

**ANALISIS FASIES DAN DIAGENESIS BATU
PASIR FORMASI SANDAKAN, SANDAKAN,
SABAH**



FAUZIAH HANIS BT HOOD

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2015**

**ANALISIS FASIES DAN DIAGENESIS BATU
PASIR FORMASI SANDAKAN, SANDAKAN,
SABAH**

FAUZIAH HANIS BT HOOD



**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEH IJAZAH
SARJANA SAINS**

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2015**

PENGAKUAN

Tesis ini adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali terdapat petikan, nukilan atau lain-lain yang saya muatkan dalam penulisan ini telah saya jelaskan sumber bagi setiap satunya.

13 Mac 2014

Fauziah Hanis Binti Hood
PS20098116



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

NAMA : **FAUZIAH HANIS BINTI HOOD**
NO.MATRIK : **PS20098116**
TAJUK : **ANALISIS FASIES DAN DIAGENESIS BATU PASIR FORMASI SANDAKAN, SANDAKAN, SABAH.**
IJAZAH : **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**
TARIKH VIVA : **13 MAC 2014**

DISAHKAN OLEH

1. **PENYELIA UTAMA**
Prof. Dr. Sanudin Tahir

2. **PENYELIA KEDUA**
Prof. Madya Dr. Baba Musta

Tandatangan

UMMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Saya bersyukur ke hadrat Ilahi atas limpah kurnia-Nya dan berkat serta kekuasaannya penulisan tesis ini dapat saya sempurnakan dengan jayanya.

Setinggi-tinggi penghargaan dan sejuta rasa terima kasih saya ucapkan kepada penyelia utama, Prof. Dr. Sanudin Tahir dan Prof. Madya Baba Musta selaku penyelia bersama merangkap dekan sekolah atas sumbangan mereka yang tidak pernah jemu memberikan ilmu, dorongan, semangat, idea dan membimbing dalam mendalami bidang sedimentologi. Segala nasihat, kata-kata hikmah, saranan, perbincangan dan kritikan yang diberikan menguatkan semangat saya untuk menyiapkan penyelidikan ini. Sekalung penghargaan ini juga ditujukan kepada para pensyarah dan kakitangan makmal yang telah terlibat secara langsung dalam kajian ini. Terima kasih kepada beberapa institusi dan agensi kerajaan yang membantu melancarkan proses kajian seperti Bujet Mini 2009 Kementerian Pengajian Tinggi, Skim Batuan Penyelidikan Pascasiswazah Universiti Malaysia Sabah dan Taman-taman Sabah. Terima kasih buat keluarga di Kedah, Johor dan Sarawak yang menggalakkan saya untuk sentiasa mendalami ilmu tanpa putus asa, serta teman-teman seperjuangan Tini, Ali, Aida, Rezal, Norlina, Junaidi, Muhammad, Shila, Ismail dan lain-lain. Akhir sekali, terima kasih yang tidak terhingga kepada orang ramai yang terlibat secara tidak langsung yang menjadi pendorong utama. Semoga Allah membalas segala jasa dan kebaikan yang mereka lakukan. Sedimentologi adalah satu cabang ilmu yang sangat menarik dan kejadiannya adalah bersesuaian dengan tafsir surah al-Muzammil ayat 14 yang berbunyi:

يَوْمَ تَرُجُفُ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ وَكَانَتِ الْجِبَالُ كَثِيبًا مَّهِيلًا

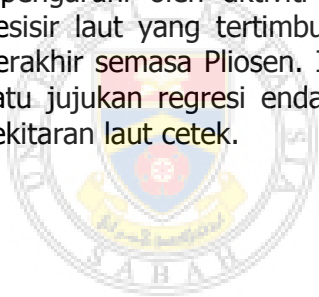
Maksudnya: (Azab itu tetap akan berlaku) pada hari bumi dan gunung-ganang bergoncang (serta hancur lebur) dan menjadilah gunung-ganang itu timbunan pasir yang mudah bersepah.

(Surah *al-Muzammil* 73:14)

Fauziah Hanis Hood
5 September 2013

ABSTRAK

Penilaian fasies jujukan batuan Formasi Sandakan dilakukan untuk mengemaskini sekitaran endapan dan kesan diagenesis terhadap batuan. Terdapat sebelas fasies yang dicirikan dalam Formasi Sandakan. Fasies-fasies ini dibentuk daripada pengelasan unit batuan yang terdapat dalam Formasi Sandakan. Empat unit batuan beragilit dicirikan, iaitu batu lumpur membentuk unit batu lumpur dengan fosil tumbuhan berkayu (Fasies LMK), batu lumpur tebal dengan fosil moluska (Fasies LMF), batu lumpur dengan pasir berlodak (Fasies LMS) dan batu lumpur dengan lenda arang (Fasies LMC). Tujuh unit batuan berarenit ditentukan berdasarkan kepada julat batu pasir yang tinggi berbanding batu lumpur dan batu lodak. Unit batuan ini terdiri daripada unit batu pasir berlapisan silang dengan batu lumpur nipis (Fasies SSX); selang lapis batu pasir dan batu lumpur biokacau (Fasies SSB); batu pasir tebal dengan lapisan silang swaley bersama batu lumpur nipis (Fasies SSW); palung batu pasir berlapisan silang dengan batu lumpur tebal (Fasies SSP); batu pasir nipis dengan lapisan silang hummocky (Fasies SSH); batuan heterolitik (Fasies SSE) dan selang lapis laminasi halus batu lumpur dan batu pasir (Fasies SSM). Berdasarkan kepada analisis yang dilakukan, empat asosiasi fasies terbentuk iaitu asosiasi fasies I, II, III, dan IV yang masing-masing mencirikan sekitaran pesisir belakang, pesisir hadapan, muka pesisir dan pelantar dalam yang dipengaruhi oleh aktiviti ribut. Formasi Sandakan ditafsirkan sebagai endapan pesisir laut yang tertimbus pada kedalaman cetek semasa peristiwa regresi dan berakhir semasa Pliosen. Ini membuktikan bahawa Formasi Sandakan membentuk satu jujukan regresi endapan muka pesisir maraan hadapan yang lengkap pada sekitaran laut cetek.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRACT

