

**PETROLOGI KOMPLEKS OFIOLIT TELUK
MARUDU, UTARA SABAH, MALAYSIA**

REZAL BIN RAHMAT



**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2016**

**PETROLOGI KOMPLEKS OFIOLIT TELUK
MARUDU, UTARA SABAH, MALAYSIA**

REZAL BIN RAHMAT

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



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

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2016**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: **PETROLOGI KOMPLEKS OFIOLIT TELUK MARUDU, UTARA SABAH, MALAYSIA**

IJAZAH: **SARJANA SAINS**

Saya **REZAL BIN RAHMAT**, sesi pengajian 2010–2016; mengaku membenarkan tesis sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat 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 Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tanda (/)

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



REZAL BIN RAHMAT
(PS20108228)

Disahkan oleh,

NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(Tandatangan Pustakawan)



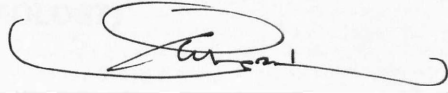
(Prof. Dr. Shariff A. K. Omatg)
Penyelia Utama

Tarikh: 05 September 2016

PENGAKUAN

Saya akui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah dijelaskan dan dinyatakan sumbernya. Sebarang kesamaan yang tidak dinyatakan sumbernya adalah kebetulan semata-mata.

25 April 2015



Rezal Bin Rahmat

PS20108228



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

NAMA : **REZAL BIN RAHMAT**

NO. MATRIK : **PS20108228**

TAJUK : **PETROLOGI KOMPLEKS OFIOLIT TELUK MARUDU,
UTARA SABAH, MALAYSIA**

IJAZAH : **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**

TARIKH VIVA : **12 OGOS 2016**

DISAHKAN OLEH;

1. PENYELIA

Prof. Dr. Shariff A. K. Omang



Tandatangan

Signature

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Dengan nama ALLAH yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Syukur Alhamdulillah segala puji hanya milik ALLAH Subhanahu Wa Taala, Tuhan yang layak disembah, Pencipta seluruh alam semesta kerana atas limpah dan kurnia-Nya serta keizinan-Nya, mampu saya menyelesaikan tesis sarjana ini sehingga ke akhirnya. Dengan nikmat akal yang sihat dan tubuh badan yang sempurna diberikan-Nya, mampulah saya berusaha untuk menghadapi dan menyelesaikan segala kepayahan, kesukaran dan dugaan serta kemusykilan sepanjang perjalanan kajian ini. Diharap kajian saya ini akan membuka lebih banyak ruang untuk perbincangan di masa hadapan. Semoga karya saya yang tidak seberapa ini akan mendapat keberkatan-Nya. Insyaa Allah.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya iaitu Prof. Dr. Shariff A. K. Omang di atas kesudian beliau untuk memberi tunjuk ajar, didikan dan ilmu yang tidak ternilai sepanjang kajian ini dijalankan. Terima kasih juga diucapkan atas sokongan semangat, nasihat, idea-idea serta komen-komen yang bernas dalam usaha meningkatkan kualiti persembahan tesis sarjana saya ini. Tidak dilupakan juga kesabaran, ketabahan dan ketekunan beliau sepanjang perjalanan kajian ini dalam usaha melatih saya menjadi seorang mahasiswa merangkap seorang pengkaji yang berkebolehan untuk berdikari, berkaliber dan berwibawa. Semoga ALLAH merahmati dan memberkati serta membalas kebaikan atas segala usaha dan sokongan beliau.

Setinggi tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih yang tidak terhingga diucapkan kepada Prof. Dr. Azman Abdul Ghani (Universiti Malaya) yang telah banyak membantu dengan menyumbangkan buah fikiran, cadangan, nasihat dan komen-komen yang membina bagi memantapkan lagi kajian saya ini. Tidak dapat dilupakan sokongan dan bantuan yang beliau hulurkan disaat saya menghadapi kesukaran dalam proses menganalisis sampel untuk kajian ini. Tanpa bantuan daripada beliau, tidak mungkin kajian ini dapat di selesaikan. Semoga ALLAH memberkati dan membalas kebaikan atas segala sumbangan dan jasa baik beliau.

Jutaan terima kasih serta penghargaan yang tidak terhingga kepada ke dua ayah dan ibu saya, Rahmat Bin Liman dan Saimah Binti Yusoff, kedua-dua mereka inilah yang telah banyak berkorban untuk saya selama ini. Terima kasih atas sokongan moral, mental dan fizikal serta bantuan kewangan yang telah diberikan selama ini khas untuk saya terus berusaha menyelesaikan kajian ini seterusnya menamatkan pengajian saya. Doa-doa yang ikhlas daripada ayah dan ibu untuk saya juga amat dihargai. Jasa baik dan pengorbanan ayah dan ibu tidak mungkin dapat saya balas. Kepada adik beradik saya, terutamanya abang saya Raizul yang banyak berkorban masa dan tenaga semasa melakukan kajian lapangan dan persampelan untuk kajian ini. Penghargaan khas buat En. Jurin Seboi sekeluarga kerana tanpa keraguan telah menumpangkan saya menginap semasa menjalankan kerja lapangan dalam kajian ini. Begitu juga kepada adik-adik saya Roziawati, Ramdee (Allahyarham), Ramzan, Rozaidin, Raihanizah serta ahli-ahli keluarga yang lain, terima kasih atas sokongan dan doa-doa

yang ditujukan untuk kebaikan dan kejayaan saya. Terima kasih. Semoga ALLAH memberkati, melindungi dan membalas kebaikan diatas sumbangan dan jasa baik yang kalian berikan.

