

GEOLOGI AM DAN SEDIMENTOLOGI SEKITAR WESTON, BEAUFORT SABAH

ADRIAN LINUS

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

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

2011



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya mengaku bahawa buku disertasi ini adalah hasil kajian sendiri dengan petikan buku rujukan yang telah dijelaskan sumbernya.

YANG BENAR



ADRIAN LINUS

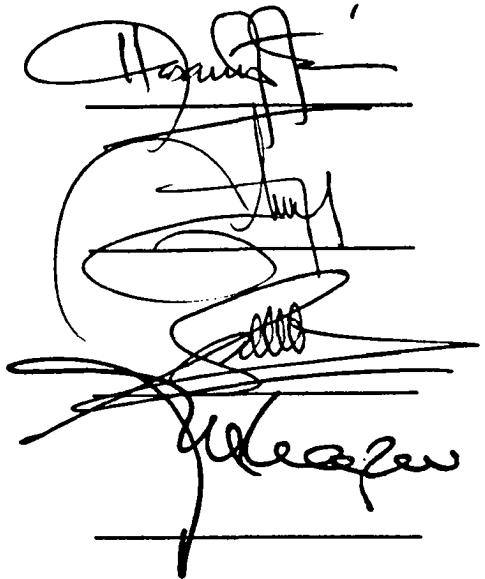
(BS08110463)

10 MEI 2011

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA
(PROF. DR. SANUDIN HJ. TAHIR)



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Sanudin Hj. Tahir". The signature is written over several horizontal lines.

2. PEMERIKSA 1
(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)

3. PEMERIKSA 2
(EN. SAHAT SADIKUN)

4. DEKAN
(PROF. DR. MOHD. HARUN ABDULLAH)

ii



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Dengan kejayaan menyiapkan buku disertasi ini, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberi banyak tunjuk ajar dan batuan yang tidak putus-putus sehingga saya berjaya memberi titik nokta terakhir pada buku ini. Ucapan terima kasih ini ingin saya tujukan khas kepada :

- I. Kepada penyelia, Prof. Sanudin Hj Tahir, kerana sudi memberi tunjuk ajar dan pembetulan dalam penulisan buku disertasi ini.
- II. Kepada semua pensyarah program geologi kerana membantu dalam peningkatan ilmu sepanjang sesi pembelajaran dalam program geologi ini.
- III. Kepada pembantu makmal yang memberi tunjuk ajar cara kerja kajian makmal dan dalam peminjaman barang-barang keperluan untuk pergi ke lapangan. Ucapan ini khas buat En. Sanin dan En. Jalaluddin.
- IV. Kepada perpustakaan Sekolah Sains dan Teknologi, kerana menyediakan buku-buku disertasi kajian terdahulu sebagai rujukan.
- V. Kepada Jabatan Geosains dan Mineral, Jabatan Tanah dan Ukur Negeri Sabah, atas kebenaran untuk membuat rujukan penulisan di perpustakaan dan tempat rujukan peta.
- VI. Akhir sekali ucapan terima kasih buat rakan seperjuangan sesi 2008/2011 yang memberi kerjasama dan tunjuk ajar dalam proses penulisan buku disertasi ini.

ABSTRAK

Kawasan kajian dengan keluasan 100 Km² terletak di bahagian baratdaya pekan Beaufort. Kawasan kajian ini di sempadani oleh garis lintang 05°09' U hingga 05°14' U, dan garis bujur 115°36' T hingga 115°41' T. Kawasan kajian terdiri daripada tiga formasi, antaranya Formasi Crocker, Formasi Meligan dan Formasi Liang. Setiap formasi ini telah dikaji dari aspek litologi, asosiasi fasies dan sekitaran pengendapan serta analisis petrografi. Formasi Crocker merupakan endapan laut dalam yang berkaitan dengan endapan turbidit. Terdapat empat sekutuan fasies yang selalu di jumpai pada singkapan, iaitu alur, levee, migrasi lob dan progradasi lob. Namun pada kawasan kajian hanya tiga daripada sekutuan fasies ini tersingkap. Bagi Formasi Meligan pula, formasi ini merupakan endapan tepi pantai. Di mana endapan ini di pengaruhi oleh pelbagai aktiviti pantai. Endapan laut cetek mempunyai jujukan yang mengkasar ke atas. Formasi Liang pula merupakan endapan sungai yang di cirikan unit batuan konglomerat. Penentuan fasies bagi ketiga-tiga formasi ini adalah dengan pemerhatian unit batuan yang hadir pada singkapan. Daripada fasies ini, dapat di tentukan sekutuan fasies bagi singkapan-singkapan yang tersingkap, dan seterusnya dapat di tafsirkan sekitaran pengendapan bagi singkapan di kawasan kajian. Hasil daripada kajian, Formasi Crocker telah di endapankan di sekitaran kipas tengah. Bagi Formasi Meligan, singkapan ini di rumuskan hanya sebagai endapan laut cetek di sebabkan kekurangan struktur sedimen yang tersingkap. Perkara yang sama pada Formasi Liang, iaitu endapan hanya dapat di tafsirkan sebagai endapan sungai akibat daripada kekurangan data.

