

**ANALISIS FASIES DALAM SEKITARAN
PARALIK BAGI JUJUKAN NEOGEN DI PULAU
SEBATIK, MALAYSIA**

MUHAMMAD UMAR BIN SARIMAL

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**TESIS INI DISERAHKAN UNTUK MEMENUHI
KEPERLUAN PENGIJAZAHAN IJAZAH
SARJANA SAINS**

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2019**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: **ANALISIS FASIES DALAM SEKITARAN PARALIK BAGI JUJUKAN NEOGEN DI PULAU SEBATIK, MALAYSIA**

IJAZAH: **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**

Saya **MUHAMMAD UMAR BIN SARIMAL**, Sesi **2016-2018**, mengaku membenarkan tesis Sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis ini 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 dalam AKTA RAHSIA 1972)

TERHAD

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


TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



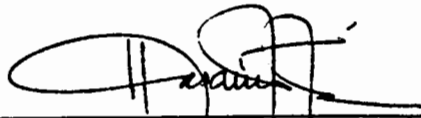
MUHAMMAD UMAR BIN SARIMAL
MS1611041T

Disahkan oleh,
NORAZLYNNE MOHD. JOHAN @ J.A. LYNE
PUSTAKAWAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

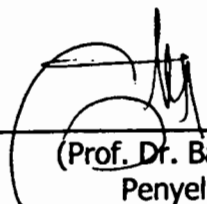


(Tandatangan Pustakawan)

Tarikh: 20 Mac 2019



(Prof. Dr. Sanudin Bin Haji Tahir @ Tahele)
Penyelia Utama



(Prof. Dr. Baba Musta)
Penyelia Bersama



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

21 OGOS 2018



.....
Muhammad Umar bin Sarimal

MS1611041T



PENGESAHAN

NAMA : **MUHAMMAD UMAR BIN SARIMAL**

NO MATRIK : **MS1611041T**

TAJUK : **ANALISIS FASIES DALAM SEKITARAN PARALIK BAGI
JUJUKAN NEOGEN DI PULAU SEBATIK, MALAYSIA**

IJAZAH : **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**

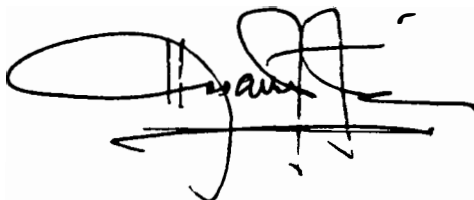
TARIKH VIVA : **20 MAC 2019**

DISAHKAN OLEH;

1. PENYELIA UTAMA

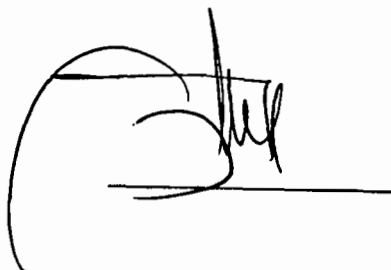
Prof. Dr. Sanudin Bin Haji Tahir @ Tahele

Tandatangan



2. PENYELIA BERSAMA

Prof. Dr. Baba Musta



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, segala rasa kesyukuran dirafakkan ke hadrat Allah S.W.T kerana mengurniakan penulis petunjuk dan pertolongan sehingga akhirnya berjaya menyelesaikan amanah penyelidikan ini. Terima kasih tidak terhingga diucapkan kepada Penyelia Utama Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir atas bimbingan, bantuan, teguran, nasihat dan motivasi yang begitu berguna sepanjang kajian ini. Beliau umpama cahaya yang menerangi kegelapan; jasanya amat besar dan sudah pasti tidak mampu dibalas; hanya kepada-Nya penulis memanjatkan doa semoga Allah S.W.T melimpahkan rahmat untuk beliau sekeluarga. Tidak lupa juga kepada Penyelia Bersama Prof. Dr. Baba Musta, pemeriksa-pemeriksa tesis, Pensyarah Geologi En. Junaidi Asis dan Ketua Editor Geological Behavior (GBR) Dr. Rodeano Roslee dengan kepakaran masing-masing yang banyak membantu dan mengentalkan lagi semangat penulis untuk meningkatkan mutu kandungan tesis ini.

Jutaan terima kasih penulis ucapkan kepada pihak Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (JMG), khususnya Pengarah JMG Sabah Tn. Hj. Mustafar Hamzah serta timbalannya En. Mohd. Yusop Ramli, dan Jabatan Perkhidmatan Awam Malaysia (JPA) atas kemudahan cuti belajar bergaji penuh dengan tajaan biasiswa Hadiah Latihan Persekutuan (HLP) yang banyak membantu dari segi masa dan kewangan. Kemudahan dan tajaan ini memberikan ruang dan peluang kepada penulis untuk meningkatkan ilmu, kepakaran dan pengalaman khususnya di dalam bidang penyelidikan geologi. Semua ini sudah pasti dapat menganjakkan kompetensi penulis sebagai Pegawai Geosains ke satu tahap yang lebih tinggi; seterusnya berusaha memberikan sumbangan yang lebih besar dalam memajukan jabatan, kementerian dan negara selepas ini.

Setinggi-tinggi terima kasih diucapkan kepada agensi-agensi kerajaan dan swasta, dalam dan luar negara kerana telah memberikan kerjasama dan bantuan bagi memperolehi data-data yang dapat dijadikan input berguna dalam kajian ini. Agensi-agensi berkenaan adalah seperti: Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Sabah (JMG Sabah), Fakulti Sains dan Sumber Alam UMS, Geological Agency of Indonesia (GAI), Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM), Jabatan



Meteorologi Malaysia (MET Malaysia) dan Jabatan Perangkaan Malaysia. Semoga agensi-agensi tersebut terus berkembang maju pada masa hadapan.

Akhir sekali, sekalung penghargaan juga tidak penulis lupakan khas untuk keluarga tercinta; ayahanda Sarimal Uboi Al-Marhum, bonda Mariam Ismail, isteri Samsiah Masri; anakanda Ainul Mardhiah, Ahmad Yasin, Aqilah Syadiyah, Alya Amirah, Azza Althafunnisa dan Azzahra Nurqamarina atas sokongan, kerjasama, pengorbanan dan kesabaran mereka bersama-sama penulis dalam mengharungi mehnah dan tribulasi pengajian Sarjana Sains (MSc.) sehingga selesai. Alhamdulillah.