FACIES ANALYSIS AND SANDSTONE DIAGENESIS OF SANDAKAN FORMATION, SANDAKAN, SABAH.

The evaluation of Sandakan Formation facies sequence is to build the depositional system and study the effect of diagenesis. Eleven facies is characterized in Sandakan Formation. The facies of Sandakan Formation is attributed by classified rock unit from Sandakan area. Four argillaceous-dominated rock units were described through the facies analysis. The rock unit of argillaceous-dominated type is composed of thick mudstone with abundant log (Facies LMK); thick mudstone with abundant mollusks (Facies LMF); interbedded of mudstone-silty sandstone (Facies LMS); mudstone with coal seam (Facies LMC). Seven arenaceous-dominated rock were described by highly range sand properties in the rock unit. The sandy-dominated rock unit is composed of cross stratified sandstone with thinly mudstone (Facies SSX); interbedded of sandstone and bioturbated mudstone (Facies SSB); thick sandstone with swaley cross stratification and thinly mudstone (Facies SSW); trough cross stratification sandstone, embedded with thick mudstone (Facies SSP); thinly sandstone with hummocky cross stratification (Facies SSH); heterolithic rock (Facies SSE) and interbedded thinly mudstone with sandstone (Facies SSM). Four facies associations (Facies Association I, II, III and IV) are the succession of backshore, foreshore, shoreface and inner shelf, respectively. The association facies of Sandakan Formation was deposited in the storm generated-shallow marine environment. Sandakan Formation is conclusively interpreted to be deposited in nearshore with shallow burial during regressive episode and ceased during Pliocene. Thus, Sandakan Formation was developed a complete regressive sequence of shoreface deposit in a shallow environment.

ISI KANDUNGAN

| | Halaman |
|-----------------------|---------|
| TAJUK | i |
| PENGAKUAN | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| ISI KANDUNGAN | vii |
| SENARAI JADUAL | xi |
| SENARAI RAJAH | xii |

BAB 1: PENDAHULUAN

| | | |
|-----|-------------------------------|---|
| 1.1 | Pengenalan | 1 |
| 1.2 | Latar Belakang Kawasan Kajian | 2 |
| 1.3 | Objektif kajian | 2 |
| 1.4 | Skop dan Hasil Kajian | 4 |
| 1.5 | Limitasi Kajian | 4 |
| 1.6 | Kepentingan Kajian | 5 |
| 1.7 | Rangka Kajian | 5 |

BAB 2: SOROTON LITERATUR

| | | |
|-------|--|----|
| 2.1 | Pengenalan | 8 |
| 2.2 | Rangka Tektonik Sabah | 8 |
| 2.2.1 | Lembangan Arka Belakang dan Blok Palawan Utara | 9 |
| 2.2.2 | Unit Tektonostratigrafi Sabah | 10 |
| 2.2.3 | Lembangan Cetek Neogen Lewat di Sandakan | 12 |
| 2.3 | Geologi Am dan Stratigrafi | 13 |
| 2.3.1 | Litostratigrafi Bahagian Timur Sabah | 13 |
| 2.3.2 | Geologi Kawasan Sandakan | 15 |
| a. | Formasi Garinono | 16 |
| b. | Volkanik | 16 |
| c. | Formasi Sandakan | 21 |

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| d. | Endapan Plio-Pleistosen | 21 |
| 2.4 | Geologi Struktur Formasi Sandakan | 22 |

BAB 3: METODOLOGI

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Pengenalan | 26 |
| 3.2 | Kaedah Lapangan, Persampelan dan Pengelasan Batuan | 27 |
| 3.2.1 | Pengelasan Unit Batuan | 29 |
| a. | Geometri | 29 |
| b. | Litologi | 30 |
| c. | Struktur Sedimen | 30 |
| d. | Himpunan Fosil | 31 |
| e. | Analisis Pola Arus kuno | 32 |
| 3.3 | Teknik Makmal | 37 |
| 3.3.1 | Hirisan Nipis Batuan | 37 |
| 3.3.2 | Analisis XRD | 37 |
| 3.3.3 | Analisis Imej SEM | 38 |
| 3.4 | Interpretasi Data dan Penulisan | 38 |