Saya juga ingin menyampaikan setinggi-tinggi penghargaan kepada sahabat-sahabat dan rakan-rakan saya terutamanya khas buat Saudari Roskhairiah Binti Matlong yang telah banyak memberi sokongan, dorongan dan membantu dalam penulisan saya. Tidak dilupakan juga penghargaan buat rakan-rakan seperjuangan saya Mohd. Ali Yusof, Junaidi Asis, Hardiansyah, Muhammad Abdullah, Nur Ismail, Mohd Hafizz Hazmin, Asman Alias, Edwin James, Muzafar, Kumang Astana, Nur Fatinidiana, Fauziah Hanis, Dayang Nor Asyilla, Shareen Meliko dan Hazlinda Ibno. Terima kasih kerana telah membantu, menyokong dan menemani saya sepanjang perjalanan kajian saya. Semoga Allah berkati dan kekalkan persahabatan kita untuk selama-lamanya. Semoga kalian berjaya dunia akhirat.

Kepada semua pensyarah-pensyarah program geologi Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, Prof. Dr. Felix Tongkul, Prof. Dr. Baba Musta, Dr. Ismail Abd Rahim, Dr. Rodeano Roslee, Dr. Zulherry Isnain, En. Sahat Sadikun, Pn. Hennie Fitria dan Pn. Hazerina, terima kasih atas sokongan dan tunjuk ajar selama pengajian saya. Cadangan dan Komen-komen yang bernas serta membina yang diberikan amatlah saya hargai. Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada semua pembantu-pembantu makmal yang banyak memberi sumbangan dan bantuan teknikal terutamanya En. Jalaludin Majalip, En. Sanin Awang, Pn. Arshalina dan En. Alimshah. Terima kasih atas kepercayaan dan membenarkan saya menggunakan makmal tanpa keraguan. Tidak dilupakan juga penghargaan ditujukan kepada pihak pengurusan dan pentadbiran Fakulti Sains dan Sumber Alam kerana telah menyediakan pelbagai kemudahan dan mengurus segala kebajikan sepanjang perjalanan kajian saya. Semoga ALLAH memberkati dan permudahkan segala urusan kalian.

Akhir sekali, setinggi-tinggi penghargaan kepada semua individu-individu dan pihak-pihak lain yang terlibat samada secara langsung atau tidak langsung dalam usaha menjayakan kajian ini. Jasa baik dan sumbangan kalian amatlah dihargai dan akan saya kenang sepanjang hayat saya. Semoga ALLAH memberkati kalian semua. Insyaa Allah.

Rezal Bin Rahmat
(PS20108228)
Febuari 2015

ABSTRAK

Kompleks Ofiolit Teluk Marudu (KOTM) adalah mewakili batuan kerak lautan kuno atau jujukan ofiolit berusia Jurasik hingga Kapur Awal yang tersingkap di sekitar kawasan Kota Marudu–Pitas, utara Sabah. Batuan kerak lautan kuno ini pada asalnya dirujuk sebagai Formasi Cert–Spilit oleh pengkaji–pengkaji terdahulu. Hasil daripada kajian ini mendapati, Kompleks Ofiolit Teluk Marudu ini merupakan suatu jujukan ofiolit yang tidak lengkap (*dismembered*). Jujukan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu terdiri daripada unit ultramafik yang diwakili oleh batuan Peridotit (harzburgit) terserpentin, unit mafik yang diwakili oleh batuan Gabro, unit vulkanik yang diwakili oleh batuan Basalt, unit felsik yang diwakili oleh batuan Diorit kuarza dan sedimen lautan yang terdiri daripada cert, batu lumpur serta batu kapur yang terhad. Analisis geokimia batuan yang dilakukan menunjukkan, unit ultramafik yang diwakili oleh batuan Peridotit terserpentin dicirikan dengan nilai kepekatan unsur SiO_2 antara 36.7%–42.75% dan kandungan unsur MgO, Ni dan Co yang tinggi. Unsur kekuatan bermedan rendah (*LFSE*) seperti Pb, Ba, Rb, Sr, K dan unsur nadir bumi (*REE*) yang sangat rendah menunjukkan ciri–ciri batuan punca atau batuan mantel. Sampel batuan gabro mewakili unit mafik yang mengandungi silika (SiO_2) antara 46.20%–50.34% menunjukkan perbezaan yang jelas dalam julat kepekatan unsur–unsur TiO_2 , K_2O , P_2O_5 , Ba, Rb, Zr, Nb dan unsur nadir bumi ringan (*LREE*). Sampel batuan gabro dari unit mafik GB01 dan GB02 menunjukkan kepekatan unsur–unsur yang lebih rendah berbanding dengan GB03, GB04 dan GB05 yang mana mencadangkan perbezaan batuan punca. Sampel batuan GB03, GB04 dan GB05 yang mengandungi jumlah kandungan alkali yang tinggi mempunyai ciri–ciri geokimia yang sama dengan Basalt Antara Plat (BAP). Unit felsik yang diwakili Diorit kuarza yang mempunyai nilai SiO_2 antara 53.3%–67.5% dicirikan oleh fitur–fitur terbreksi pada batuan dan diklasifikasikan sebagai Trondhjemit–Tonalit berdasarkan nisbah An–Ab–Or, serta menunjukkan ciri–ciri Granit arka vulkanik. Unit vulkanik KOTM diwakili oleh batuan basalt yang hadir sebagai batuan basalt masif dan basalt lava bantal dilapangan. Batuan basalt yang mempunyai nilai SiO_2 antara 47.1%–51.70% dicirikan dengan kelimpahan unsur kekuatan medan rendah (*LFSE*) seperti Cs, Rb, Ba, Sr, K dan unsur nadir bumi ringan (*LREE*), serta penyusutan unsur kekuatan medan tinggi (*HFSE*) seperti Zr, Ti, Y, Nb dalam batuan. Batuan basalt ini berasal dari magma siri tholeitik hingga siri kalk–alkali K–tinggi dan menunjukkan ciri–ciri sekitaran tektonik Permatang Tengah Lautan (PTL) hingga Arka Kepulauan (ARK). Ciri–ciri geokimia batuan basalt Kompleks Ofiolit Teluk Marudu (KOTM) mencadangkan pembentukan kerak lautan pada persekitaran pemuai Permatang Tengah Lautan (PTL) yang dipengaruhi oleh aktiviti peringkat awal zon supra–Subduksi (ZSS) yang dimulai oleh sungkupan antara plat.