Muhammad Umar bin Sarimal
21 OGOS 2018



ABSTRAK

Pulau Sebatik dipunyai oleh dua buah negara iaitu, Malaysia dan Indonesia. Kajian ini hanya melibatkan kawasan Malaysia, yang meliputi keluasan kira-kira 200 kilometer persegi. Kawasan kajian terdiri daripada Ahli Batu Pasir-Syal Sebatik Formasi Kalumpang; merupakan sebahagian daripada jujukan Neogen yang terletak di bahagian utara Lembangan Tarakan. Objektif utama kajian ini untuk menganalisis fasies-fasies sedimen dan mentafsirkan sekitaran pengenapan kuno di kawasan kajian. Kajian seumpamanya belum pernah dijalankan oleh mana-mana pengkaji di Pulau Sebatik, Malaysia. Kajian ini dilaksanakan melalui pencirian sistematik terhadap parameter struktur sedimen pada singkapan batuan di lapangan berpandukan kaedah-kaedah sedimentologi. Berasaskan pencirian tersebut, sebanyak sepuluh (10) fasies telah dikenalpasti, iaitu: heterolitos (F_H), konglomerat menyatah (F_{CT}), lapisan silang hamoki (F_K), lapisan silang swaley-hamoki (F_{SK}), lapisan silang swaley (F_S), lumpur tebal (F_{LT}), lapisan silang menyatah (F_P), konglomerat palung (F_{CP}), lapisan silang palung (F_F) dan lumpur nipis (F_{LN}). Fasies-fasies ini digabung dan dihubungkan menjadi enam (6) sekutuan fasies yang menggambarkan beberapa subsekitaran, iaitu: pantai hadapan, muka pantai, dataran pasang surut, fluvium, lagun dan delta. Gabungan subsekitaran-subsekitaran tersebut menunjukkan bahawa sekitaran pengendapan bagi Pulau Sebatik ini adalah sekitaran paralik. Sekitaran ini terbentuk melalui proses-proses seretan dan ampaian yang didominasi oleh pengaruh ombak dan pasang surut. Berdasarkan hasil kajian ini dan kajian-kajian terdahulu, didapati ianya adalah selari dengan sekitaran pengendapan formasi-formasi batuan di sebelah Indonesia dan tidak jauh berbeza dengan apa yang terdapat di Pulau Nunukan dan kawasan Sabah selatan seperti Formasi Kalabakan, Formasi Kapilit dan Formasi Simenggaris.

ABSTRACT

FACIES ANALYSIS IN A PARALIC ENVIRONMENT OF THE NEOGENE SEQUENCE AT SEBATIK ISLAND, MALAYSIA

Sebatik Island belongs to two countries; Malaysia and Indonesia. This study only involved Malaysia's area, covering an area of about 200 square kilometers. The area of study comprises of Sebatik Sandstone-Shale Member from Kalumpang Formation; is part of the Neogene sequence located in the northern part of the Tarakan Basin. The main objective of this study is to analyze the sedimentary facies, and then to interpret the paleoenvironment of the study area. There has been no such study ever conducted by any researcher in Sebatik Island, Malaysia. This study was carried out through systematic characterization of sedimentary structure parameters on rock outcrops in the field based on sedimentological methods. Based on that characterization, 10 facies were identified, namely: heterolithics (F_H), planar conglomerates (F_{CT}), hummocky cross-stratification (F_K), hummocky-swaley cross-stratification (F_{SK}), swaley cross-stratification (F_S), thick mud (F_{LT}), planar cross-bedding (F_P), trough conglomerates (F_{CP}), trough cross-bedding (F_T), and thin mud (F_{LN}). These facies are combined and linked into six facies association that describe some of the subenvironments, namely: foreshore, shoreface, tidal plain, fluvium, lagoon and delta. The combination of subenvironments above indicate that the paleoenvironment for Sebatik Island, Malaysia is a paralic, it was formed through drag and drop processes dominated by the influence of waves and tides. The discovery on Sebatik Island, Malaysia is in line with the setting of rock formations near Indonesia; and not much different from what is found on Nunukan Island and South of Sabah, such as Kalabakan Formation, Kapilit Formation and Simenggaris Formation.

ISI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
ISI KANDUNGAN	viii
SENARAI PETA	x
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI GAMBAR	xiii
SENARAI SINGKATAN	xvi
SENARAI ISTILAH	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Rasional dan Kepentingan Kajian	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Lokasi Kawasan Kajian dan Perhubungan	3
1.5 Penduduk dan Sosioekonomi	9
1.6 Pernyataan Masalah	10
1.7 Masalah Kajian	10
1.8 Geografi	12
1.9 Geomorfologi	14
BAB 2 SOROTAN LITERATUR	22
2.1 Pengenalan	22
2.2 Geologi Kawasan Kajian	22
2.3 Pendefinisian Fasies	28
2.4 Analisis Fasies	29
2.5 Model Fasies dan Sekitaran Pengendapan	30



2.6 Sekitaran Pengendapan Paralik	30
2.7 Penyelidikan Geologi di Kawasan Kajian	33
BAB 3 METODOLOGI	39
3.1 Kajian Awal	39
3.2 Kajian Lapangan	39
3.3 Kajian Makmal	40
3.4 Kajian Fasies	41
BAB 4 ANALISIS FASIES	46
4.1 Pengenalan	46
4.2 Litologi	47
4.3 Analisis Fasies	66
4.4 Sekutuan Fasies	112
4.5 Model Sekitaran Pengendapan	123
4.6 Korelasi Log Litologi Fasies	126
4.7 Hubungkait Unit Batuan dalam Formasi Kalumpang	135
4.8 Cadangan Penyelarasan Unit Batuan Pulau Sebatik	137
BAB 5 PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN	145
5.1 Pengenalan	145
5.2 Pencapaian Objektif	145
5.3 Pencirian Unit Batuan di Kawasan Kajian.	146
5.4 Analisis Fasies dan Penentuan Sekitaran Pengendapan Kuno.	147
5.5 Model Sekitaran Pengendapan Sedimen Kawasan Kajian.	149
5.6 Kesimpulan	151
5.7 Cadangan	154
RUJUKAN	157
LAMPIRAN	162