BAB 4: ANALISIS FASIES FORMASI SANDAKAN

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.1 | Pengenalan | 42 |
| 4.2 | Unit Batuan Formasi Sandakan | 44 |
| 4.2.1 | Batu Lumpur dengan Fosil Tumbuhan Berkayu | 45 |
| 4.2.2 | Batu Lumpur dengan Fosil Moluska | 49 |
| 4.2.3 | Batu Lumpur dengan Lensa Batu Arang | 53 |
| 4.2.4 | Batu Lumpur dengan Batu Pasir Berlodak | 55 |
| 4.2.5 | Batu Pasir Berlapisan Silang dengan Batu Lumpur Nipis | 56 |
| 4.2.6 | Selang Lapis Batu Pasir dan Batu Lumpur Biokacau | 60 |
| 4.2.7 | Batu Pasir Tebal dengan Lapisan Silang <i>Swaley</i> dengan Batu lumpur Nipis | 67 |
| 4.2.8 | Palung Batu Pasir Berlapisan Silang dengan Batu Lumpur | 75 |
| 4.2.9 | Batu Pasir Nipis dengan Lapisan Silang <i>Hummocky</i> | 82 |
| 4.2.10 | Batuan Heterolitik (Fasies SSE) | 87 |
| 4.2.11 | Selang Lapis Laminasi Halus Batu Lumpur dan Batu Pasir | 93 |
| 4.3 | Analisis Fasies Formasi Sandakan | 96 |
| 4.3.1 | Sekutuan Fasies I: Pesisir Belakang | 96 |
| 4.3.2 | Sekutuan Fasies II: Pesisir Hadapan | 98 |
| 4.3.3 | Sekutuan Fasies III: Muka Pesisir | 99 |
| 4.3.4 | Sekutuan Fasies IV: Pelantar Dalam | 101 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.3.5 | Taburan Fasies Formasi Sandakan | 103 |
| 4.4 | Model Sekitaran Endapan | 109 |
| 4.4.1 | Pesisir Belakang | 109 |
| 4.4.2 | Pesisir Hadapan | 111 |
| 4.4.3 | Muka Pesisir | 115 |
| | a. Muka pesisir atas | 115 |
| | b. Muka pesisir tengah | 116 |
| | c. Muka pesisir bawah | 117 |
| 4.4.4 | Pelantar Dalam | 120 |
| 4.4.5 | Model Sekitaran Pengendapan Formasi Sandakan | 121 |

BAB 5: DIAGENESIS BATU PASIR FORMASI SANDAKAN

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.1 | Pengenalan | 128 |
| 5.2 | Mineralogi Batu Pasir Formasi Sandakan | 129 |
| 5.2.1 | Mineral Gersik | 129 |
| 5.2.2 | Mineral Aksesori, Simen dan Matriks | 136 |
| 5.3 | Diagenesis Batu Pasir Formasi Sandakan | 141 |
| 5.3.1 | Mineral Diagenetik | 141 |
| | a. Ferum Oksida | 142 |
| | b. Kalsit | 142 |
| | c. Kaolinit | 142 |
| | d. Illit-smektit | 143 |
| | e. Kuarza | 144 |
| 5.3.2 | Paragenesis Formasi Sandakan | 144 |
| | a. Eodiagenesis | 145 |
| | b. Mesodiagenesis | 147 |
| | c. Telodiagenesis | 152 |
| 5.3.3 | Evolusi Proses Diagenesis | 153 |
| 5.3.4 | Penilaian dan Potensi Reservoir Formasi Sandakan | 155 |
| 5.4 | Provenans Batu Pasir Formasi Sandakan | 157 |

BAB 6: PERBICANGAN DAN KESIMPULAN

| | | |
|-----|--|-----|
| 6.1 | Sekitaran Endapan Formasi Sandakan | 161 |
| 6.2 | Diagenesis dan Provenans Batuan Formasi Sandakan | 164 |
| 6.3 | Kesimpulan | 164 |

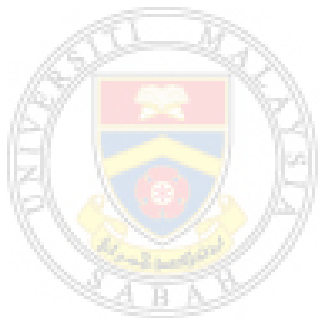
| | |
|-----------------|-----|
| RUJUKAN | 166 |
| GLOSARI | 176 |
| LAMPIRAN | 179 |



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

| | Halaman |
|--|---------|
| Jadual 2.1 Ringkasan peristiwa tektonik major Sabah | 14 |
| Jadual 3.1 Parameter analisis modal Gazzi-Dickinson | 40 |
| Jadual 4.1 Ringkasan kesatuan fasies utama yang membentuk sekitaran endapan Formasi Sandakan | 112 |
| Jadual 4.2 Ringkasan mekanisme tindakan ombak, pengaruh arus ke atas struktur dan sekitaran pengendapan kawasan pesisiran pantai dalam system pulau penghadang | 119 |
| Jadual 5.1 Taburan analisis modal mineral dalam batu pasir Formasi Sandakan | 135 |



