Tektonik Rantau	47
3.2.1	Batuan Besmen Berhablur	52
3.2.2	Batuan Mafik Ultramafik	53
3.2.3	Chert-Split	55
3.2.4	Endapan Kuaternari	56
3.3	Analisis Struktur	57
3.4	Petrografi	59
BAB 4	ANALISIS KEJURUTERAAN TANAH DAN PERBINCANGAN	63
4.1	Pengenalan	63
4.2	Kajian Makmal	64
4.2.1	Ujian pH	64
4.2.2	Kandungan Kelembapan	66
4.2.3	Kandungan Bahan Organik	68
4.2.4	Analisis Saiz Butiran	69
4.2.5	Had-had Atterberg	76
a.	Had Plastik	76
b.	Had Cecair	77



c.	Indeks Keplastikan	78
d.	Pengelasan Sifat Keplastikan Tanah	79
e.	Indeks Kecairan	81
f.	Pengecutan Linear	82
4.2.6	Aktiviti Lempung	83
4.2.7	Ujian Graviti Tentu	86
4.2.8	Ujian Pempadatan Proctor	87
4.2.9	Ujian Mampatan Paksi Tiga (Mampatan Tidak Terkurung)	89
4.2.10	Ujian Kebolehtelapan	91
BAB 5	KESIMPULAN	93
5.1	Pengenalan	93
5.2	Geologi Am dan Stratigrafi	93
5.3	Sifat Fiziko-Kimia Tanah	95
5.4	Sifat Kejuruteraan Tanah	100
5.5	Kesimpulan	103
5.6	Cadangan-cadangan	105
RUJUKAN		106
LAMPIRAN		110



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Pengelasan butiran mengikut saiz.	16
4.1 Hasil ujian pH bagi lima sampel tanah mewakili setiap sampel sampel tanah yang dikaji.	65
4.2 Hasil ujian kandungan kelembapan bagi lima sampel tanah yang yang dikaji.	66
4.3 Hasil ujian kandungan bahan organik bagi lima sampel tanah yang yang dikaji.	68
4.4 Hasil analisis saiz butiran bagi lima sampel tanah yang dikaji.	71
4.5 Nilai pekali bagi Cu dan Cc bagi lima sampel tanah yang dikaji.	75
4.6 Keputusan bagi had plastik bagi lima jenis sampel tanah.	77
4.7 Hasil ujian had cecair bagi lima jenis tanah yang dikaji.	78
4.8 Hasil analisis indeks keplastikan.	79
4.9 Pengelasan sifat keplastikan berdasarkan had cecair (Bell,1997).	80
4.10 Analisis bagi indeks kecairan kelima-lima jenis tanah.	82
4.11 Pengelasan indeks kecairan (LI) berdasarkan BS5930 (1981).	82
4.12 Peratusan pengecutan linear bagi kesemua sampel tanah.	83
4.13 Pengelasan had pengecutan linear oleh Holtz & Hibbs (1956).	83
4.14 Pengelasan aktiviti lempung oleh Skempton (1953).	84
4.15 Keputusan bagi penentuan aktiviti lempung bagi kelima-lima sampel tanah yang dikaji.	85



4.16	Hasil ujian graviti tentu bagi kelima-lima jenis sampel tanah yang dikaji.	86
4.17	Spesifik graviti bagi mineral-mineral biasa dalam tanah (Donald, 1998).	87
4.18	Nilai kandungan ketumpatan kering maksima dan kandungan kelembapan optimum bagi lima jenis sampel tanah.	88
4.19	Darjah konsistensi (Terzaghi & Peck, 1996).	89
4.20	Nilai kekuatan kompresif dan kekuatan ricih bagi lima sampel tanah yang dikaji.	90
4.21	Hasil ujian kebolehtelapan bagi lima jenis sampel tanah yang dikaji.	91
4.22	Pengelasan kebolehtelapan (Terzaghi, 1996).	91
5.1	Analisis keputusan sifat kimia tanah bagi lima sampel tanah.	99
5.2	Analisis keputusan makmal bagi lima sampel tanah.	100
5.3	Analisis keputusan sifat kejuruteraan tanah bagi lima sampel tanah.	103