SENARAI PETA

	Halaman
Peta 1.1: Peta Geologi Pulau Sebatik, Indonesia.	3
Peta 1.2: Kedudukan lokasi kajian di dalam peta Sabah.	8
Peta 1.3: Imej satelit menunjukkan Kedudukan sempadan antarabangsa.	9
Peta 1.4: Peta topografi Pulau Sebatik, Malaysia.	21
Peta 1.5: Peta saliran Pulau Sebatik, Malaysia.	21
Peta 4.1: Peta stesen cerapan di kawasan kajian.	48
Peta 4.2: Peta menunjukkan lokasi 24 log litologi.	128
Peta 4.3: Peta fasies Pulau Sebatik, Malaysia.	129
Peta 4.4: Lokasi singkapan yang dicerap.	138
Peta 4.5: Korelasi geologi di antara Pulau Sebatik, Malaysia dan Indonesia	143

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1: Perkaitan sekitaran pengendapan dan fasies sedimen.	33
Jadual 2.2: Pengelasan sekitaran pengendapan.	34



SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1 : Carta taburan hujan bagi kawasan kajian.	13
Rajah 2.1 : Kedudukan Formasi Kalumpang di dalam Stratigrafi Sabah.	24
Rajah 2.2 : Ringkasan stratigrafi bagi Formasi Kalumpang.	25
Rajah 2.3 : Histogram (n=28) berdasarkan data lineamen imej satelit Radarsat.	27
Rajah 2.4 : Histogram (n=8) berdasarkan data lineamen foto udara.	27
Rajah 2.5 : Histogram berdasarkan data jurus batuan.	28
Rajah 2.6 : Perkaitan antara fasies, sekitaran dan sistem pengendapan.	32
Rajah 3.1 : Kaedah dalam penganalisan fasies sedimen.	45
Rajah 4.1 : Log litologi singkapan yang didominasi oleh batu pasir sangat tebal.	53
Rajah 4.2 : Analisis petrografi batu pasir dari stesen cerapan S13.	54
Rajah 4.3 : Analisis arah arus kuno di kawasan kajian.	54
Rajah 4.4 : Log litologi singkapan yang didominasi oleh batu lumpur.	59
Rajah 4.5 : Log litologi singkapan yang menunjukkan keberadaan batu lodak.	61
Rajah 4.6 : Log litologi yang menunjukkan kewujudan lapisan konglomerat.	64
Rajah 4.7 : Log litologi yang menunjukkan kewujudan fasies lumpur nipis (F_{LN}).	68
Rajah 4.8 : Log litologi fasies lapisan silang palung (F_F).	72
Rajah 4.9 : Log litologi fasies konglomerat palung (F_{CP}).	76
Rajah 4.10: Log litologi fasies lapisan silang menyatah (F_P).	83
Rajah 4.11: Log litologi fasies lumpur tebal (F_{LT}).	87
Rajah 4.12: Log litologi fasies lapisan silang swaley (F_S).	92
Rajah 4.13: Log litologi fasies lapisan silang swaley-hamoki (F_{SK}).	95
Rajah 4.14: Log litologi d fasies lapisan silang hamoki (F_K).	103
Rajah 4.15: Log litologi fasies konglomerat menyatah (F_{CT}) di singkapan L5.	106
Rajah 4.16: Log litologi fasies lapisan heterolitot (F_H).	111
Rajah 4.17: Log litologi sekutuan fasies pantai hadapan, fluvium dan delta.	114
Rajah 4.18: Log litologi sekutuan fasies muka pantai.	116
Rajah 4.19: Log litologi sekutuan fasies dataran pasang surut.	118
Rajah 4.20: Log litologi sekutuan fasies lagun.	121
Rajah 4.21: Ringkasan stratigrafi berasaskan fasies Pulau Sebatik, Malaysia.	123
Rajah 4.22: Model sekitaran pengendapan kawasan Pulau Sebatik, Malaysia.	125
Rajah 4.23: Korelasi di antara lapisan heterolitot.	131
Rajah 4.24: Korelasi log litologi dalam sekutuan fasies muka pantai (SF-2).	132
Rajah 4.25: Korelasi log litologi di dalam sekutuan fasies fluvium (SF-4).	133
Rajah 4.26: Korelasi di antara enam sekutuan fasies.	134
Rajah 4.27: Ringkasan hubungkait unit-unit batuan dalam Formasi Kalumpang.	136
Rajah 4.28: Korelasi log litologi di antara sekutuan fasies utama di Malaysia dengan formasi batuan di Indonesia.	144
Rajah 5.1 : Model sekitaran pengendapan kuno Pulau Sebatik yang menghimpunkan dan menghubungkan beberapa subsekitaran.	153