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

| | Halaman | |
|-----------|--|----|
| Rajah 1.1 | Peta dasar kawasan kajian yang terletak di semenanjung Sandakan | 3 |
| Rajah 1.2 | Aktiviti pembinaan bangunan yang dilakukan di Jalan Leila, Lokaliti JLE (a) dan lokaliti S2JBS (b) | 6 |
| Rajah 1.3 | Banjir di lokaliti S4SBG (a) dan lokaliti SIJBS (b).Tanah Runtuh di lokaliti S1JLE (c) | 7 |
| Rajah 1.4 | Taburan hujan tahunan Sandakan pada tahun 2005-2010 | 7 |
| Rajah 2.1 | Kedudukan keping tektonik Borneo di Asia Tenggara | 11 |
| Rajah 2.2 | Peta Geologi Sabah | 12 |
| Rajah 2.3 | Litostratigrafi di kawasan Sabah timur | 18 |
| Rajah 2.4 | Singkapan tuf berselang lapis dengan batu lumpur (a) Tuf segar dan (b) Tuf terluluhawa | 20 |
| Rajah 2.5 | (a) Jujukan tuf adalah mengkasar ke atas (b) Runtuhan singkapan tufit beramalgamasi | 20 |
| Rajah 2.6 | Peta Geologi semenanjung Sandakan | 22 |
| Rajah 2.7 | Rajah ros lineamen positif Formasi Sandakan | 23 |
| Rajah 2.8 | Rajah ros lineamen negatif Formasi Sandakan | 24 |
| Rajah 2.9 | Analisis jalur phi lapisan Formasi Sandakan | 25 |
| Rajah 3.1 | Carta alir metodologi kajian | 27 |
| Rajah 3.2 | Litolog yang digunakan di lapangan | 28 |
| Rajah 3.3 | Carta alir fasies | 30 |
| Rajah 3.4 | Pola Taburan arus kuno. (a) unimodal; (b) bimodal; (c) serong dan (d) polimodal | 33 |
| Rajah 3.5 | Pengelasan batu pasir QRF | 34 |
| Rajah 3.6 | Pembentukan linear dalam lapisan termiring | 35 |
| Rajah 3.7 | Pembetulan arah titik kutub arus kuno dalam lapisan silang | 36 |

| | | |
|------------|---|----|
| Rajah 3.8 | Rajah ternari QFL | 41 |
| Rajah 3.9 | Rajah ternari QmFLt | 41 |
| Rajah 4.1 | Lokaliti persampelan dan litolog di sepanjang jalan utama di semenanjung Sandakan | 43 |
| Rajah 4.2 | Singkapan batu lumpur kaya fosil tumbuhan berkayu di lokaliti JBO | 45 |
| Rajah 4.3 | Singkapan Fasies LMK | 47 |
| Rajah 4.4 | Litolog JLE-JBO | 48 |
| Rajah 4.5 | Singkapan batu lumpur tebal kaya fosil moluska | 50 |
| Rajah 4.6 | Litolog JLE-JBO | 52 |
| Rajah 4.7 | Litolog JLE-JBO | 54 |
| Rajah 4.8 | Nodul siderit pada dasar batu lumpur tebal | 55 |
| Rajah 4.9 | Litolog JJC | 57 |
| Rajah 4.10 | Singkapan batu pasir tebal Fasies SSX | 59 |
| Rajah 4.11 | Batu pasir tebal membaji dengan permukaan berlumpur dan beriak | 59 |
| Rajah 4.12 | Litolog kawasan JLE-JBO | 62 |
| Rajah 4.13 | Kesan korekan menegak Skolithos pada lapisan batu lumpur dan batu pasir pada lokaliti HBV | 63 |
| Rajah 4.14 | (a-b) batu pasir Fasies SSB dengan singkapan muka riak | 63 |
| Rajah 4.15 | Struktur sedimen Fasies SSB | 64 |
| Rajah 4.16 | Litolog JMU | 66 |
| Rajah 4.17 | Laminasi silang riak pada lapisan selang lapis batu pasir dan batu lumpur | 67 |
| Rajah 4.18 | Lapisan silang <i>swaley</i> dalam lapisan batu pasir tebal di Pulau Berhala | 69 |
| Rajah 4.19 | Permatang curam unit batu pasir tebal. Singkapan di lokaliti Jalan Lintas Sibuga | 69 |
| Rajah 4.20 | Tinggalan struktur lapisan silang <i>swaley</i> pada Fasies SSW | 70 |