ABSTRACT

PETROLOGY OF THE MARUDU BAY OPHIOLITE COMPLEX (MBOC), NORTHERN SABAH, MALAYSIA

The Marudu Bay Ophiolite Complex (MBOC) represent an ancient oceanic crust or ophiolitic rocks aged Jurassic to Early Cretaceous which were exposed in the vicinity of Kota Marudu–Pitas, north of Sabah. The oceanic crust or ophiolitic rocks in the study area was originally referred to as the Chert–Spilite Formation by previous researchers. Field studies and petrographic observations showed, Marudu Bay Ophiolite Complex appears to be an incomplete ophiolite sequence (dismembered). Marudu Bay ophiolite Complex sequence are made up from a sequence of the ultramafic unit represented by serpentinize Peridotite (harzburgite), mafic unit represented by Gabbro, volcanic unit represented by Basalt, felsic unit represented by Quartz Diorite and oceanic sediments consisting chert, mud stone and minor of limestone. Geochemical analysis indicates, ultramafic unit represented by serpentinize Peridotite characterized by the concentration of SiO_2 between 36.7%–42.75% and high concentration of MgO, Ni and Co. Low Field Strengthen Element (LFSE) such as Pb, Ba, Rb, Sr, K and Rare Earth Elements (REE) are very low indicating a characteristics of source rocks or mantle rocks. Samples of Gabbro represent the mafic unit contains silica (SiO_2) between 46.20%–50.34% shows a clear difference in the element concentration range of TiO_2 , K_2O , P_2O_5 , Ba, Rb, Zr, Nb and Light Rare Earth Elements (LREE). Gabbro rocks sample GB01 and GB02 shows concentration of elements that are lower than GB03, GB04 and GB05 which suggests differences of source rocks. GB03, GB04 and GB05 that contains high total alkali contents have the geochemical characteristics similar to Ocean Island Basalt (OIB). Felsic unit represented by Quartz Diorite with the concentration value of SiO_2 between 53.3%–67.5% is characterized by a brecciated features within the rocks and classified as Trondhjemit–Tonalite based on the ratio of An–Ab–Or, and showing a characteristics of volcanic arc granites. MBOC volcanic units represented by basaltic rock was present in the field as massive basaltic rocks and basaltic pillow lava. Basaltic rock with the SiO_2 value between 47.1%–51.70% is characterized by enriched of Low Field Strengthen Elements (Cs, Rb, Ba, Sr, K) and Light Rare Earth Elements (LREE), and depleted of the High Field Strengthen Elements (Zr, Ti, Y, Nb) in the rocks. This basaltic rock were originated from tholeiitic to high–K calc–alkaline magma series and showing the characteristics of Mid Ocean Ridge (MORB)–Island Arc Tholeiitic (IAT) tectonic setting. The rocks geochemical features from Marudu Bay Ophiolite Complex (MBOC) suggested the oceanic crust formed in a Mid–Ocean Ridge (MOR) spreading environment which affected by the early stages of supra-subduction zone (ZSS) initiated by an intra–oceanic thrusting activity.