ABSTRACT

The study area occupies an area of 100 km² and is located in the southwest town of Beaufort. It is bounded by latitude 05°09' N to 05°14' N and longitude 115°36' E to 115°41' E. The study area consist of three rock formations, they are the Crocker Formation, the Meligan Formation and the Liang Formation. Each formation has been studied in terms of lithology, facies and sedimentary environment as well as petrography analysis. The Crocker Formation is a deep-sea sediments that is associated with turbidites deposition. There are four facies associations that can always be found at the outcrop, the channel, levee, migration lob and the progradation lob. As in the study area, only three of the facies associations were found. The Meligan Formation is a beach deposition, where the deposition process is influenced by the variety of beach activities. Shallow marine deposits supposed to have a coarsening upward sequence. The Liang was the formation of river sediment which characterized by conglomerate. The facies determination of these three formations is through the observation of the rock units that are present in the outcrop. Through this facies, the facies association can be determined for the exposed outcrops, and thus can be interpreted its sedimentary environment. The results of the study show that the Crocker Formation was deposited in the middle fan environment. For the Meligan Formation, the outcrop is simplified only as shallow marine sediments due to the lack of exposed sedimentary structures. The Liang Formation has the same condition as the Meligan Formation, the sediment can only be interpreted as stream deposits due to the lack of data.



KANDUNGAN

	HALAMAN
PENGAKUAN	i
DIPERAKUKAN OLEH	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI FOTO	x
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI JADUAL	xv
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Tujuan kajian	1
1.2 Objektif	2
1.3 Kawasan Kajan	2
1.4 Kajian terdahulu	5
1.5 Kaedah kajian	5
1.5.1 Kajian awal	6
1.5.2 Kajian lapangan	7
1.5.3 Penganalisisan data	8
1.5.4 Penulisan laporan	8
1.6 Masalah kajian	9

BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI

2.1 Pengenalan	10
2.2 Geografi	10
2.2.1 Taburan hujan	11
2.2.2 Populasi penduduk	12
2.2.3 Pekerjaan penduduk	13
2.2.4 Penggunaan tanah	14
2.2.5 Sistem perhubungan	16
2.3 Geomorfologi	18
2.3.1 Sistem saliran	18
2.3.2 Topografi	20
2.4 Proses-proses geomorfologi	22
2.4.1 Luluhawa	22
2.4.2 Susutan daratan	26

BAB 3 GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI

3.1 Pengenalan	28
3.2 Tektonik rantau	29
3.3 Evolusi tektonik Sabah	29
3.4 Geologi Am	31
3.5 Stratigrafi	33
3.5.1 Stratigrafi rantau	33
3.5.2 Stratigrafi tempatan	35
3.6 Unit batuan	37
3.6.1 Formasi Crocker	37
3.6.2 Formasi Meligan	41
3.6.3 Formasi Liang	43
3.6.4 Endapan Aluvium Kuatemer	45
3.7 Geologi struktur	46
3.7.1 Lineamen	46
3.7.2 Kekar	49

BAB 4 SEDIMENTOLOGI FORMASI CROCKER

4.1 Pengenalan	52
4.2 Litologi	53
4.2.1 Unit batuan pasir tebal	56
4.2.2 Unit batu pasir selang lapis dengan lumpur	59
4.3 Asosiasi fasies dan sekitaran pengedapan	63
4.4 Analisis petrografi batu pasir Formasi Crocker	69
4.4.1 Mineralogi batuan	69
4.4.2 Kematangan	75
4.4.3 Pengelasan batu pasir	78
4.4.4 Punca sedimen	80

BAB 5 SEDIMENTOLOGI FORMASI MELIGAN

5.1 Pengenalan	83
5.2 Litologi	84
5.2.1 Unit batu pasir	85
5.2.2 Unit selang lapis batu pasir dengan batu lumpur	87
5.3 Asosiasi fasies dan sekitaran pengendapan	88
5.4 Analisis petrografi batu pasir Formasi Meligan	91
5.4.1 Mineralogi batuan	91
5.4.2 Kematangan	97
5.4.3 Pengelasan batu pasir	100
5.4.4 Punca sedimen	102