SENARAI GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 : Jalan raya berturap yang menghubungkan kampung-kampung utama.	5
Gambar 1.2 : Jalan ladang kelapa sawit di kawasan kajian.	5
Gambar 1.3 : SMK Wallace Bay, antara kemudahan yang terdapat di Pulau Sebatik, Malaysia.	6
Gambar 1.4 : Jeti Sg. Tongkang, salah satu kemudahan jeti.	6
Gambar 1.5 : Pos Wallace Bay, pos kawalan keselamatan sempadan.	7
Gambar 1.6 : Singkapan batuan yang telah terluluhawa.	11
Gambar 1.7 : Jalan raya yang becak ketika hujan.	11
Gambar 1.8 : Banjaran di bahagian Tenggara Pulau Sebatik, Malaysia.	14
Gambar 1.9 : Pantai yang terdapat di Wallace Bay, Pulau Sebatik.	15
Gambar 1.10: Topografi tanah tinggi.	16
Gambar 1.11: Topografi perbukitan.	17
Gambar 1.12: Topografi tanah rendah.	18
Gambar 1.13: Sebahagian sungai yang terdapat di kawasan hulu.	19
Gambar 1.14: Salah satu sungai yang terdapat di sebelah hilir.	20
Gambar 4.1 : Pandangan dekat batu pasir di stesen cerapan S22.	50
Gambar 4.2 : Muka upam (F/S: $175^{\circ}/52^{\circ}$) yang ditemui pada lapisan batu pasir di stesen cerapan S28.	50
Gambar 4.3 : Struktur lipatan pada singkapan selang lapis batu pasir-batu lumpur di stesen cerapan S22.	51
Gambar 4.4 : Sistem kekar konjugat pada lapisan batu pasir.	51
Gambar 4.5 : Fosil surih daun <i>Dipterocarp</i> di dalam lapisan batu pasir.	52
Gambar 4.6 : Singkapan batu pasir (B/S: $288^{\circ}/33^{\circ}$) sangat tebal yang berselang lapis dengan batu lumpur.	52
Gambar 4.7 : Lapisan batu lumpur yang berwarna kelabu, kelabu gelap hingga perang kekuningan.	55
Gambar 4.8 : Lapisan lenticular batu lumpur yang berselang lapis dengan batu pasir nipis.	56
Gambar 4.9 : Struktur laminasi selari dan silang di dalam lapisan batu lumpur di stesen cerapan S36.	56
Gambar 4.10: Batu lumpur yang pecah secara berlekuk (<i>conchoidal</i>).	57
Gambar 4.11: Konkresi pada batu lumpur membentuk pebel-pebel.	57
Gambar 4.12: (A) Fosil Bivalvia (<i>Inoceramus</i>) dan Fosil surih daun (<i>Dipterocarp</i>).	58
Gambar 4.13: Lapisan batu lodak yang tersingkap di antara lapisan batu lumpur.	60
Gambar 4.14: Batuan konglomerat yang menghalus ke atas.	62
Gambar 4.15: Klasta konglomerat yang menunjukkan darjah kebulatan dan kesferaan yang sederhana.	63

Gambar 4.16: Struktur lapisan berperingkat, silang palung dan silang menyatah yang terdapat pada singkapan konglomerat.	63
Gambar 4.17: Batu arang yang tersingkap di stesen cerapan S39.	65
Gambar 4.18: Singkapan di L5 yang menunjukkan lapisan lumpur nipis.	67
Gambar 4.19: Singkapan di L16 yang menunjukkan lapisan lumpur nipis.	68
Gambar 4.20: Struktur lapisan silang palung di dalam lapisan batu pasir.	70
Gambar 4.21: Struktur silang palung dan lapisan berperingkat (P).	70
Gambar 4.22: Perlapisan silang palung di atas lapisan konglomerat terigen.	71
Gambar 4.23: Struktur lapisan silang palung dan tetambak.	71
Gambar 4.24: Lapisan konglomerat menghalus ke atas.	74
Gambar 4.25: Lapisan konglomerat terigen (C) dan struktur palung (P) di lokasi L5.	74
Gambar 4.26: Pandangan dekat konglomerat terigen yang bertekstur orto-parakonglomerat.	75
Gambar 4.27: Lapisan konglomerat terigen (C) yang tersingkap di Pos Wallace Bay.	75
Gambar 4.28: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L3.	78
Gambar 4.29: Fosil surih <i>Ophiomorpha</i> dalam lapisan batu pasir.	79
Gambar 4.30: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L5.	79
Gambar 4.31: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L7.	80
Gambar 4.32: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L10.	80
Gambar 4.33: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L12.	81
Gambar 4.34: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L15.	81
Gambar 4.35: Perlapisan silang menyatah dalam lapisan batu pasir di lokasi L16.	82
Gambar 4.36: Perlapisan silang menyatah dan fosil surih <i>Skolithos</i> (S) dalam lapisan batu pasir di lokasi L18.	82
Gambar 4.37: Lapisan batu lumpur berketebalan 10 m.	85
Gambar 4.38: Syal berwarna kelabu kehitaman yang terdapat dalam sebahagian batu lumpur tebal di lokasi L17.	85
Gambar 4.39: Lapisan batu lumpur yang berlaminasi selari dan beralun.	86
Gambar 4.40: Batu lumpur yang pecah secara berlekuk di lokasi L17.	86
Gambar 4.41: Struktur perlapisan silang swaley.	89
Gambar 4.42: Struktur perlapisan silang swaley.	89
Gambar 4.43: Fosil surih <i>Skolithos</i> (S) dalam lapisan batu pasir di lokasi L1.	90
Gambar 4.44: Struktur perlapisan silang swaley dalam lapisan batu pasir.	90
Gambar 4.45: Fosil surih <i>Rosselia</i> dalam lapisan batu pasir di lokasi L16.	91
Gambar 4.46: Struktur perlapisan silang swaley (S) berselang lapis dengan struktur perlapisan silang hamoki (H).	94
Gambar 4.47: Struktur perlapisan silang swaley (S) berselang lapis dengan struktur perlapisan silang hamoki (H).	94
Gambar 4.48: Struktur perlapisan silang hamoki yang terdapat di lokasi cerapan L6.	97