SENARAI KANDUNGAN

Halaman

| | |
|----------------------------------|------|
| TAJUK | i |
| PENGAKUAN | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | vi |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| SENARAI KANDUNGAN | viii |
| SENARAI JADUAL | xii |
| SENARAI RAJAH | xiii |
| SENARAI FOTO | xxii |
| SENARAI FOTOMIKRO | xxiv |
| SENARAI LAMPIRAN | xxxi |
| | |
| BAB 1: PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar belakang | 1 |
| 1.2 Objektif Kajian | 2 |
| 1.3 Kepentingan Kajian | 2 |
| 1.4 Lokasi kawasan kajian | 3 |
| 1.5 Geografi | 3 |
| 1.5.1 Iklim | 4 |
| 1.5.2 Populasi dan Sosio–ekonomi | 5 |

| | |
|--|----|
| 1.5.3 Topografi | 7 |
| 1.5.4 Sistem Saliran | 8 |
| 1.6 Limitasi Kajian | 12 |
| BAB 2: SOROTAN LITERATUR | 14 |
| 2.1 Pengenalan | 14 |
| 2.2 Tektonik Rantau | 14 |
| 2.3 Stratigrafi kawasan kajian | 25 |
| 2.4 Definisi dan Konsep Ofiolit | 27 |
| 2.5 Ofiolit Sabah | 35 |
| 2.5.1 Taburan | 36 |
| 2.5.3 Jujukan batuan | 36 |
| 2.5.3 Usia | 38 |
| BAB 3: METODOLOGI | 41 |
| 3.1 Pengenalan | 41 |
| 3.2 Kajian Awal | 41 |
| 3.3 Kajian Lapangan | 42 |
| 3.3.1 Persampelan Batuan | 42 |
| 3.4 Analisis Makmal | 43 |
| 3.4.1 Penyediaan Sampel | 43 |
| 3.4.2 Analisis Mineralogi dan Petrografi | 43 |
| 3.4.3 Analisis Geokimia | 44 |
| 3.5 Analisis Data | 45 |



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

| | | |
|----------------------------|---|------------|
| 3.6 | Penulisan | 46 |
| BAB 4: HASIL | | 47 |
| 4.1 | Pengenalan | 47 |
| 4.2 | Cerapan Lapangan dan Petrografi | 47 |
| 4.2.1 | Unit Ultramafik | 47 |
| 4.2.2 | Unit Mafik | 53 |
| 4.2.3 | Unit Vulkanik | 58 |
| 4.2.4 | Unit Felsik | 79 |
| 4.2.5 | Sedimen Lautan | 90 |
| 4.3 | Geokimia Unsur Major | 97 |
| 4.3.1 | Unit Ultramafik | 97 |
| 4.3.2 | Unit Mafik | 100 |
| 4.3.3 | Unit Vulkanik | 102 |
| 4.3.4 | Unit Felsik | 108 |
| 4.4 | Geokimia Unsur Nadir Bumi dan Unsur Surih | 130 |
| 4.4.1 | Unit Ultramafik | 130 |
| 4.4.2 | Unit Mafik | 134 |
| 4.4.3 | Unit Vulkanik | 136 |
| 4.4.4 | Unit Felsik | 142 |
| BAB 5: PERBINCANGAN | | 145 |
| 5.1 | Pengenalan | 145 |
| 5.2 | Kesan proses ubahan sekunder | 145 |

| | |
|---|-----|
| 5.3 Hubungan kepekatan unsur dengan batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 149 |
| 5.4 Petrogenesis Batuan Igneus Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 154 |
| 5.4.1 Petrogenesis batuan unit felsik | 159 |
| 5.4.2 Petrogenesis batuan unit vulkanik | 168 |
| 5.5 Sekitaran Tektonik Magmatik Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 172 |
| 5.6 Model Evolusi Tektonik Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 180 |
| 5.7 Jujukan Batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 186 |
| BAB 6: KESIMPULAN DAN CADANGAN | 189 |
| 6.1 Kesimpulan | 189 |
| 6.2 Cadangan | 191 |
| RUJUKAN | 192 |
| LAMPIRAN A | 218 |
| LAMPIRAN B | 224 |
| LAMPIRAN C | 228 |



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

| | Halaman |
|--|---------|
| Jadual 1.1: Populasi penduduk kawasan Kota Marudu tahun 2000 (Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia, Sabah) | 6 |
| Jadual 1.2: Pekerjaan penduduk kawasan Kota Marudu tahun 2000 mengikut kategori industri (Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia, Sabah) | 7 |
| Jadual 2.1: Usia Kompleks Ofiolit di Sabah berdasarkan pengusahaan fosil dan radiometrik batuan. (Sumber: Huchison, 2005) | 39–40 |
| Jadual 4.1: Modal mineralogi batuan unit mafik KOTM dalam peratus (%) | 54 |
| Jadual 4.2: Modal mineralogi batuan unit felsik KOTM dalam peratus (%) | 83 |
| Jadual 4.3: Hasil analisis geokimia batuan Peridotit terserpentin KOTM | 99 |
| Jadual 4.4: Hasil analisis geokimia batuan Gabro KOTM | 101 |
| Jadual 4.5: Hasil analisis geokimia batuan Basalt KOTM | 104–107 |
| Jadual 4.6: Hasil analisis geokimia batuan Diorit kuarza KOTM | 109 |
| Jadual 5.1: Perbandingan cerapan lapangan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu dengan cerapan Stephen, (1956). Nota: DBOC=Kompleks Ofiolit teluk darvel (<i>Darvel Bay Ophiolite Complex</i>); KOTM=Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 187 |
| Jadual 6.1: Ringkasan ciri-ciri petrologi batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu | 190 |