SENARAI RAJAH

No.Rajah		Muka Surat
1.1	Lokasi kawasan kajian Lahad Datu, Sabah.	2
1.2	Peta dasar kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.	4
1.3	Lokasi persampelan di kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.	9
2.1	Purata taburan hujan di Lapangan Terbang Lahad Datu, Sabah (Sumber dari Jabatan Meteorologi Malaysia).	29
2.2	Purata taburan penduduk di Lahad Datu,Sabah (Sumber dari Banci Penduduk dan Perumahan Malaysia, 2000).	31
2.3	Bancian penduduk di Lahad Datu,Sabah (Sumber dari Banci Penduduk dan Perumahan Malaysia, 2000).	31
2.4	Peta topografi di kawasan Kg.Dewata, Lahad Datu, Sabah.	33
2.5	Peta jalanraya di kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.	35
2.6	Peta saliran di kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.	37
2.7	Jenis tanaman di Lahad Datu,Sabah (Sumber Jabatan Pertanian Sabah).	39
3.1	Peta taburan usia batuan di Sabah (Sumber dari Sanudin et, al, 2007)	46
3.2	Gambaran pembentukkan Sabah (Sumber daripada Felix Tongkul, 1991).	49



3.3	Peta taburan unit batuan di Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah. (diubahsuai dari Leong,1974).	51
3.4	Struktur Kekar di tepi jalan Lahad Datu-Tawau yang diambil dengan jarak dekat (Arah penggambaran ke Timur Laut) (04 ⁰ 58.7' U dan 118 ⁰ 12.5' T).	58
4.1	Nilai pH dan klasifikasinya.	66
4.2	Pengelasan ujian saiz butiran.	70
4.3	Lengkung saiz partikel bagi tanah 1.	72
4.4	Lengkung saiz partikel bagi tanah 2.	73
4.5	Lengkung saiz partikel bagi tanah 3.	73
4.6	Lengkung saiz partikel bagi tanah 4.	74
4.7	Lengkung saiz partikel bagi tanah 5.	74
4.8	Graf indeks keplastikan melawan had cecair.	80



SENARAI FOTO

No.Foto	Muka Surat
2.1 Lapangan Terbang Lahad Datu, Sabah.	30
2.2 Jalanraya tidak berturap di Kawasan Lembah Danum (Arah penggambaran ke Barat Laut) ($04^{\circ} 58.9' U$ dan $118^{\circ} 12.6' T$).	34
2.3 Sungai Kg. Dewata yang mengalami hakisan (Arah penggambaran ke Tenggara) ($04^{\circ} 54.7' U$ dan $118^{\circ} 08.6' T$).	38
2.4 Tanaman kelapa sawit di jalan ke Lembah Danum (Arah penggambaran ke Timur Laut) ($05^{\circ} 0.2' T$ dan $118^{\circ} 13.9' T$).	39
2.5 Batuan Serpentinit mengalami luluhawa kimia ($04^{\circ} 58.7' U$ dan $118^{\circ} 12.5' T$).	42
2.6 Batuan Serpentinit mengalami luluhawa fizikal ($04^{\circ} 58.7' U$ dan $118^{\circ} 12.5' T$).	43
2.7 Hakisan tebing sungai Kg.Dewata ($04^{\circ} 54.7' U$ dan $118^{\circ} 08.6' T$).	44
3.1 Singkapan Batuan Ultramafik dan Mafik di Pangkalan Pacific Hardwood ($04^{\circ} 58.87' U$ dan $118^{\circ} 13.07' T$).	54
3.2 Sampel batuan Serpentinit dari Kuari Silam ($04^{\circ} 56.8' U$ dan $118^{\circ} 10.3' T$).	54



- 3.3 Lokasi persampelan aluvium di Sg.Dewata Lahad Datu, Sabah
(Arah penggambaran ke Tenggara)
($04^{\circ} 54.774'$ U dan $118^{\circ} 08.662'$ T). 57
- 3.4 Struktur Kekar di tepi jalan Lahad Datu-Tawau yang
diambil dengan jarak dekat ($04^{\circ} 58.7'$ U dan $118^{\circ}12.5'$ T). 58
- 3.5 Telerang kuarza yang diambil dengan jarak dekat
($04^{\circ} 57.8'$ U dan $118^{\circ} 11.9'$ T). 62