Gambar 4.49: Struktur perlapisan silang hamoki yang terdapat di lokasi cerapan L8.	98
Gambar 4.50: Struktur perlapisan silang hamoki yang terdapat di lokasi cerapan L9.	98
Gambar 4.51: Singkapan yang menunjukkan kewujudan struktur perlapisan silang hamoki di lokasi cerapan L16.	99
Gambar 4.52: Pandangan dekat struktur perlapisan silang hamoki di L16.	100
Gambar 4.53: Struktur perlapisan silang hamoki yang terdapat di lokasi cerapan L19.	101
Gambar 4.54: Struktur perlapisan silang hamoki yang terdapat di lokasi cerapan L1.	101
Gambar 4.55: Struktur perlapisan silang hamoki yang terdapat di lokasi cerapan L4.	102
Gambar 4.56: Fosil surih yang terdapat di dalam fasies lapisan silang hamoki.	102
Gambar 4.57: Lapisan konglomerat menghalus ke atas (C) dan berstruktur silang lapis menyatah (P) yang terdapat di singkapan L5.	105
Gambar 4.58: Lapisan konglomerat (C) dan struktur lapisan silang menyatah (P) yang ditemui di singkapan L5.	105
Gambar 4.59: Singkapan yang menunjukkan struktur selang lapis flaser (F), wavy (W), dan lenticular (L) di Lokasi 7.	108
Gambar 4.60: Struktur lapisan heterolitos. Kesan riak simetri ditemui pada setiap lapisan batu pasir di L22.	109
Gambar 4.61: Struktur lapisan heterolitos. Kesan riak simetri ditemui pada setiap lapisan batu pasir di L23.	109
Gambar 4.62: Struktur kesan riak simetri dalam lapisan batu pasir di lokasi L14.	110
Gambar 4.63: Fosil surih yang terdapat dalam fasies lapisan heterolitos.	110
Gambar 4.64: Lapisan lenticular (L) dan flaser (F) tebal dari fasies heterolitos.	139
Gambar 4.65: Lapisan bergelombang (W) tebal dari fasies heterolitos.	140
Gambar 4.66: Singkapan batu pasir Formasi Tabul yang mempamerkan struktur hamoki (F_K), swaley-hamoki (F_{SK}) dan swaley (F_S) di lokasi 13, Pulau Sebatik, Indonesia.	141
Gambar 4.67: Struktur perlapisan silang menyatah dan palung (T) dalam Formasi Sajau di lokasi 6, Pulau Sebatik, Indonesia.	142
Gambar 4.68: Lapisan konglomerat menghalus ke atas yang terdapat dalam Formasi Sajau di lokasi 1, Nunukan, Indonesia.	142

SENARAI SINGKATAN

F	-	Fasies
FM	-	Formasi Meliat
FT	-	Formasi Tabul
FS	-	Formasi Sajau
FWWB	-	Fair Weather Wave Base
GAI	-	Geological Agency Indonesia
HT	-	High Tide
JMM	-	Jabatan Meteorologi Malaysia
JMG	-	Jabatan Mineral dan Geosains
JPA	-	Jabatan Perkhidmatan Awam
JUPEM	-	Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia
LT	-	Low Tide
MSNC	-	Malaysian Stratigraphic Nomenclature Committee
SF	-	Sekutuan Fasies
SWB	-	Storm Wave Base
TWG	-	Team Working Group

SENARAI ISTILAH

Istilah Melayu

Antiklin
Bergelombang
Berlegok
Fasies
Fosil surih
Hamoki
Garis pantai
Heterolitos
Jujukan
Kekanta
Lagun
Lipit
Menyatah
Muka pantai
Palung
Pantai hadapan
Pasang surut
Paralik
Perlaminaan-silang
Perlapisan-silang
Sedimen
Sesar
Sungai
Tetambak

Istilah Inggeris

Anticline
Wavy
Swaley
Facies
Ichnofossil
Hummocky
Shoreline
Heterolithic
Sequence
Lenticular
Lagoon
Seam
Planar
Shoreface
Trough
Foreshore
Tidal
Paralic
Cross-lamination
Cross-bedding
Sedimentary
Fault
Fluvium
Levee



SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A: Kadar Taburan Hujan di Lapangan Terbang Tawau, Sabah	162
Lampiran B: Perbandingan bilangan formasi Malaysia-Indonesia	163
Lampiran C: Perbandingan peta geologi semasa Malaysia-Indonesia	164
Lampiran D: Perbandingan turus stratigrafi Malaysia-Indonesia	165



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Pulau Sebatik merupakan sebuah pulau yang dimiliki oleh dua buah negara iaitu, Malaysia dan Indonesia. Pulau ini terbentuk pada trend barat laut-tenggara dan sempadan di antara kedua-dua negara adalah di koordinat $4^{\circ} 10'N$ hingga $4^{\circ} 18'N$. Pulau Sebatik sebelah barat laut merupakan milik Malaysia, manakala sebelah tenggara adalah Indonesia. Peta geologi pertama bagi Pulau Sebatik, Malaysia telah dikeluarkan pada tahun 1962 oleh Kirk H.J.C dan didapati hanya satu formasi di kawasan tersebut iaitu Formasi Kalumpang, yang terdiri daripada Ahli Batu Pasir-Syal Sebatik. Bilangan formasi batuan ini tidak berubah walaupun selepas kajian lanjut yang dibuat oleh Wan Saifulbahri dan Norhazidi (2003), Asri (2005), dan Zaki (2006).

Walaupun bagaimanapun, penemuan geologi di sebelah Pulau Sebatik, Indonesia berbeza dengan apa yang terdapat di Malaysia (Lampiran B-D); dari segi perbezaan bilangan formasi, unit batuan tertua, dan usia. Pemetaan geologi oleh S. Hidayat, Amiruddin dan D. Satrisnas pada sekitar tahun 1995 di Pulau Sebatik, Indonesia menemui sebanyak tiga formasi batuan, iaitu: Formasi Meliat, Formasi Tabul, dan Formasi Sajau (Peta 1.1). Sehubungan itu, satu pemeriksaan lapangan bersama telah dijalankan di antara Jabatan Mineral & Geosains Malaysia (JMG) dan Agensi Geologi Indonesia (AGI) pada 11-20 Jun 2013 di Pulau Sebatik dalam Projek Pemetaan Geologi Sempadan Malaysia-Indonesia.

Hasil daripada pemeriksaan lapangan tersebut, ahli geologi kedua-dua negara mempercayai bahawa di Pulau Sebatik, Malaysia terdapat tiga unit litologi yang boleh dibuat kajian lanjut (Richard Mani *et al.*, 2014). Pada Jun 2014, satu kerja lapangan tinjauan telah dijalankan di Pulau Sebatik, Malaysia. Penemuan yang telah diperolehi adalah, selain potensi kewujudan tiga unit litologi tersebut ditemui; didapati batuan yang tertua di sebelah Malaysia (dominan syal) berbeza