BAB 6 SEDIMENTOLOGI FORMASI LIANG

6.1 Pengenalan	105
6.2 Litologi	106
6.2.1 Unit konglomerat berlapisan silang	106

6.2.2	Unit konglomerat	107
6.3	Sekitaran pengedapan	109
6.4	Kajian petrografi	112
6.5	Punca kandungan butiran Formasi Liang	114
BAB 7 KESIMPULAN		
7.1	Pengenalan	115
7.2	Formasi Crocker	115
7.3	Formasi Meligan	116
7.4	Formasi Liang	117
7.5	Cadangan	117
Rujukan		119
Lampiran		121

SENARAI FOTO

2.1	Foto ladang kelapa sawit 1.	15
2.2	Foto ladang kelapa sawit 2.	15
2.3	Foto sungai lingkungan.	18
2.4	Luluhawa fizikal pada endapan konglomerat kuatener.	23
2.5	Luluhawa fizikal jenis sferoid.	23
2.6	Luluhawa biologi.	24
2.7	Luluhawa kimia jenis pengoksidaan.	24
2.8	Tanah runtuh akibat aktiviti manusia.	26
2.9	Tanah runtuh semula jadi – debris.	27
3.1	Selang lapis batu pasir tebal dengan batu lumpur Formasi Crocker.	38
3.2	Selang lapis batu pasir dengan batu lumpur nipis.	39
3.3	Laminasi syal.	40
3.4	Kesan alatan – heretan.	40
3.5	Laminasi silang batu pasir.	41
3.6	Selang lapis batu pasir nipis dengan batu lumpur nipis Formasi Meligan.	42
3.7	Fosil surih <i>Ophiomorpha</i> .	43
3.8	Formasi Liang singkapan pertama.	44
3.9	Formasi Liang singkapan kedua.	44
4.1	Struktur amalganasi.	57
4.2	Struktur laminasi syal selari.	58
4.3	Struktur laminasi silang pada alur Formasi Croker.	58

4.4	Laminasi syal selari unit Bouma b.	59
4.5	Kesan alat – heretan.	60
4.6	Kesan alat – heretan.	61
4.7	Mineral kuarza dan plagioklas pada batu pasir Formasi Crocker.	73
4.8	Contoh matrik dalam batu pasir Formasi Crocker.	73
4.9	Proses perlarutan separa mineral kuarza batu pasir Formasi Crocker.	74
4.10	Contoh mineral mica dalam batu pasir.	74
5.1	Fosil surih <i>Ophiomorpha</i> dengan label.	86
5.2	Mineral kuarza jenis mono dan poli.	95
5.3	Contoh matrik dalam batu pasir Formasi Meligan.	95
5.4	Contoh mineral mica, biotit (B) dan muskovit (M) dalam batu pasir.	96
5.5	Proses perlarutan separa mineral kuarza pada batu pasir Formasi Meligan.	96
6.1	Singkapan pertama Formasi Liang dengan struktur lapisan silang.	107
6.2	Singkapan kedua Formasi Liang.	108
6.3	Keratan nipis batu pasir Formasi Liang singkapan pertama.	112
6.4	Keratan nipis batu pasir Formasi Liang singkapan kedua.	113

SENARAI RAJAH

1.1	Lokasi kajian pada peta Sabah.	3
1.2	Peta dasar untuk kawasan kajian.	4
2.1	Graf palang jumlah air hujan yang diterima oleh kawasan Beaufort dari tahun 1999 sehingga tahun 2009.	11
2.2	Graf palang bilangan hari hujan kawasan Beaufort.	12
2.3	Jumlah penduduk di kawasan Beaufort dalam bilangan peratus.	13
2.4	Peta perhubungan kawasan kajian.	17
2.5	Peta sistem saliran di kawasan kajian.	19
2.6	Peta topografi kawasan kajian.	21
3.1	Lima siri tektonik di Sabah.	30
3.2	Dua cangkanan yang major di Sabah.	31
3.3	Peta geologi kawasan kajian.	32
3.4	Peta geologi Sabah.	34
3.5	Stratigrafi kawasan tempatan (diubah-suai selepas Lim, 1985).	36
3.6	Stratigrafi kawasan Weston.	45
3.7	Lineamen positif.	47
3.8	Lineamen negatif.	48
3.9	Analisis lineamen negatif kawasan kajian.	49
3.10	Analisis stereonet kekar kawasan kajian.	50
4.1	Skema fasies sedimen <i>flysch</i> Mutti dan Ricci Lucci (1978).	54
4.2	Jujukan Bouma.	55
4.3	Progradasi lob.	62
4.4	Migrasi lob.	62