| | | |
|------------|---|----|
| Rajah 4.21 | Struktur lapisan silang palung pada batu pasir Fasies SSP (a) dan Sempadan ketara Fasies SSW-SSP (c) | 70 |
| Rajah 4.22 | Kesan surihan korekan menegak dan mendatar Ophiomorpha | 71 |
| Rajah 4.23 | Fosil surihan (a) Gyrolithes dan (b) Thalassinoides pada Fasies SSW | 72 |
| Rajah 4.24 | (a) Tinggalan cangkerang Bivalvia dan (b) sempadan Fasies SSW-SSP | 72 |
| Rajah 4.25 | Muka riak pada permukaan batu pasir tebal Fasies SSW | 74 |
| Rajah 4.26 | Litolog SI/JCE | 74 |
| Rajah 4.27 | Palung batu pasir beramalgam dari lokaliti S3/JJC | 76 |
| Rajah 4.28 | Lapisan silang palung batu pasir dari lokaliti HBV | 76 |
| Rajah 4.29 | Sempadan Fasies SSP dan LMC pada lokaliti S2/JJC | 77 |
| Rajah 4.30 | Kesan surihan Diplocraterion pada lapisan batu pasir berlapis silang palung (TCS) | 78 |
| Rajah 4.31 | Batu pasir Fasies SSP | 78 |
| Rajah 4.32 | Kesan surihan Diplocraterion (a), Skolithos dan Ophiomorpha (b-c) serta lapisan pecahan cangkerang (d) pada bahagian atas batu pasir Fasies SSP (a-b) dan SGM (c-d) | 80 |
| Rajah 4.33 | Litolog S2/JC3 | 81 |
| Rajah 4.34 | Singkapan Fasies SSH pada lokaliti SEG | 83 |
| Rajah 4.35 | Lapisan silang <i>hummocky</i> dalam unit batu pasir Fasies SSH | 85 |
| Rajah 4.36 | Lapisan silang <i>hummocky</i> berskala mikro pada palung kecil | 85 |
| Rajah 4.37 | Litolog JLU | 86 |
| Rajah 4.38 | Lapisan kekanta klas batu pasir yang terendap antara palung berpasir pada lokaliti S3/SEG | 87 |
| Rajah 4.39 | Lapisan heterolitik yang mengalami hasil kerja semula | 88 |
| Rajah 4.40 | Singkapan Fasies SSE; endapan ribut pesisir hadapan | 90 |
| Rajah 4.41 | Singkapan Fasies SSE; endapan ribut muka pesisir tengah | 90 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Rajah 4.42 | Singkapan Fasies SSE; endapan ribut pesisir atas | 91 |
| Rajah 4.43 | Singkapan lapisan heterolitik | 91 |
| Rajah 4.44 | Litolog JLU | 92 |
| Rajah 4.45 | Lapisan selang lapis nipis batu pasir-batu lumpur kaya Skolithos dengan palung kecil <i>hummock</i> pada lokaliti S7/JLU | 93 |
| Rajah 4.46 | Litolog JLU | 95 |
| Rajah 4.47 | Hubungan genetik fasies dan sekutuan fasies | 102 |
| Rajah 4.48 | Peta litofasies Formasi Sandakan | 103 |
| Rajah 4.49 | Litolog komposit S-1 | 104 |
| Rajah 4.50 | Litolog komposit S-2 | 105 |
| Rajah 4.51 | Litolog komposit S-3 | 106 |
| Rajah 4.52 | Litolog komposit S-4a | 107 |
| Rajah 4.53 | Litolog komposit S-4b | 108 |
| Rajah 4.54 | Jujukan ideal lapisan silang <i>hummocky</i> | 118 |
| Rajah 4.55 | Sistem pengendapan Formasi Sandakan | 123 |
| Rajah 4.56 | Model sekitaran laut cetek Tjia (1987) | 124 |
| Rajah 4.57 | Model paleoarus Formasi Sandakan di semenanjung Sandakan | 125 |
| Rajah 4.58 | Hubungan antara kelajuan ayunan gelombang, kekuatan arus karau dan arus susur pesisir, ampaian sedimen dan pemendapan sedimen | 126 |
| Rajah 4.59 | Litolog komposit Formasi Sandakan | 127 |
| Rajah 5.1 | Pengelasan batu pasir Formasi Sandakan | 130 |
| Rajah 5.2 | Sampel batu pasir dari lokaliti JBO | 131 |
| Rajah 5.3 | Sampel bau pasir Fasies SSB, SSH, SXX, masing-masing dari lokaliti JME, JLU, DAN JBS | 132 |
| Rajah 5.4 | Sampel dari lokaliti SEG | 133 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Rajah 5.5 | Sampel batu pasir kaya dengan serpihan batuan dari bahan vulkanik seperti feldspar dan mika | 134 |
| Rajah 5.6 | Taburan mineral dalam batu pasir muka pesisir tengah lokaliti SGM, dasar Formasi Sandakan | 137 |
| Rajah 5.7 | Batu pasir gumuk pantai pada jujukan bahagian bawah Formasi Sandakan | 138 |
| Rajah 5.8 | Taburan mineral dalam batu pasir muka pesisir atas jujukan atas Formasi Sandakan di lokaliti JME | 139 |
| Rajah 5.9 | Paragenesis Formasi Sandakan berdasarkan kepada kehadiran mineral autigen dalam endapan | 146 |
| Rajah 5.10 | Taburan mineral lempung autigen berdasarkan kepada kedalaman jujukan Formasi Sandakan | 148 |
| Rajah 5.11 | Sampel imej SEM batu pasir dari endapan pesisir hadapan | 149 |
| Rajah 5.12 | Imej SEM batu pasir endapan muka pesisir atas | 150 |
| Rajah 5.13 | Rajah ternary QFL menunjukkan provenans batu pasir Formasi Sandakan | 159 |
| Rajah 5.14 | Rajah ternary QmFLt menunjukkan provenans batu pasir Formasi Sandakan | 160 |
| Rajah 6.1 | Perbandingan Jujukan para untuk sekitaran pantai stesen JLU Dan model Van Wagoner (1988) | 163 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Sebuah kajian telah dijalankan di sekitar kawasan semenanjung Sandakan, Sabah. Kajian ini meliputi dua aspek utama, iaitu analisis fasies dan diagenesis batu pasir Formasi Sandakan. Perincian kajian akan diterangkan dalam bab berikutnya. Bab dua memperihalkan sorotan literatur yang pernah dijalankan di sekitar semenanjung Sandakan. Antara kajian yang pernah dijalankan ialah sedimentologi, analisis foraminifera, stratigrafi, tektonik dan beberapa aspek yang saling berkaitan.