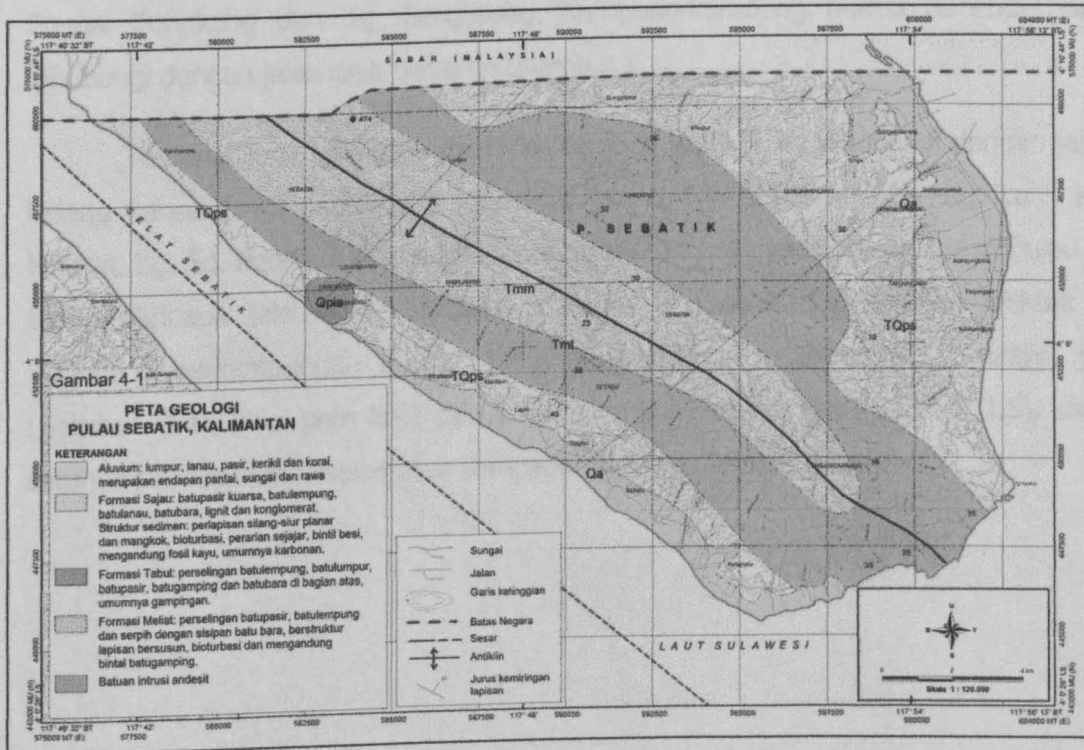
dengan apa yang terdapat di sebelah Indonesia (dominan batu pasir) (Muhammad Umar, 2014).

1.2 Rasional dan Kepentingan Kajian

Pulau Sebatik merupakan sebuah pulau yang penting dan agak sensitif bagi negara kerana ianya dimiliki bersama dengan Indonesia yang pernah berkonfrontasi dengan Malaysia sekitar tahun 1961-1966. Sehubungan itu, segala maklumat berkaitan pulau tersebut haruslah berada dalam status sedia digunakan termasuklah maklumat-maklumat geologi. Penyelidikan ini sudah pasti dapat memperkaya maklumat geologi di kawasan ini, terutamanya dalam bidang sedimentologi dan stratigrafi. Sebagai rekod, belum ada kajian analisis fasies batuan sedimen pernah dilakukan di kawasan kajian sebelum ini.

Kewujudan tiga formasi batuan di sebelah Pulau Sebatik, Indonesia juga menjadi persoalan geologi penting di pulau ini. Ini adalah kerana, di sebelah Pulau Sebatik, Malaysia tidak terdapat sebarang formasi kerana tiada bukti ketakselarasan stratigrafi pernah ditemui di lapangan; melainkan Ahli Batu Pasir-Syal Sebatik. Perbezaan laporan geologi ini bercanggah dengan prinsip bahawa sempadan geologi tidak dibatasi oleh sempadan geografi. Dalam erti kata lain, sepatutnya geologi di kedua-dua bahagian adalah sama atau hampir sama kerana berada dalam pulau yang sama.

Selain itu, maklumat-maklumat tersebut amat berguna di dalam mengemaskinikan Peta Geologi Sabah dan seterusnya dapat menambah maklumat di dalam pangkalan data geologi jabatan dan negara. Hasil penyelidikan ini juga dapat digunakan sebagai rujukan sekiranya terdapat kajian semula potensi minyak dan gas di Pulau Sebatik, Malaysia.



Peta 1.1: Peta Geologi Pulau Sebatik, Indonesia.
Sumber : Agensi Geologi Indonesia (AGI)

1.3 Objektif Kajian

Objektif utama kajian ini adalah seperti berikut:

- Mencirikan unit-unit batuan di kawasan kajian.
- Menganalisis fasies-fasies dan menentukan sekitaran pengendapan kuno bagi kawasan kajian.
- Membina model sekitaran pengendapan sedimen bagi kawasan kajian.

1.4 Lokasi Kawasan Kajian dan Perhubungan

Kawasan kajian terletak di bahagian utara Pulau Sebatik, dalam daerah Tawau, Sabah (Peta 1.2). Bahagian selatan pulau pula terletak di dalam Bahagian Kalimantan, Indonesia. Peta 1.3 menunjukkan kedudukan geografi kawasan kajian disempadani oleh sempadan antarabangsa Malaysia-Indonesia di garisan lintang $4^{\circ} 10' U$ hingga $4^{\circ} 18' U$ dan garis bujur dari $117^{\circ} 37' T$ hingga $117^{\circ} 54' T$. Peta topografi kawasan kajian adalah hasil gabungan Syit 4/117/15 (Pulau Sebatik) dan sebahagian Syit 4/117/11 (Sg. Simandalan) dan Syit 4/117/16 (Tawau). Terdapat beberapa kampung utama seperti Wallace Bay, Kg. Mentadak Baru, RKT Sg. Tamang, Kg. Sungai Selipar, Kg.

Sungai Tongkang dan Kg. Bergosong. Kampung-kampung utama tersebut boleh dihubungi dengan jalan raya berturap (Gambar 1.1).