SENARAI FOTOMIKRO

No.Fotomikro	Muka Surat
3.1 Mineral yang terdapat pada sampel batuan gneiss (P= Plagioklas, Px=Piroksen) ($04^{\circ} 58.6'$ U dan $118^{\circ} 12.8'$ T).	60
3.2 Mineral yang terdapat pada sampel batuan Serpentinit (S= Serpentin,O= Olivin, Ok= Oksida Besi) ($04^{\circ} 57.8'$ U dan $118^{\circ} 11.9'$ T).	60
3.3 Mineral yang terdapat pada sampel batuan Spilit (P= Plagioklas, Ok= Oksida Besi) ($04^{\circ} 56.8'$ U dan $118^{\circ} 10.3'$ T).	61
3.4 Mineral yang terdapat pada sampel batuan (Q= Kuarza, Px=Piroksen,Ok=Oksida Besi) ($04^{\circ} 58.6'$ U dan $118^{\circ} 12.8'$ T).	61



BAB 1

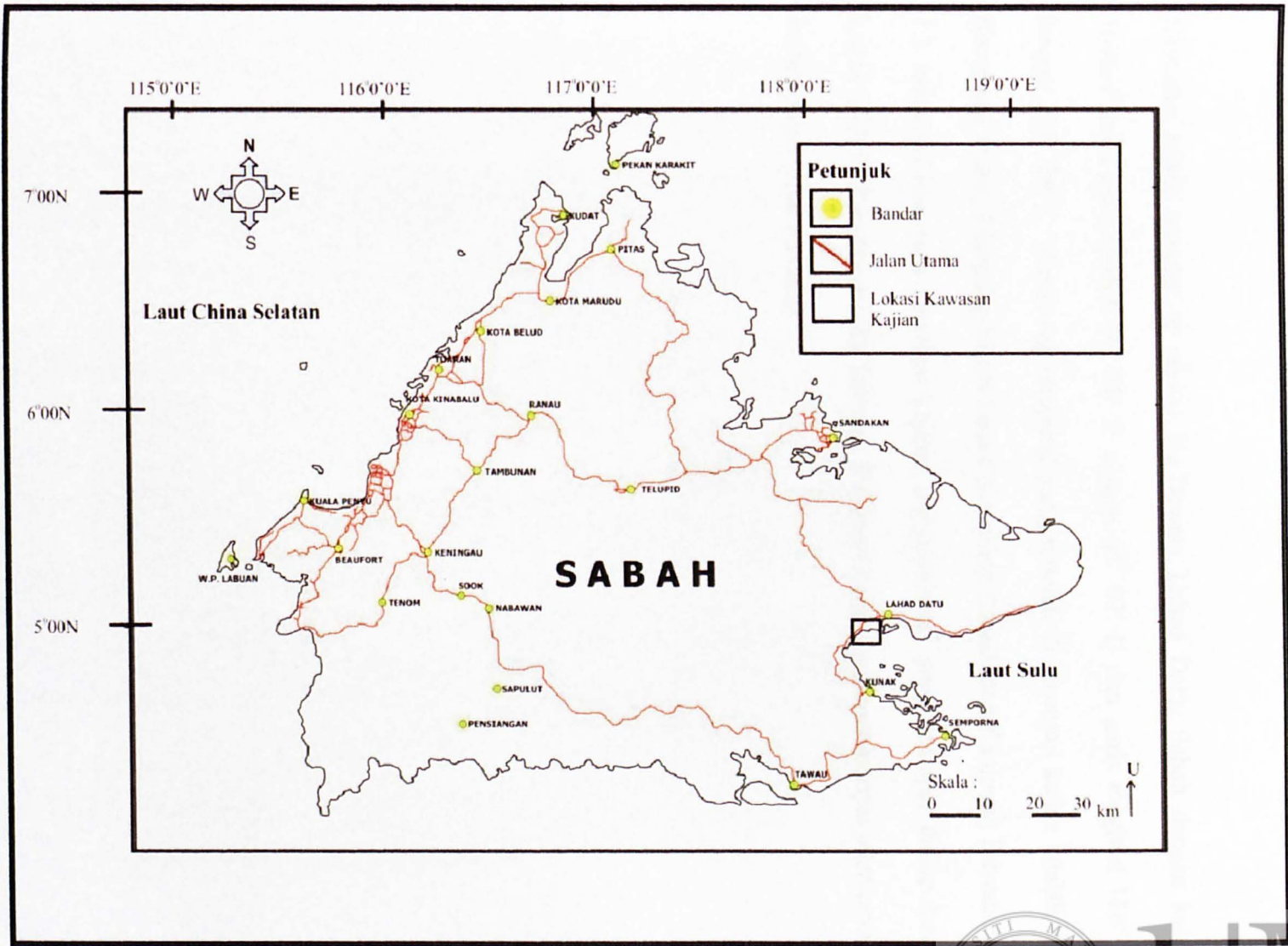
PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Projek penyelidikan geologi ini dijalankan bagi memenuhi syarat untuk memperolehi Ijazah Sarjana Muda Sains dengan Kepujian bagi sesi 2008/2009 dalam bidang sains (Geologi), di Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah. Penulisan disertasi ini adalah berdasarkan daripada hasil kajian lapangan dan kajian makmal.