Kajian ini merupakan kesinambungan kepada kajian terdahulu dengan memperbaharui data jujukan fasies tempatan, khususnya jujukan Formasi Sandakan. Batuan sedimen yang terdapat di Sabah, khususnya bahagian timur Sabah mempunyai kepelbagaian jenis sekitaran pengendapan dari sekitaran kawasan laut sehingga kawasan daratan serta dipengaruhi oleh aktiviti volkanisme yang tidak terdapat di kawasan barat.

Hal ini memberikan gambaran unik yang berlaku secara tempatan di sekitar timur Sabah yang mana mempunyai nilai geologi yang tersendiri. Pelbagai kajian yang pernah dilakukan di sekitar semenanjung Sandakan memberikan satu gambaran bagaimana proses geologi, terutamanya proses pengendapan sedimen pada sekitaran tertentu berlaku. Kajian ini dijangkakan sekurang-kurangnya dapat menyokong hasil kajian yang pernah dijalankan terdahulu serta memberikan gambaran yang lebih jelas dan tepat mengenai proses pengendapan serta faktor yang mempengaruhi pembentukan Formasi Sandakan pada suatu sistem sekitaran yang dikenal pasti.

Sandakan dipilih sebagai kawasan kajian kerana Sandakan merupakan mempunyai taburan batuan sedimen yang seragam dan jujukan batumannya adalah berbeza berbanding pantai barat Sabah. Perbandingan jujukan batuan boleh

memberikan gambaran baru mengenai taburan dan pembentukan jujukan batuan pada sekitaran yang berbeza, yakni di Sandakan.

1.2 Latar Belakang Kawasan Kajian

Sandakan merupakan salah satu bandar utama yang terletak di bahagian timur Sabah. Kawasan kajian meliputi bahagian bandar utama Sandakan dengan keluasan sekitar 150 kilometer persegi. Lokasi kawasan kajian terletak dalam garis lintang $5^{\circ}50' U$ hingga $5^{\circ}55' U$ dan garis bujur $118^{\circ}00' T$ hingga $118^{\circ}10' T$. Kebanyakan singkapan merupakan hasil potongan bukit hasil daripada pembukaan jalan baru dan juga pembangunan setempat yang pesat. Semenanjung Sandakan dikelilingi oleh Laut Sulu dan beberapa pulau seperti Pulau Berhala, Pulau Nunuyan Darat, Pulau Nunuyan Laut (Rajah 1.1) dan Pulau Timbang.

Kawasan kajian terdiri daripada kawasan perbukitan, pesisir pantai, kawasan landai dan kepulauan di sekitar perairan Laut Sulu yang bersempadan dengan Filipina pada bahagian timur dan utara semenanjung Sandakan. Kawasan perbukitan yang berarah timurlaut-baratdaya tersusun di sepanjang semenanjung Sandakan. Kawasan landai terletak di bahagian utara dan barat semenanjung. Sistem sungai utama membentuk pola selari baratlaut-tenggara dan pola minor merupakan jenis menjejari (Rajah 1.1).

1.3 Objektif Kajian

Terdapat tiga aspek utama yang diberi tumpuan dan menjadi objektif kepada kajian ini, iaitu analisis fasies, model sekitaran endapan kuno dan penentuan diagenesis batuan Formasi Sandakan. Tujuan kajian ini adalah untuk membuat penilaian terhadap jujukan fasies yang terbentuk dalam Formasi Sandakan. Selain itu kajian ini memperbaiki model sekitaran pengendapan yang sedia ada berdasarkan kepada standard parameter yang digunakan. Penilaian diagenesis dan asalan batuan Formasi Sandakan ditentukan untuk melihat tahap kematangan Formasi Sandakan berdasarkan kepada hasil analisis fasies dan kaitan antara stratigrafi dan tektonik rantau. Berikut merupakan ringkasan objektif kajian:

- (1) Penentuan unit batuan, fasies dan asosiasi fasies.
- (2) Pembinaan model sekitaran endapan.
- (3) Menentukan diagenesis batu pasir Formasi Sandakan.



Rajah 1.1: Peta dasar kawasan kajian yang terletak di semenanjung Sandakan.

Sumber: JUPEM (2002)

Penentuan dan pencirian fasies dilakukan untuk membina satu jujukan lengkap secara menegak dan mendatar fasies yang terdapat dalam Formasi Sandakan. Selain itu, taburan setiap fasies dikenal pasti untuk menentukan sebaran dan kitaran fasies yang terbentuk dalam jujukan Formasi Sandakan.

Pembinaan model sekitaran kuno ditentukan berdasarkan kepada asosiasi fasies hasil pencirian fasies. Model sekitaran kuno disokong oleh jujukan menegak

fasies. Pembinaan model sekitaran kuno membantu untuk menggambarkan sekitaran pengendapan secara ilustrasi dan menonjolkan sebaran dan taburan fasies dengan lebih jelas.

Diagenesis batu pasir ditentukan berdasarkan kepada jujukan batuan secara menegak. Maklumat diagenesis membantu untuk penilaian kematangan batu pasir. Selain itu, pembentukan mineral autigenik hasil daripada proses diagenesis dapat digunakan untuk menentukan kesan fizikal dan kimia diagenesis terhadap butiran gersik dalam batu pasir.