Terdapat juga beberapa penempatan kecil yang boleh dihubungi dengan jalan ladang kelapa sawit seperti Kg. Mentadak Lama, Kg. Simpang Tiga, Kg. Lahi, Kg. Melayu, Kg. Sg. Pendikar (Gambar 1.2). Kemudahan asas yang disediakan di pulau ini terdiri daripada jalan raya berturap, bekalan air bersih dan bekalan elektrik di sepanjang perkampungan utama, klinik desa, sekolah (Gambar 1.3), masjid, jeti (Gambar 1.4), balai polis kecil dan balai raya. Pos Wallace Bay (Gambar 1.5), satu-satunya pos kawalan keselamatan sempadan di Pulau Sebatik, Malaysia.



Gambar 1.1: Jalan raya berturap yang menghubungkan kampung-kampung utama di Pulau Sebatik, Malaysia.



Gambar 1.2: Jalan ladang kelapa sawit di kawasan kajian.

RUJUKAN

- Armstrong H.A. & Brasier M.D. 2005. *Microfossils*. 2nd edition. United Kingdom. Blackwell Publishing.
- Asri Omar. 2005. *Geologi Pulau Sebatik, Tawau*. No. Laporan: JMG.SBH/PG/2005/03. Projek Sumber Air Tanah Negeri Sabah. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Sabah. (Tidak diterbitkan).
- Barnes, J.W. 1981. *Basic Geological Mapping*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Boggs, S. 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 4th Edition. Pearson Education, Inc.
- Boggs, S. 2009. *Petrology of Sedimentary Rocks*. 2nd Edition. Cambridge University Press. New York.
- Bolli, H. M. & Saunders, J. B., 1985. *Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera*, In: Bolli, H. M., Saunders, J. B., and Perch-Nielsen, K., eds., *Plankton Stratigraphy*. Cambridge. Cambridge University Press.
- BouDagher-Fadel, M.K. 2008, *Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera*. Amsterdam: Elsevier.
- Desjardins, P.R., Buatois, L.A. & Mangano, M.G. 2012. *Tidal Flats and Subtidal Sand Bodies*. Chapter 18 in *Developments in Sedimentology*. ResearchGate.
- Buatois, L.A., Santiago, N., Herrera, M., Plink-Bjorland, P., Steel, R., Espin, M. & Parra, K. 2012. *Sedimentological and Ichnological Signatures of Changes in Wave, River and Tidal Influence Along a Neogene Tropical Deltaic Shoreline*. *Journal of the International Association of Sedimentologist (IAS)*. *Sedimentology* (2012) 59, 1568–1612.
- Cole, W.S. 1963. *Tertiary larger foraminifera from Guam*. U.S. Geological Survey Professional Paper 403E.
- Doktor, M. & Gradzinski, R. 1999. *Depositional environments recognized in the Paralic Series of the Upper Silesia Coal Basin*, In: Kedzior, A., Ski, R.G, Doktor M. & Gmur D. 2007. *Sedimentary history of a Mississippian to Pennsylvanian coal-bearing succession: an example from the Upper Silesia Coal Basin, Poland*. *Geol. Mag.* 144 (3), 2007. Cambridge University Press. United Kingdom, pp. 487–496.
- DBP (Dewan Bahasa dan Pustaka). 1988. *Istilah Geologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Selangor Darul Ehsan.

- Dumas, S. & Arnot, R.W.C. 2006. *Origin of hamoki and swaley cross-stratification - The controlling influence of unidirectional current strength and aggradation rate*. The Geological Society of America, Inc.
- Folk, R.L. 1974. *Petrography of Sedimentary Rocks*. Memphis, Texas: University Press.
- Hidayat S., Amiruddin & Satrisnas D. 1995. *Geological Map of the Tarakan and Sebatik Sheet, Kalimantan*. Center for Geological Survey, Geological Agency, Indonesia.
- Hidayat S., Amiruddin & Satrisnas D. 2011. 2nd printed. *Geological Map of the Tarakan and Sebatik Sheet, Kalimantan*. Center for Geological Survey, Geological Agency, Indonesia.
- Holgate, N.E. 2014. *Geological Characterisation of Shallow Marine to Deltaic Sandstone Reservoir Targets: Krossfjord and Fensfjord Formations, Troll Field, Norwegian North*. Ph.D thesis. Imperial College London. (Tidak diterbitkan).
- Junaidi Asis & Basir Jasin. 2015. *Miocene Larger Benthic Foraminifera from the Kalumpang Formation in Tawau, Sabah*. Sains Malaysiana 44(10): 1397–1405.
- JMG (Jabatan Mineral & Geosains Malaysia). 2010a. *Peta Geologi Negeri Sabah, Edisi Ke-4*. Kementerian Sumber Asli & Alam Sekitar Malaysia.
- JMG (Jabatan Mineral & Geosains Malaysia). 2010b. *Garis Panduan Pemetaan Geologi*. JMG.GP.10. Kementerian Sumber Asli & Alam Sekitar Malaysia.
- JPBD (Jabatan Perancangan Bandar & Desa). 2009. *Garis Panduan Perancangan Pembangunan di Kawasan Bukit dan Tanah Tinggi*. Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia.
- Kamal Roslan Mohamed, Che Aziz Ali, Mohd Shafeea Leman & Ibrahim Abdullah. 2004. *Sedimentologi dan Analisis Fasies Batuan Paleozoik Akhir di kawasan Panching, Pahang*. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 48: 73-80.
- Kedzior, A., Ski, R.G, Doktor M. & Gmur D. 2007. *Sedimentary history of a Mississippian to Pennsylvanian coal-bearing succession: an example from the Upper Silesia Coal Basin, Poland*. *Geol. Mag.* 144 (3), 2007, pp. 487–496. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Kennett, J. P. & Srinivasan, M., 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: A Phylogenetic Atlas*. Stroudsburg. Hutchinson Ross Publishing Co.
- Kerr, P.F. 1977. *Optical Mineralogy*. 4th Edition. McGraw-Hill, New York.
- Kirk, H.J.C. 1962. *The geology and Mineral Resources of the Semporna Peninsula North Borneo*. Memoir 14, Geological Survey Department British Territories in Borneo.