SEARAI RAJAH

| | Halaman |
|---|---------|
| Rajah 1.1: Lokasi kawasan kajian yang terletak di utara Sabah. | 4 |
| Rajah 1.2: Graf menunjukkan jumlah hujan tahunan di kawasan kajian (2000–2010). (Sumber: Jabatan Metereologi Malaysia). | 5 |
| Rajah 1.3: Peta dasar dan taburan batuan di sekitar kawasan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu (KOTM). (Ubahsuai daripada Stephen, 1956; Wilson, 1961; Gasim <i>et al.</i> , 1993; Muda dan Tongkul, 2008). | 9 |
| Rajah 1.4: Peta ketinggian topografi kawasan kajian | 10 |
| Rajah 1.5: Peta sistem sungai di kawasan kajian. (a) Meander yang terbentuk di kawasan paya. (b) Meander dan Tasik Ladam pada hilir Sg. Bengkoka. | 11 |
| Rajah 2.1: Kedudukan topografi dan arah pergerakan plat–plat utama yang di sempadani oleh sesar–sesar aktif di Asia Tenggara. (Adaptasi daripada Metcalfe, 2013). | 15 |
| Rajah 2.2: Perbandingan model tektonik rantau pada 40 JT, 30 JT dan 20 JT. (a) Model Pelanggaran–Terobosan (<i>Collision–Extrusion Model</i>) yang di ubahsuai daripada Replumaz & Tapponier (2003). (b) Model Subduksi–Perlanggaran (<i>Subduction–Collision Model</i>) yang di ubahsuai daripada Hall (2002). Sumber daripada Cullen <i>et al.</i> (2010). Nota: JT=juta tahun. | 19 |
| Rajah 2.3: Kerangka tektonik Asia Tenggara masa kini (Resen), 0 JT. (Adaptasi daripada Hall, 1996). | 23 |
| Rajah 2.4: Ringkasan Sejarah dan Evolusi Tektonik Sabah, Borneo. (Ubahsuai daripada Hutchison, 2007). | 24 |
| Rajah 2.5: Ringkasan jujukan stratigrafi kawasan kajian di utara Sabah. (A.) Dicerap di sekitar kawasan Semenanjung Kudat dan (b.) Dicerap di sekitar kawasan Semenanjung Bengkoka. (Adaptasi daripada Sanudin & Baba, 2007). | 26 |

| | | |
|------------|--|----|
| Rajah 2.6: | Litologi dan ketebalan tipikal jujukan Ofiolit, berdasarkan Ofiolit Semail, Oman. (Ubahsuai daripada Winter, 2010). | 28 |
| Rajah 2.7: | Model penempatan (<i>emplacement</i>) ofiolit, (A–D) obduksi (<i>obduction</i>) dan (E–H) pengangkatan akresi (<i>accretionary uplift</i>). (Ubahsuai daripada Metcalfe & Shervais, 2008). | 31 |
| Rajah 2.8: | Taburan Kompleks Ofiolit Sabah. KOTD=Kompleks Ofiolit Teluk Darvel, KOK=Kompleks Ofiolit Kudat, KOTM=Kompleks Ofiolit Teluk Marudu. (Ubahsuai daripada Tjia, 1988 dan Basir, 1991). | 37 |
| Rajah 2.9: | Jujukan Ofiolit Sabah di kawasan Ranau–Telupid (Kadderi & Ibrahim, 1989), Teluk Darvel, Lahad Datu (Shariff <i>et al.</i> , 1992 dan Shariff, 1993) dan Kudat (Shariff <i>et al.</i> , 1994). | 38 |
| Rajah 3.1: | Carta alir menunjukkan peringkat–peringkat yang dilalui sepanjang kajian di jalankan. | 41 |
| Rajah 4.1: | Plot diagram harler unsur MgO, TiO ₂ , Al ₂ O ₃ +CaO dan CaO/Al ₂ O ₃ melawan Al ₂ O ₃ unit ultramafik KOTM dan batuan peridotit kawasan lain. Data yang diplot bersama termasuklah Purata 16 Harzburgit dan 32 Lherzolit Ofiolit Dinaridic (Bazylev <i>et al.</i> , 2009); Purata 8 Harzburgit dan 9 Lherzolit Ofiolit Oman Utara (Takazawa <i>et al.</i> , 2003); Purata 8 Harzburgit dan 12 Lherzolit Horoman, Hokkaido, Jepun (Takazawa <i>et al.</i> , 2000); Purata 17 Lherzolit Hannuoba, China (Rudnick <i>et al.</i> , 2004) Purata 21 Lherzolit Kompleks Ofiolit Manipur (Singh, 2013); Purata 3 Lherzolit terserpentin Ofiolit Halmahera (Ballantyne, 1990, 1991, 1992); Purata 4 Lherzolit terserpentin Ofiolit Ballamtrae (Jelinek <i>et al.</i> , 1984); Purata 9 Lherzolit bebas plagioklas (<i>plagioclase-free</i>), Liguria (Ernst & Piccardo, 1979); Komposisi mantel atas asli (<i>undepleted upper mantle</i>) (Harris <i>et al.</i> , 1967); Purata 21 Harzburgit arka hadapan Izu–Bonin–Mariana (Parkinson & Pearce, 1998); Purata 11 Harzburgit Ofiolit Zhongba (Dai <i>et al.</i> , 2011); Purata 4 Harzburgit terserpentin Ofiolit Halmahera (Ballantyne, 1990); Harzburgit segar (<i>Fresh harzburgite</i>), Oman (Lippard <i>et al.</i> , 1986); Purata 8 Harzburgit Ofiolit Troodos (Menzies & Allen, 1974); Purata 4 Harzburgit Ofiolit Papua Harzburgite (Jaques & Chapell, 1980); Peridotit Jurang Tonga, (Fisher & Engel, 1969); Harzburgit terserpentin jurang Mariana (Bloomer & | 98 |