Kajian disertasi ini tertumpu kepada dua bidang yang spesifik iaitu bidang geologi am dan bidang geologi kejuruteraan. Kawasan kajian ini terletak di Timur Sabah dan dihubungkan oleh jalan raya yang berturap dan tidak berturap sejauh 30km dari Pekan Lahad Datu, Sabah. Rajah 1.1 menunjukkan lokasi kawasan kajian dalam peta Sabah.



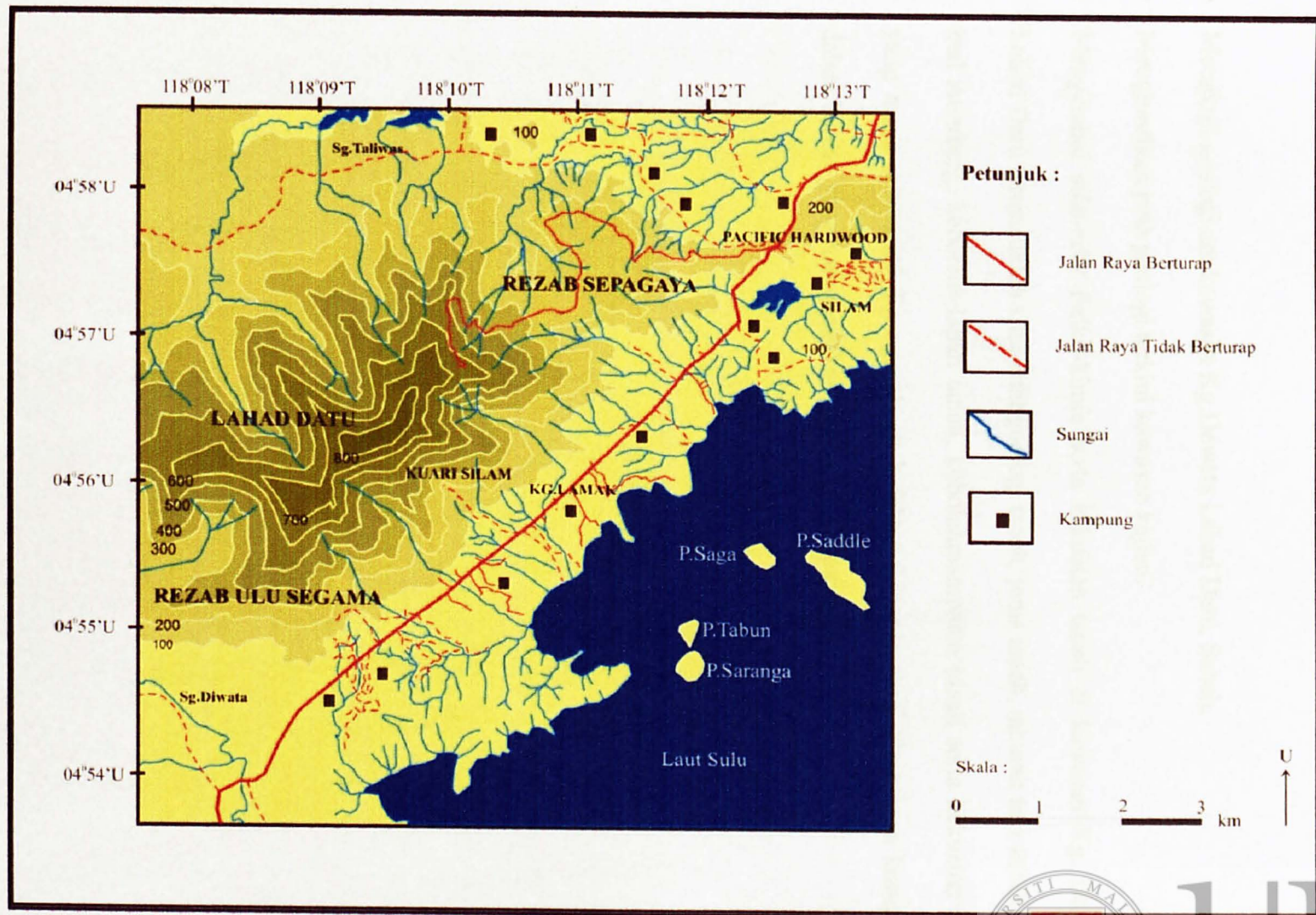


Rajah 1.1: Lokasi kawasan kajian Lahad Datu, Sabah.