1.4 Skop dan Hasil Kajian

Skop kajian ini meliputi dua bidang utama iaitu analisis fasies dan pembinaan model sekitaran endapan Formasi Sandakan. Hasil dapatan kajian akan membentuk sebuah model sekitaran pengendapan dengan sokongan data analisis fasies batuan dengan terperinci. Penilaian dari aspek analisis fasies diharapkan dapat memperbaiki tafsiran fasies dan khususnya, litostratigrafi kawasan Sandakan. Hasil kajian dijangkakan dapat membina sebuah model lembangan Neogen Formasi Sandakan berdasarkan kepada analisis fasies Formasi Sandakan. Selain itu tahap kematangan batu pasir Formasi Sandakan dapat ditentukan dengan melihat perubahan kimia dan fizikal butiran gersik mineral yang terdapat dalam batu pasir. Perubahan tersebut memberi kesan kepada keliangan dan ketelapan batu pasir, seterusnya memberi kesan terhadap tahap kualiti potensi reservoir secara relatif.

1.5 Limitasi Kajian

Beberapa limitasi telah dikenal pasti dalam kajian yang telah dijalankan. Faktor cuaca dan pembangunan (Rajah 1.2a dan b) merupakan dua aspek utama yang menjadikan kajian terhad. Kejadian banjir dan tanah runtuh (Rajah 1.3a, b dan c) kerap berlaku menyebabkan kesukaran untuk melakukan kerja lapangan pada waktu tersebut kerana dipengaruhi oleh taburan hujan yang maksimum pada awal tahun (Rajah 1.4). Aktiviti pembangunan yang pesat di bahagian kawasan bandar Sandakan dan bandar-bandar baru yang dibuka menyebabkan singkapan ditutup untuk tujuan penstabilan cerun bukit dan kerja-kerja perparitan. Oleh itu kajian ini kekurangan data jujukan fasies pada bahagian tengah bandar Sandakan.

Selain itu tiada standard tetap yang diselaraskan secara rasmi untuk pengelasan fasies bagi menentukan jujukan fasies dan penafsiran lengkap mengenai sekitaran pengendapan. Oleh itu, antara standard yang diguna pakai diperkenalkan oleh SEPM (2012) serta beberapa rujukan terkini mengenai sedimentologi batuan klastik, khususnya.

1.6 Kepentingan Kajian

Kajian ini diharapkan dapat memperkenalkan satu sistem yang boleh diguna pakai untuk kajian penilaian fasies, khususnya dalam penafsiran fasies sekitaran pesisir pantai. Selain itu, tafsiran fasies ini dapat dijadikan sebagai medium kepada ahli sedimentologi tempatan untuk membuat kajian mengenai fasies dengan lebih meluas terutamanya untuk endapan pesisir pantai Sabah, secara khususnya.

1.7 Rangka Kajian

Bab Satu menerangkan pengenalan kepada kajian yang meliputi skop kajian, objektif, limitasi dan hasil jangkaan seperti yang telah diterangkan. Ini membantu member penerangan secara ringkas mengenai kajian yang telah dijalankan dan memberikan gambaran awal mengenai kajian dan hasil dapatan kajian yang akan diperincikan dalam bab – bab seterusnya.

Terdapat dua aspek yang dibincangkan dalam Bab Dua iaitu aspek sosiologi dan geologi. Aspek sosiologi meliputi geografi dan geomorfologi kawasan. Manakala aspek geologi memperincikan tektonik kawasan dan sekitarnya, geologi am Sabah diikuti oleh geologi kawasan kajian. Turut disertakan juga beberapa kajian yang pernah dibincangkan oleh penyelidik terdahulu dari aspek sedimentologi, penilaian umum fasies, tektonik, paleontologi, potensi reservoir serta beberapa perkara yang berkaitan.

Bab Tiga terdiri daripada kaedah kajian yang dilakukan di lapangan dan analisis yang dilakukan di makmal. Kajian lapangan dan analisis makmal adalah saling berkait dan menyokong kedua – dua jenis data mentah dan data analisis. Kaedah ini dibahagikan kepada dua pembahagian iaitu, penilaian kualitatif dan kuantitatif yang memperincikan pengumpulan dan pemprosesan maklumat secara