4.5	Model endapan kipas laut dalam bersama jujukan menaik setiap kawasan endapan, (Mutti dan Ricci Lucchi, 1972).	65
4.6	Log singkapan Formasi Crocker.	67
4.7	Model kipas bawah laut untuk singkapan Formasi Crocker.	68
4.8	Lakaran bagi mengelaskan butiran mineral kuarza.	70
4.9	Segi tiga kematangan batu pasir.	75
4.10	Segi tiga kematangan batu pasir Formasi Crocker sampel 1.	76
4.11	Segi tiga kematangan batu pasir Formasi Crocker sampel 2.	76
4.12	Segi tiga kematangan batu pasir Formasi Crocker sampel 3.	77
4.13	Segi tiga jenis batu pasir Formasi Crocker sampel 1.	78
4.14	Segi tiga jenis batu pasir Formasi Crocker sampel 2.	79
4.15	Segi tiga jenis batu pasir Formasi Crocker sampel 3.	80
4.16	Segi tiga punca sedimen Formasi Crocker sampel 1.	81
4.17	Segi tiga punca sedimen Formasi Crocker sampel 2.	81
4.18	Segi tiga punca sedimen Formasi Crocker sampel 3.	82
5.1	Sekitaran pengendapan laut cetek (Walker, 1992).	89
5.2	Log singkapan Formasi Meligan.	90
5.5	Segi tiga kematangan batu pasir Formasi Meligan sampel 1.	98
5.6	Segi tiga kematangan batu pasir Formasi Meligan sampel 2.	98
5.7	Segi tiga kematangan batu pasir Formasi Meligan sampel 3.	99
5.8	Segi tiga jenis batu pasir Formasi Meligan sampel 1.	100
5.9	Segi tiga jenis batu pasir Formasi Meligan sampel 2.	101
5.10	Segi tiga jenis batu pasir Formasi Meligan sampel 3.	102
5.11	Segi tiga punca sedimen Formasi Meligan sampel 1.	103
5.12	Segi tiga punca sedimen Formasi Meligan sampel 2.	103
5.13	Segi tiga punca sedimen Formasi Meligan sampel 3.	104

6.1	Log singkapan pertama Formasi Liang.	110
6.2	Log singkapan kedua Formasi Liang.	111

SENARAI JADUAL

2.1	Jadual pengelasan darjah luluhawa.	25
4.1	Pengelasan fasies untuk Formasi Crocker.	53
4.2	Jadual pengiraan mineral batu pasir Formasi Crocker sampel 1.	72
4.3	Jadual pengiraan mineral batu pasir Formasi Crocker sampel 2.	72
4.4	Jadual pengiraan mineral batu pasir Formasi Crocker sampel 3.	72
5.1	Pengelasan fasies untuk Formasi Meligan.	84
5.2	Jadual pengiraan mineral batu pasir Formasi Meligan sampel 1.	94
5.3	Jadual pengiraan mineral batu pasir Formasi Meligan sampel 2.	94
5.4	Jadual pengiraan mineral batu pasir Formasi Meligan sampel 3.	94
6.1	Jadual pengiraan mineral pada butiran konglomerat Formasi Liang singkapan 1.	113
6.2	Jadual pengiraan mineral pada butiran konglomerat Formasi Liang singkapan 2.	114

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Tujuan kajian

Tujuan tesis ini adalah untuk membincangkan topik geologi am, proses sedimentologi, dan persekitaran sedimen kawasan kajian. Kajian ini melibatkan 2 proses iaitu projek 1 dan projek 2. Kedua-dua projek ini mengambil masa selama 2 semester, iaitu sepanjang masa pembelajaran tahun 3 geologi di Universiti Malaysia Sabah. Kajian ini juga dibuat untuk melengkapkan syarat bagi untuk mendapatkan Sijil Sarjana Muda Sains dengan Kepujiaan (Geologi). Selain itu, daripada kajian ini, akan terhasilkan satu peta kajian yang terkini berdasarkan peta lama.