Hawkins, 1983); Purata 16 Serpentin di dasar lautan dan arka hadapan (Kodolányi, 2012) dan Purata 3 Harzburgit Kompleks Ophiolit Teluk Darvel (Shariff, 1993 & 1995).

| | | |
|-------------|---|---------|
| Rajah 4.2: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram SiO ₂ melawan jumlah alkali, Na ₂ O+K ₂ O (Cox <i>et al.</i> 1979). | 100 |
| Rajah 4.3: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram SiO ₂ melawan jumlah alkali, Na ₂ O+K ₂ O (Le Bas <i>et al.</i> , 1986). | 103 |
| Rajah 4.4: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram Nb/Y–Zr/Ti (Pearce, 1996). | 103 |
| Rajah 4.5: | Plot sampel batuan unit felsik KOTM diagram segitiga Ab–An–Or (O'Connor, 1965). | 108 |
| Rajah 4.6: | Plot diagram Harker SiO ₂ melawan unsur oksida major bagi sampel batuan KOTM. | 110–111 |
| Rajah 4.7: | Plot diagram Harker MgO melawan unsur oksida major bagi sampel batuan KOTM. | 112–113 |
| Rajah 4.8: | Plot diagram Harker TiO ₂ melawan unsur oksida major bagi sampel batuan KOTM. Nota: ARKA/IA=Tholeit Arka Kepulauan/Island Arc Tholeiit (TiO ₂ <1%), PTL/MORB=Basalt Permatang Tengah Lautan/Mid Ocean Ridge Basalt (TiO ₂ =1%–2%) dan BAP/WP=Basalt Antara Plat/Within Plate Basalt (TiO ₂ >2%). | 114–115 |
| Rajah 4.9: | Plot diagram Harker Zr melawan unsur oksida major bagi sampel batuan KOTM. | 116–117 |
| Rajah 4.10: | Plot diagram Harker SiO ₂ melawan unsur surih bagi sampel batuan KOTM. | 118–119 |
| Rajah 4.11: | Plot diagram Harker MgO melawan unsur surih bagi sampel batuan KOTM. | 120–121 |
| Rajah 4.12: | Plot diagram Harker TiO ₂ melawan unsur surih bagi sampel batuan KOTM. Nota: ARKA/IA=Tholeit Arka Kepulauan/Island Arc Tholeiit (TiO ₂ <1%), PTL/MORB=Basalt Permatang Tengah Lautan/Mid Ocean Ridge Basalt (TiO ₂ =1%–2%) dan BAP/WP=Basalt Antara Plat/Within Plate Basalt (TiO ₂ >2%). | 122–123 |

| | | |
|-------------|---|---------|
| Rajah 4.13: | Plot diagram Harker Zr melawan unsur surih bagi sampel batuan KOTM. | 124–125 |
| Rajah 4.14: | Plot diagram Harker SiO ₂ melawan unsur nadir bumi bagi sampel batuan KOTM. | 126 |
| Rajah 4.15: | Plot diagram Harker MgO melawan unsur nadir bumi bagi sampel batuan KOTM. | 127 |
| Rajah 4.16: | Plot diagram Harker TiO ₂ melawan unsur nadir bumi bagi sampel batuan KOTM. Nota: ARKA/IA=Tholeit Arka Kepulauan/ <i>Island Arc Tholeiit</i> (TiO ₂ <1%), PTL/MORB=Basalt Permatang Tengah Lautan/ <i>Mid Ocean Ridge Basalt</i> (TiO ₂ =1%–2%) dan BAP/WP=Basalt Antara Plat/ <i>Within Plate Basalt</i> (TiO ₂ >2%). | 128 |
| Rajah 4.17: | Plot diagram Harker Zr melawan unsur nadir bumi bagi sampel batuan KOTM. | 129 |
| Rajah 4.18: | Plot diagram unsur nadir bumi bagi batuan unit ultramafik (peridotit terserpentin) KOTM yang dinormalkan dengan nilai kondrit (Sun & McDonough, 1989). Sumber data: Andean Arc (Conceicao <i>et al.</i> , 2005); Aeolian Arc (Laiolo & Cigolini, 2006); Kurile Arc (Takazawa <i>et al.</i> , 2000); Izu–Bonin Arc (Parkinson & Pearce, 1998); Bismarck Arc (Gregoire <i>et al.</i> , 2001). | 131 |
| Rajah 4.19: | Plot diagram labah–labah unsur–unsur terpilih bagi batuan unit ultramafik (peridotit terserpentin) KOTM yang dinormalkan dengan nilai mantel primitif (Sun dan McDonough, 1989). Sumber data: Andean Arc (Conceicao <i>et al.</i> , 2005); Aeolian Arc (Laiolo & Cigolini, 2006); Kurile Arc (Takazawa <i>et al.</i> , 2000); Izu–Bonin Arc (Parkinson & Pearce, 1998); Bismarck Arc (Gregoire <i>et al.</i> , 2001). | 132 |
| Rajah 4.20: | Plot diagram unsur nadir bumi bagi batuan unit ultramafik (peridotit terserpentin) KOTM yang dinormalkan dengan nilai kondrit (Sun dan McDonough, 1989). | 133 |
| Rajah 4.21: | Plot diagram labah–labah unsur–unsur terpilih bagi batuan unit ultramafik (peridotit terserpentin) KOTM yang dinormalkan dengan nilai mantel primitif (Sun dan McDonough, 1989). | 134 |
| Rajah 4.22: | Plot diagram unsur nadir bumi bagi batuan unit mafik (gabro) KOTM yang dinormalkan dengan nilai kondrit | 135 |