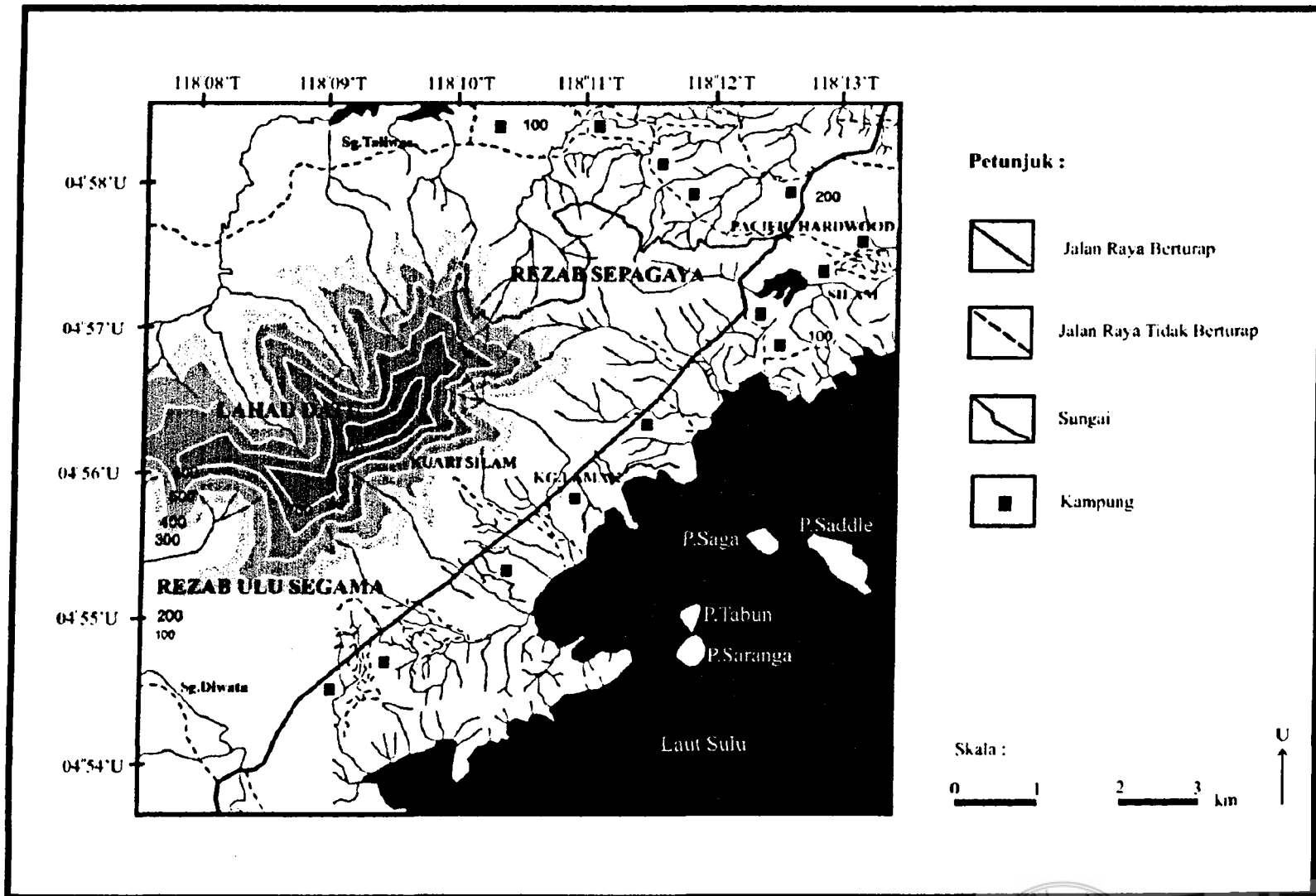
1.2 Lokasi

Kawasan kajian terletak di sekitar Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah dengan keluasan 100km^2 iaitu pada latitud $04^{\circ} 54'$ U hingga $05^{\circ} 00'$ U dan garis longitud $118^{\circ} 04'$ T hingga $118^{\circ} 09'$ T. Kampung-kampung yang terletak di kawasan kajian adalah seperti Kampung Silam, Kampung Silam Lama, Kampung Lamak dan Kampung Dewata. Rajah 1.2 menunjukkan peta kawasan kajian. Sungai-sungai yang terdapat dalam kawasan kajian ialah Sg.Dewata dan Sg.Taliwas. Kawasan kajian juga mempunyai jalan raya yang berturap dan tidak berturap.





Rajah 1.2: Peta dasar kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.



Rajah 1.2: Peta dasar kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.

1.3 Objektif

- Mengkaji geologi am kawasan Kg.Dewata Lahad Datu, Sabah.
- Menghasilkan peta geologi terkini kawasan kajian.
- Mengetahui sifat-sifat fiziko-kimia serta kekuatan tanah di kawasan Kg. Dewata, Lahad Datu termasuklah sifat-sifat geologi tanah, jenis tanah, taburan saiz tanah, had-had Atterberg, kebolehtelapan tanah, kebolehmampatan tanah serta kekuatan tanah yang mana semua ini dipengaruhi oleh faktor-faktor geologi khususnya komposisi dalam batuan yang menghasilkan tanah dan tekstur tanah.

1.4 Metodologi

1.4.1 Kajian Awal