1.2 Objektif

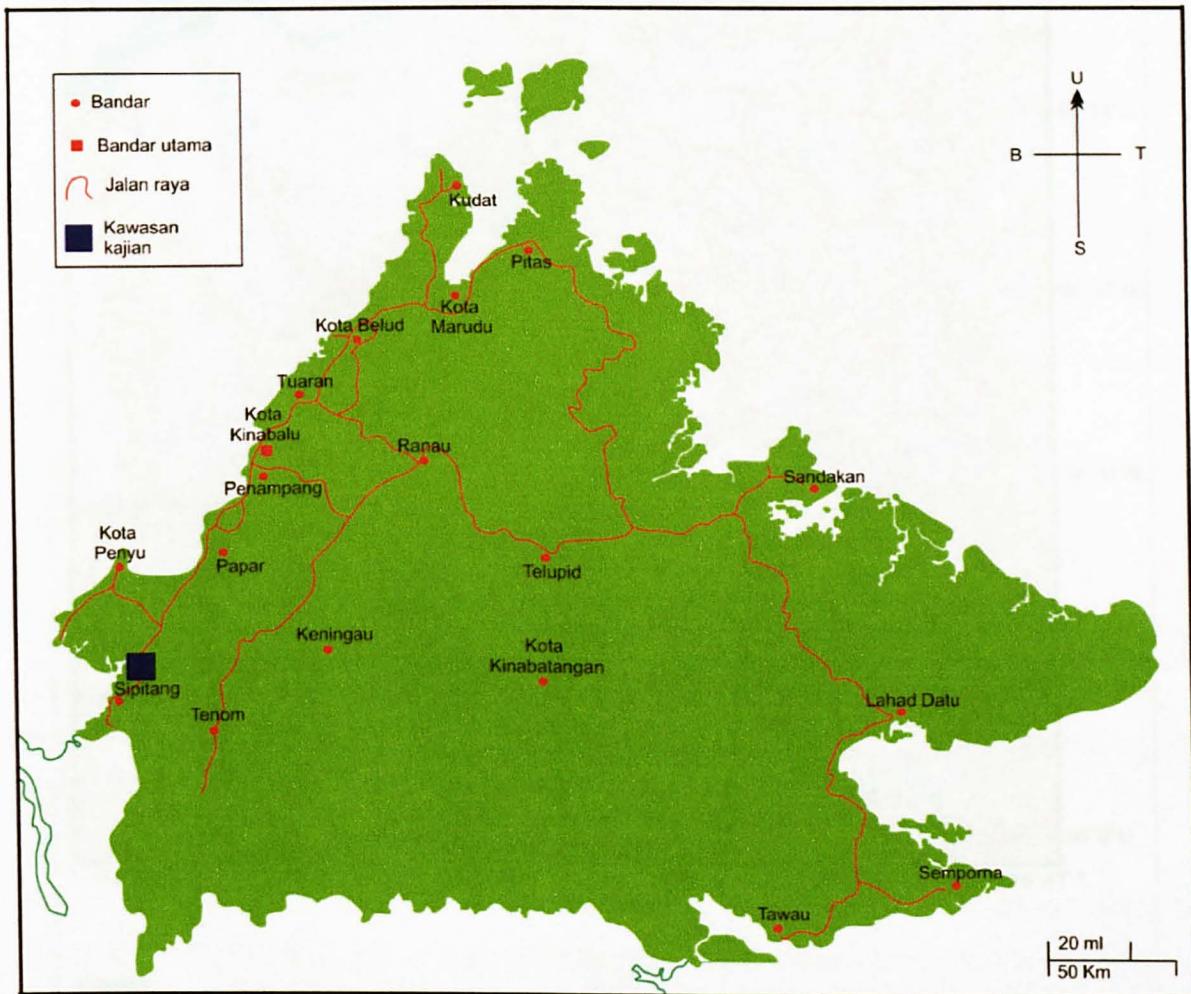
Objektif kajian bagi penyelidikan ini merangkumi aspek seperti berikut ;

- I. Menjalankan kajian pemetaan geologi untuk mengetahui geologi am kawasan kajian.
- II. Menjalankan kajian sedimentologi di kawasan sekitar Weston, Beaufort Sabah untuk menentukan sekitaran pengedapan singkapan.
- III. Menjalankan analisis petrografi bagi tujuan pengelasan batuan dan penetuan punca sedimen.