(Sun & McDonough, 1989). Sumber data N-MORB, E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989).

- Rajah 4.23: Plot diagram labah-labah unsur-unsur terpilih bagi batuan unit mafik (gabro) KOTM yang dinormalkan dengan nilai N-MORB (Sun dan McDonough, 1989). Sumber data E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 136
- Rajah 4.24: Plot diagram unsur nadir bumi bagi batuan unit vulkanik (basalt) KOTM yang dinormalkan dengan nilai kondrit (Sun & McDonough, 1989). Sumber data N-MORB, E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 139
- Rajah 4.25: Plot diagram labah-labah unsur-unsur terpilih bagi batuan unit vulkanik (basalt) KOTM yang dinormalkan dengan nilai N-MORB (Sun dan McDonough, 1989). Sumber data E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 140
- Rajah 4.26: Plot diagram labah-labah unsur-unsur terpilih bagi batuan unit vulkanik (basalt) KOTM yang dinormalkan dengan nilai kondrit (Sun & McDonough, 1989). Sumber data N-MORB, E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 141
- Rajah 4.27: Plot diagram unsur nadir bumi bagi batuan unit felsik KOTM yang dinormalkan dengan nilai kondrit (Sun & McDonough, 1989). Sumber data N-MORB, E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 142
- Rajah 4.28: Plot diagram labah-labah unsur-unsur terpilih bagi batuan unit felsik KOTM yang dinormalkan dengan nilai N-MORB (Sun dan McDonough, 1989). Sumber data E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 143
- Rajah 4.29: Plot diagram labah-labah unsur-unsur terpilih bagi batuan unit felsik KOTM yang dinormalkan dengan nilai ORG (Pearce *et al.*, 1984). Sumber data N-MORB, E-MORB dan OIB daripada Sun & McDonough (1989). 144
- Rajah 5.1: Plot sampel batuan KOTM pada diagram unsur K melawan unsur Rb menunjukkan corak/trend pengkayaan unsur melalui proses ubahan dasar laut (*seafloor alteration*) dan proses metamorfik (Bebout, 2007). 149

| | | |
|-------------|--|---------|
| Rajah 5.2: | Plot trend/corak taburan unsur dalam unit batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu. (A–J) unsur oksida major. (H–I) unsur serasi. | 150–151 |
| Rajah 5.3: | Plot trend/corak taburan unsur tak serasi dalam unit batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu. (a–d) unsur litofil ion besar (<i>LILE</i>) dan (e–h) unsur medan tinggi (<i>HFSE</i>). | 152 |
| Rajah 5.4: | Plot trend/corak taburan unsur nadir bumi (<i>REE</i>) dalam unit batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu. (A–E) unsur nadir bumi ringan (<i>LREE</i>) dan (F–H) unsur nadir bumi berat (<i>HREE</i>). | 153 |
| Rajah 5.5: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram SiO ₂ melawan K ₂ O (Peccerillo & Taylor, 1976). | 154 |
| Rajah 5.6: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram Co melawan Th (Hastie <i>et al.</i> , 2007). | 155 |
| Rajah 5.7: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram Nd melawan Nd/Ce (Pearce, 1980) menunjukkan trend proses penghabluran berperingkat dan leburan separa. | 156 |
| Rajah 5.8: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram Ti melawan Al ₂ O ₃ /TiO ₂ (Pearce & flower, 1977) bagi sampel batuan KOTM menunjukkan corak/trend yang selari dengan vektor Cpx:Plg. (Nota: Plg=plagioklas; Cpx=clinopiroksen). | 157 |
| Rajah 5.9: | Plot sampel batuan KOTM pada diagram Zr melawan Th/Nb. Trend vektor menunjukkan peningkatan FC=Penghabluran berperingkat (<i>Fractional Crystallization</i>); AFC=Asimilasi–Penghabluran berperingkat (<i>Assimilation–Fractional Crystallization</i>) dan BA=Asimilasi Pukal (<i>Bulk Assimilation</i>). | 158 |
| Rajah 5.10: | Plot sampel unit felsik KOTM pada diagram SiO ₂ melawan TiO ₂ (Koepeke <i>et al.</i> , 2007) yang menunjukkan perbandingan antara a). Leburan hasil eksperimen dan b) Plagiogranit lautan semulajadi. Kawasan garis putus–putus mewakili kaca MORB kaya–SiO ₂ bagi MOR (biru) dan BAB (merah). Nota: OX=cecair magma baki hasil daripada diferensiasi MORB–hidros dibawah keadaan pengoksidaan tinggi (<i>highly oxidizing condition</i>); TH=cecair magma baki hasil daripada diferensiasi dalam sistem Tholeiitik dibawah keadaan penurunan (<i>reducing conditions</i>); | 163 |

IM=cecair magma takbolehcampur kaya-SiO₂ (*immiscible SiO₂-rich liquids*) eksperimental; HPM=cecair magma hasil daripada leburan separa hidros (*hydrous partial melting*) batuan gabro. MOR=Permatang tengah lautan (MORB) resen; OPHI=ofiolit; ANA=terbentuk hasil anteksis batuan gabroik.