Kajian awal yang dilakukan ialah dengan membaca maklumat kawasan kajian serta kajian-kajian terdahulu yang berkaitan dan juga menyediakan peta dasar sebelum ke lapangan. Selain itu, fotograf udara dan peta topograf juga diperhatikan. Laporan taburan hujan di kawasan kajian diperolehi daripada Jabatan Kajicuaca Sabah. Taburan penduduk dan kegiatan ekonomi di kawasan Lahad Datu pula diperolehi daripada Jabatan Perangkaan Sabah.

Peta dasar disediakan berdasarkan pada peta topografi Kg.Dewata helaian Lembar 80 no.siri DNMM 5201 edisi 1-PPMM, peta Lahad Datu no.siri 5/118/14 tahun 1981 dan peta Silam4/118/1 tahun 1985 yang berskala 1:50,000. Hasil kajian terdahulu pula yang dijalankan di kawasan kajian oleh pengkaji-pengkaji terdahulu diperolehi daripada Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia cawangan Negeri Sabah, perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dan juga perpustakaan Sekolah Sains dan Teknologi Universiti Malaysia Sabah. Sumber yang telah digunakan ialah hasil disertasi pengkaji-pengkaji terdahulu, buku ilmiah dan juga buletin daripada Geological Society Malaysia (GSM).



RUJUKAN

Aaron Fernando Sualim, 2005. *Geologi Am Kawasan Selatan Lembah Danum, Lahad Datu, Sabah*. Tesis (UMS).

Bailey, P.S., 1963. *The Ultramafic Rocks of the Silam-Beeston Range, Darvel Bay, North Borneo*. M.Sc. Thesis, University of Durham (Tidak diterbitkan).

Beavis, F.C., 1985. *Geologi Kejuruteraan*. Ibrahim Komoo & Tajul Anuar Jamaluddin (ptjr), 1992. Dewan Bahasa & Pustaka, Kuala Lumpur.