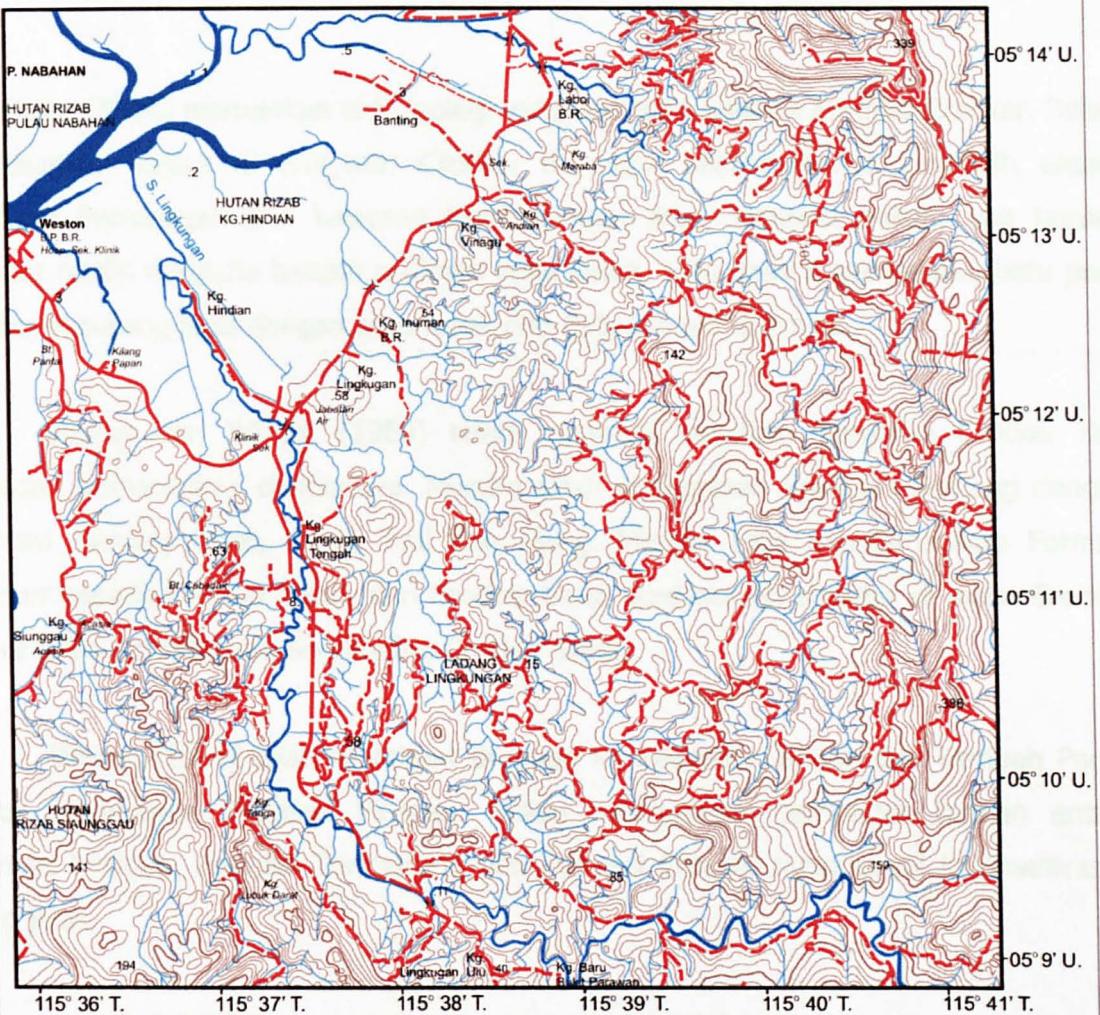
1.3 Kawasan kajian

Kawasan kajian bertempat di sekitar Weston, Beaufort Sabah. Jarak kawasan kajian adalah 127 Km dari Bandar Kota Kinabalu Sabah. Kawasan kajian merangkumi luar muka bumi sebanyak 100 Km² dan di sempadani oleh garis lintang 05°09' U hingga 05°14' U, dan garis bujur 115°36' T hingga 115°41' T. Kebanyakan kawasan kajian telah digunakan sebagai hutan rizab dan ladang kelapa sawit. Terdapat sungai utama yang menganjur dari kawasan kajian sehingga ke Teluk Padas. Rumah penduduk tempatan di kawasan kajian lebih tertumpu pada kawasan kampung.

Hampir semua jalan-raya sudah diturap, ini memudahkan pengkaji untuk melawat dari satu kawasan singkapan ke singkapan yang lain. Walaupun begitu, kawasan kajian melibatkan topografi yang tinggi yang perlu dilalui untuk tiba ke kawasan singkapan.



Rajah 1.1 Lokasi kajian pada peta Sabah.