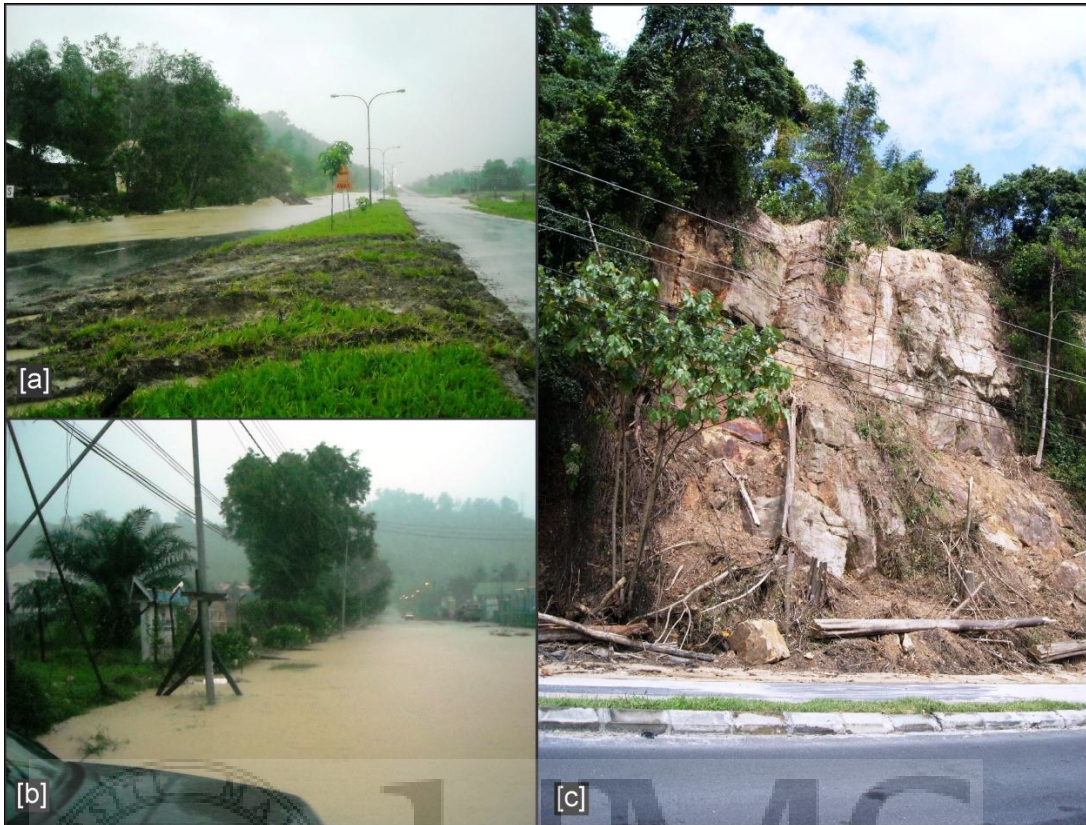
tiga peringkat; (1) Fasa awal kajian yang melibatkan pembinaan kertas kerja penyelidikan, pembinaan peta dasar dan pengumpulan maklumat literatur, (2) Fasa pertengahan kajian: kerja lapangan (pengumpulan data mentah dan persampelan) dan analisis makmal serta (3) Fasa akhir mendokumentasikan hasil penyelidikan.

Bab Empat merupakan hasil analisis fasies melalui data mentah dan makmal. Hasil analisis tersebut digunakan untuk membuat pengelasan fasies. Jujukan para dikenal pasti dan juga pengelasan terperinci fasies dan iknofasies. Korelasi log komposit dibentuk. Jujukan fasies dan asosiasi fasies digabung dalam korelasi log komposit. Penentuan jenis model sistem sekitaran endapan ditentukan berdasarkan kepada asosiasi fasies.

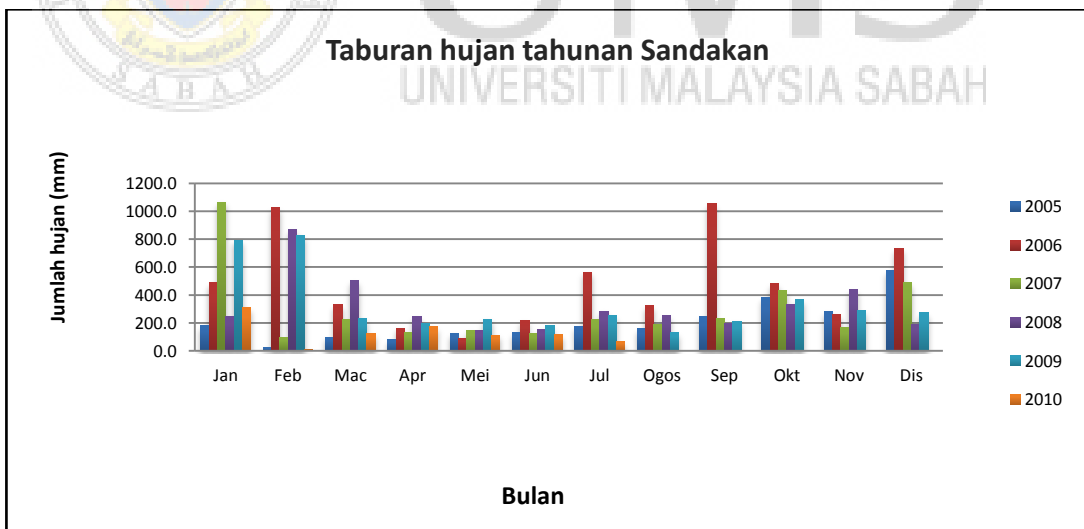
Bab Lima menerangkan mengenai kajian mineralogi, diagenesis dan provenans batu pasir Formasi Sandakan. Kajian ini adalah untuk menyokong model sekitaran endapan Formasi Sandakan. Bab Enam menafsirkan sebaran ataupun maraan fasies secara mengufuk dan perbandingan dengan jujukan menegak (jujukan para). Kesimpulan kepada kajian adalah memberi tafsiran kepada proses dan mekanisme yang terlibat semasa pembentukan Formasi Sandakan pada sekitaran tertentu hasil daripada aktiviti tektonisme dan diagenesis.



Rajah 1.2: Aktiviti pembinaan bangunan yang dilakukan di Jalan Leila, lokaliti JLE (a) dan lokaliti S2JBS (b).



Rajah 1.3: Banjir di lokaliti S4SBG (a) dan lokaliti S1JBS (b). Tanah runtuh di lokaliti S2JLE (c).



Rajah 1.4: Taburan hujan tahunan Sandakan pada tahun 2005 – 2010.
 Sumber: Jabatan Meteorologi Malaysia cawangan Sabah (2010)