- Kotas, A. & Malczyk, W. 1972. *The Paralic Series of the Lower Namurian stage of the Upper Silesian Coal Basin*, In: Kedzior, A., Ski, R.G, Doktor M. & Gmur D. 2007. Sedimentary history of a Mississippian to Pennsylvanian coal-bearing succession: an example from the Upper Silesia Coal Basin, Poland. *Geol. Mag.* 144 (3), 2007, pp. 487–496. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Kumar, N. & Sanders, J.E. 1974. *Inlet Sequence: a Vertical Succession of Sedimentary Structures and Textures Created by the Lateral Migration of Tidal Inlets (Abstract)*. *Journal of the International Association of Sedimentologist (IAS)*.
- Lee, D.T.C. 1988. *Gunong Pock Area, Semporna Peninsula, Sabah, Malaysia*. Report 9. Geological Survey of Malaysia Borneo Region.
- Lim, P.S. 1981. *Wullersdorf Area, Sabah, Malaysia*. Report 15. *Geological Survey of Malaysia*.
- MSNC (Malaysian Stratigraphic Nomenclature Committee). 1997. *Malaysian Stratigraphic Guide*. Persatuan Geologi Malaysia, Kuala Lumpur.
- Mat Fiah, N. & Lambiase, J.J. 2014. *Ichnology of shallow marine clastic facies in the Belait Formation, Brunei Darussalam*. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 60, 55 – 63.
- Mohamad Hanif Kamal Roslan, Che Aziz Ali & Kamal Roslan Mohamed. 2016. *Fasies dan Sekitaran Sedimen Formasi Singa di Langkawi, Malaysia*. *Sains Malaysiana* 45(12)(2016): 1897–1904.
- Muhammad Abdullah & Sanudin Hj. Tahir. 2013. *Analisis Sekitaran Kuno Formasi Meligan Berdasarkan Struktur sedimen di Sipitang, Sabah*. *Proceedings of the National Geoscience Conference. Geological Society of Malaysia*. 212-214.
- Muhd Nur Ismail Abd Rahman dan Sanudin Hj. Tahir. 2017. *Wave-dominated Shoreline Deposits in the Late Miocene Sedimentary Sequence in the Miri Formation North Sarawak, Malaysia*. *Geological Behavior*, 1(2):14–19.
- Muhammad Umar Sarimal. 2016. *Geologi Kawasan Pulau Sebatik, Sabah, Malaysia*. No. Laporan: JMG.SBH/PGN/02/2016. Jabatan Mineral & Geosains Malaysia, Sabah. (Tidak diterbitkan).
- Nichols, G. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*. 2nd Edition. Oxford. Wiley-Blackwell.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. 3rd Edition. New York: Harper & Row, Publishers.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E & Siever, R. 1972. *Sand and Sandstone*. Berlin: Springer-Verlag.

- Reading, H.G. 1996. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd Edition. Oxford. Blackwell Scientific Publications.
- Richard Mani Banda, Wahyu Gunawan, Mohd. Yusop Ramli, Thomson Galin, Dikdik Pribadi. 2014. *Geological correlation and stratigraphic classification of Pulau Sebatik*. Persidangan JMG Malaysia, 2014 (Tidak diterbitkan).
- Rosary, D., Nicaksana, A.B. & Wilkinson, J.K. 2014. *A Correlation of Climate Stratigraphy with Biostratigraphy to Confirm Stratigraphic Units in the Sebatik Area*. Proceedings, Indonesian Petroleum Association. Thirty-Eighth Annual Convention & Exhibition, May 2014. IPA14-G-258.
- Sanudin Tahir, Baba Musta & Hafzan Eva Mansor. 2011. *Facies analysis of the Late Miocene Belait Formation of Labuan*. Proceedings National Geoscience Conference 2011. Geological Society of Malaysia: 39-41.
- Sanudin Hj. Tahir & Baba Musta. 2007. *Pengenalan kepada Stratigrafi*. Penerbit Universiti Malaysia Sabah. Kota Kinabalu, Sabah.
- Satyana, H.A., Nugroho, D., & Sorantoko, I. 1999. *Tectonic Controls on the Hydrocarbon Habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: Major Dissimilarities in Adjoining Basins*. *Journal of Asian Earth Sciences* 17 (1999): 99-122.
- Selly, R.C. 1985. *Ancient Sedimentary Environments and Their Sub-Surface Diagnosis*. 3rd Edition. English Language Book Society (ELBS), Chapman and Hall Ltd.: London.
- Selly, R.C. 2000. *Applied Sedimentology*. 2nd Edition. Academic Press: London.
- Tajul Anuar Jamaluddin. 1989. *Struktur Sedimen dalam Formasi Crocker di Kawasan Tamparuli, Sabah*. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 24: 135-137.
- Tjia, H.D. 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Tucker, M.E. 1988. *Techniques in Sedimentology*. London: Blackwell Science.
- Tucker, M.E. 1982. *The Field Description of Sedimentary Rocks*. Great Britain: John Wiley & Sons Inc.
- Tucker, M.E. 2001. *Sedimentary Petrology. An Introduction to The Origin of Sedimentary Rocks*. 2nd Editions. London: Blackwell Science.
- Utusan Online. 2014. *Laporan Khas: Sempadan dibahagi garisan lurus*. http://ww1.utusan.com.my/utusan/Laporan_Khas/20140104/lk_01/Sempad_andibahagi-garisan-lurus. 4 Januari 2014.
- Tucker, M.E. 2003. *Sedimentary Rocks in the Field*. 3rd Edition. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

- Walker, R.G. & James, N.P. 1992. *Facies Models Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada.
- Wan Saifulbahri Wan Mohammad & Norhazidi Masrom. 2003. *Laporan Projek Perigi Tiub dan Ujian Pampa Kawasan Pulau Sebatik, Tawau, Sabah*. No. Laporan: SB/HG/2003/02. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Sabah. (Tidak diterbitkan).
- Wight, A.W.R., Hare, L.H. & Reynolds, J.R. 1993. *Tarakan Basin, NE Kalimantan, Indonesia: A Century of Exploration and Future Potential*. *Geol. Soc. Malaysia*, Bulletin 33, November 1993; pp. 263-288.
- Zaki Alias. 2006. *Analisis Penderiaan Jauh Kawasan Pulau Sebatik, Sabah*. No. Laporan: JMG.SBH/PG/2006/03. Projek Sumber Air Tanah Negeri Sabah. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Sabah. (Tidak diterbitkan).