Petunjuk

- [Dashed line] Jalan raya tidak berturap
- [Solid line] Jalan raya berturap
- [Wavy line] Kontur
- [Blue line] Sungai
- [Bridge icon] Jambatan

0 1 2 3 KM

Rajah 1.2 Peta dasar untuk kawasan kajian di sekitar Weston.

1.4 Kajian terdahulu

Collenette (1958) merupakan ahli geologi yang memperkenalkan Formasi Crocker. Beliau menjalankan kajian di Banjaran Crocker di mana sebahagiannya bertindih antara kawasan Pensiangan dan kawasan Kinabatangan Atas. Menurut beliau, unit batuan Crocker terdiri daripada batuan sedimen jenis flysch, iaitu pasir masif kelabu, batu pasir kelabu berselang lapis dengan batu lodak dan batu lumpur dan syal.

Bowen dan Wright (1960) telah mengkaji kawasan Banjaran Crocker dan kawasan berhampiran dengannya. Mereka telah memetakan kawasan Sipitang dengan Formasi Crocker Barat, Pangi Syal dan Liang. Mereka juga membahagikan Formasi Crocker kepada Crocker Timur dan Crocker barat berdasarkan struktur di mana Crocker Timur lebih terdeformasi berbanding Crocker Barat.

Wilson (1964) telah membuat tinjauan ke kawasan Labuan dan Lembah Padas untuk memetakan Formasi Meligan. Beliau mengatakan sempadan batuan antara Formasi Meligan, Formasi Temburong dan Formasi Crocker mempunyai ketakselarasan yang jelas.

Tongkul (1990) menyatakan tegasan utama adalah timur laut – barat daya di sebabkan oleh pembukaan Laut Cina Selatan pada lewat Oligosen hingga Miosen Tengah

1.5 Kaedah kajian

Untuk melengkapkan objektif kajian, 4 cara kerja telah diamalkan. Ini merangkumi kajian awal, kerja lapangan, analisis data dan penulisan laporan.

1.5.1 Kajian awal

Kajian awal merupakan proses persediaan awal penulis yang perlu dibuat sebelum kajian lapangan dapat dilaksanakan. Kajian awal melibatkan pengumpulan maklumat yang berkenaan dengan tajuk topik daripada kajian yang terdahulu, dan pengumpulan data-data daripada kawasan kajian.

Penyediaan peta dasar juga dilakukan. Ini adalah data yang perlu dibawa ketika ke lapangan. Pelbagai kegunaan peta dasar, seperti untuk memplotkan lokasi singkapan dan membantu pengkaji agar tidak sesat ketika memasuki kawasan kajian. Penyediaan peta ini berdasarkan peta Weston daripada makmal Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah dan daripada peta Weston yang dibeli dari Jabatan Tanah dan Ukur Negeri Sabah.

Selain dari kajian awal di atas, pemerhatian pada gambar satelit dan gambar foto udara juga dilakukan. Kajian ini dapat memberitahu pengkaji sedikit sebanyak tentang kawasan kajian tersebut. Melalui kajian ini pengkaji boleh mendapat gambaran lineamen kawasan kajian.

1.5.2 Kajian lapangan

Sebelum ke lapangan, persediaan barang keperluan dan peralatan geologi mesti lengkap. Kekurangan peralatan boleh membuatkan pengkaji berulang-alik ke lapangan untuk mengambil data singkapan. Sebaiknya, kejadian berulang-alik ini tidak berlaku. Kajian lapangan dilakukan apabila terdapat masa lapang di dalam semester 1 dan 2. Kajian lapangan dibuat untuk mendapatkan data-data yang masih tersingkap pada singkapan segar ataupun singkapan terluluhawa.

Kajian lapangan dimulakan dengan kawasan yang paling jauh dahulu ke kawasan yang berhampiran dengan kawasan penginapan. Ini adalah bertujuan untuk memudahkan pengkaji untuk balik ke rumah penginapan jika kajian lapangan berakhir lewat petang, dan masa untuk balik ke rumah penginapan adalah singkat.

Selepas singkapan telah dijumpai data-data yang harus diambil adalah seperti, jurus dan kemiringan, bacaan GPS, jenis formasi singkapan, proses-proses geomorfologi dan sekitaran sedimentologi. Beberapa sampel batuan juga diambil untuk kajian analisis data/makmal.

1.5.3 Penganalisan data

Penganalisan data adalah langkah susulan selepas kajian lapangan telah dibuat. Penganalisan data adalah diperlukan supaya hasil dapat digunakan untuk sumber sokongan dalam penulisan laporan.