Bell, F.G., 1997. *Engineering Geology*. Ed. Ke-2. Elsevier, New York.

Clennella, B., 1991. *The Origin and Tectonic Significance of Melanges in Eastern Sabah, Malaysia* (Tidak diterbitkan).

Fitch, F.H., 1955. *The Geology and Mineral Resources of The Segama Valley and Darvel Bay Area*. Colony of The North Borneo: Brit Borneo Geology Survey Memoir 4.

Head, H.K., 1984. *Manual of Soil Laboratory Testing Volume I: Soil Classification and Compaction Tests*. ELE International Limited.



Hobbs, B.E., 1956. *An Outline of Structure Geology*. John Wiley & Sons. New York.

Hutchison, C.S., 1988. *Stratigraphic-tectonic Model for Eastern Borneo*. Geology Society Malaysia.

Ibrahim, K., 1995. *Geologi Kejuruteraan Perspektif Rantau Tropika Lembap*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.

Jonathan C.Aitchison., 1994. *Early Cretaceous (pre-Albian) Radiolarian from Blocks in Ayer Complex Melange, Eastern Sabah, Malaysia with Comment on their Tectonic Significance and the Origin of enveloping Melanges*. Journal of Southeast Asian Earth Science, Volume 9, Issue 3, April 1994, ms 255-262.

Kaderi Mohd.Desha & Ibrahim Komoo., 1989. *Ofiolit Sabah: Hasil Kerak Lautan Terkikis*. Sains Malaysiana 18(1), ms 115-137.

Kirk, H.J.C., 1964. *Regional Geology, Eastern Sabah*. Borneo Regional Malaysia Geological Survey Annual Report for 1963, ms 78-81.

Leong, K.M., 1974. *The Geology and Mineral Resources of the Upper Segama Valley and Darvel Bay Area, Sabah*. Ministry of Primary Industries Geological Survey of Malaysia-Memoir 4.



Manisah Kamaruddin., 1999. *Geologi Am Kawasan Pusat Luar Lembah Danum, Lembah Segama, Lahad Datu, Sabah*. Tesis (UMS).

Marianny Bte Ismail (2007). *Geologi Am & Geologi Struktur Kawasan Silam, Lahad Datu*. Tesis (UMS).

Mohd Barzani Gasim, Sanudin Hj.Tahir, Kadderi Mohd.Desu & Brunotte & Tan Teong Hing., 1987. *Laporan Kerja Penyelidikan Geologi Kawasan Lembah Danum, Lahad Datu, Sabah*. UKM (Kampus Sabah, KK).

Nor Shafinaz Mohd Nayan.2007. *Geologi Am dan Geologi Struktur Kawasan Pekan Lahad Datu Ke Silabukan*. Tesis (UMS).

Rangin, C., Bellon, H., Bernard, F., Letouzey, J.,Muller, C., & Sanudin Tahir., 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.

Siti Salwa Sharuddin.2007. *Geologi Am dan Sifat Kejuruteraan Tanah di Kawasan Pekan Lahad Datu, Sabah*. Tesis(UMS).



Smith G.N., (1982). *Unsur Mekanik Tanah untuk Jurutera Awam & Jurutera Lombong*.

Abdul Rahman Mahamood (ptjr), 1997. Dewan Bahasa & Pustaka.

Tan, N.K & Lamy J.M., 1990. *Tectonic Evolution of The North West Sabah Continental Margin Since the Late Eocene*. Geology Society Malaysia. Bulletin **27**.

Terzhagi., 1996. *Soil Mechanics in Engineering Practise*. John Wiley & Son, Inc, New York.

Tjia, H.D., 1980. *Quaternary Tectonics of Sabah and Sarawak, East Malaysia*. Sains Malaysiana **12(2)**. 191-215.

Tjia, H.D., 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Tongkul, F.1990. *Structural Style and Tectonic of Western and Northern Sabah*. Jabatan Sains Bumi, UKM, Kota Kinabalu.

Tongkul, F., 1991. *Tectonic evolution of Sabah, Malaysia*. *Journal of Southern Asian. Earth Science* Vol.6 Geology society Malaysia **27**, ms 227-239.

Yong Choi Har. 2007. *Geologi Am dan Kajian Geokimia di Kawasan Pekan Lahad Datu*. Tesis (UMS).