Penghasilan log formasi akan dikemas dan ditafsir dalam langkah analisis data ini. Seterusnya sampel yang dibawa balik akan dibuat keratan nipis untuk mendapatkan data selanjutnya.

1.5.4 Penulisan laporan

Penulisan laporan adalah langkah terakhir untuk projek tesis ini, dalam langkah ini, semua data yang diperolehi akan dikumpulkan dan menjadi bukti untuk penulisan laporan ini.

Penulisan laporan ini adalah berdasarkan format khusus untuk penulisan tesis yang sebenar.

RUJUKAN

- Bowen, J.M & Wright, J.A., 1960. Geology of Crocker Range and Adjoining Areas. In Leichti (pnyt), *Geology Sarawak, Brunei & Northwest Sabah Terrain Borneo*. Geological Survey Department, ms 123-130.
- Christopher A-L. Jackson, A. Adli Zakaria, Howard D. Johnson, Felix Tongkul, Paul D. Crevello, 2008. *Sedimentology, stratigraphic occurrence and origin of linked debrites in the West Crocker Formation (Oligo-Miocene), Sabah, NW Borneo*.
- Collenette, P., 1958. The geology and mineral resources of Jessolton-Kinabalu Area. North Borneo. *British Borneo Geological Survey of Malaysia. Memoir 6*.
- Dott, R.H., 1964. Wacke, greywacke and matrix – what approach to immature sandstone classification? *J. Sed. Petrol.* 34: 625-32.
- Leichti, P., Reo, F.W. & Haile, N.S., 1960. The Geology of Sarawak, Brunei and Western Part of Borneo. *Bull. British Borneo. Geol. Survey. Memoir 3*.
- Mutti, E. & Ricci Lucchi, F., 1972. Turbidites of the Northern Appenines : Introduction to facies analysis. *Int. Geol. Review*, 20. m.s 125-166.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever. R., 1972. *Sand and Sandstone*. Springer: New York.
- Rangin, C., Bellon, H., Benard, F., Letouzey, J. & Muller, C., Sanudin, T., 1990. Neogen Arccontinent Collision in Sabah, N. Borneo. *Tectonophysics*, 183 (1990). Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. m.s 305-319.
- Sanudin Hj Tahir & Baba Musta, 2007. *Pengenalan kepada stratigrafi*. Universiti Malaysia Sabah. Kota Kinabalu, Sabah.
- Selley, R.C., 1970. *Ancient Sedimentary Environment*. London: Chapman & Hall.
- Selley, R.C., 1982. *An introduction to Sedimentologi Rocks*. The Open University Press, Milton Keynes, England.
- Selly, R.C., 1982. *An introduction to Sedimentology*. Edisi kedua. Academic Press Inc. (London) Ltd., London. 417 m.s.
- Shanmugam. G., 2003. *Deep-marine tidal bottom currents and their reworked sands in modern and ancient submarine canyons*. Marine and Petroleum Geology.
- Stauffer, P.H., 1968. Studies in the Crocker Formation, Sabah. *Borneo Region Malaysia Geol. Survey bull.* 8. m.s 1-13.

- Tan, D. & Lamy, J.M., 1990. Tectonic evolution of the NW Sabah continental margin since the Late Eocene, *Bulletin of the Geol. Soc. Of Malaysia, Bulletin* **27**. m.s 241-360.
- Tjia, H.D., 1988. Accretion tectonics in Sabah. Kinabalu suture and East Sabah accreted terrane. *Geol. Soc. Malaysia Bull. No. 22*. m.s 237-251.
- Tongkul, F., 1990. Structural style and tectonics of Western and Northern Sabah, *Geological Society Bulletin, Bulletin* **27**, Geological Society of Malaysia, Kuala Lumpur. m.s 227-239.
- Tongkul, F., 1991. Tectonic Evolution of Sabah, Malaysia. *Geological Society Malaysia* **27**. m.s 227-239.
- Walker, R.G. & Mutti, E., 1973. Turbidites facies associations. Dalam : G.V. Middleton & A.H. Bouma, Turbidites & Deep Water Sedimentation : *Pacific Section, Soc. Paleont. Min. Short course note*. m.s 159-177.
- Wilson, R.A.M. & Wong, N.P.Y., 1964. The geology and mineral resources of the Labuan and Padas Valley area, Sabah, Malaysia. *Geology Survey Borneo Region, Malaysia, Memoir* **17**. m.s 1-68, 59-68 dan 79-101.