- Rajah 5.11: Plot sampel unit felsik KOTM pada diagram segitiga TiO₂-SiO₂/50-K₂O (France *et al.*, 2010), dibanding dengan cecair magma kaya-SiO₂ hasil eksperimen dan sampel plagiogranit dari lapangan. 165
- Rajah 5.12: Plot sampel unit felsik KOTM pada diagram SiO₂ melawan La (Brophy, 2009). 166
- Rajah 5.13: Gambaran keadaan pembentukan plagiogranit berhampiran transisi daik-gabro didalam zon magmatik pemuai dasar lautan (adaptasi daripada Grimes *et al.*, 2013). (A.) Keratan rentas menunjukkan struktur kerak lautan semasa pemuai. (B.) Gambaran dekat sempadan lapisan antara lensa leburan (*melt lens*) aktif dan kompleks daik. Ilustrasi menunjukkan injeksi pembentukan daik pada kerak dan pergerakan bendalir hidrotermal kebawah menuju zon dasar kompleks daik. Migrasi keatas lensa leburan (*melt lens*) menjurus kepada pemanasan semula (*reheating*) dan penghabluran pada dasar daik kompleks membentuk tekstur granoblastik. Leburan separa hidros (*hydrous partial melting*) berlaku pada zon dasar kompleks daik kesan dari intrusi bendalir hidrotermal (Nicolas *et al.*, 2008). (C.) Semasa migrasi keatas sempadan lensa leburan (*melt lens*), berlaku interaksi antara lensa leburan dan batuan daik menghasilkan cairan magma kaya silika (*silicic melt*) menerusi leburan separa hidros (*hydrous partial melting*). Cairan kaya silika ini kemudiannya akan menerobos (putih) pada dasar kompleks daik sebagai plagiogranit atau terasimilasi menjadi xenolith bersama sama blok batuan dinding lain (tekstur granoblastik) ataupun terlebur semula menjurus kepada kontaminasi magma MORB. 167
- Rajah 5.14: Diagram TiO₂ melawan CaO/TiO₂ (a) dan TiO₂ melawan Al₂O₃/TiO₂ (b) bagi batuan basalt yang berbeza (Sun & Nesbitt, 1978). Nisbah kondrit (Garis putus-putus) dirujuk daripada Hickey & Frey (1982) dan Dostal *et al.* (1991). (Nota: MAR=Mid Atlantic Ridge, EPR=East Pacific Rise, SSI=South Sandwich 169

Islands, DBOC=*Darvel Bay Ophiolite Complex*, STPK=*Archaean spinifex textured peridotitic komatiites*, HMB=*high-Mg basalts*, Pa=*Papua*; M=*Mariana Trench*, B=*Betts Cove*, P=*model pyrolite*).
 Nota: ARKA/IA=*Tholeit Arka Kepulauan/Island Arc Tholeiit* ($\text{TiO}_2 < 1\%$), PTL/MORB=*Basalt Permatang Tengah Lautan/Mid Ocean Ridge Basalt* ($\text{TiO}_2 = 1\% - 2\%$) dan BAP/WPB=*Basalt Antara Plat/Within Plate Basalt* ($\text{TiO}_2 > 2\%$).

- Rajah 5.15: Diagram Nb/Yb melawan Th/Yb bagi batuan igneus KOTM menunjukkan ciri-ciri basalt lautan (*oceanic basalts*). Plot OIB, N-MORB and E-MORB dari Sun and McDonough (1989). 171
- Rajah 5.16: Diagram Nb/Yb melawan TiO_2/Yb bagi batuan igneus KOTM. Plot OIB, N-MORB and E-MORB dari Sun and McDonough (1989). (Nota: Th = tholeiitik OIB, Alk = alkali OIB). 172
- Rajah 5.17: Diagram Zr melawan Zr/Y (Rearce & Norry, 1979) bagi batuan igneus KOTM. Plot OIB, N-MORB & E-MORB dari Sun and McDonough (1989); Lapangan untuk Basalt Lembangan Arka Belakang (*Back-Arc Basin Basalt-BABB*) daripada Floyd *et al.* (1991); dan Kompleks Ofiolit Teluk Darvel (*Darvel Bay Ophiolite Complex-DBOC*) daripada Shariff (1996). 173
- Rajah 5.18: Diagram Ti melawan V (Shervais, 1982) bagi batuan igneus KOTM. Lapangan untuk Basalt arka (*Arc basalt*), Basalt Permatang Tengah Lautan (*Mid-Ocean Ridge Basalt-MORB*), Basalt benua (*Continental flood basalt*), Basalt Antara Plat & basalt alkali (*Ocean-island & alkali basalts*) merujuk Rollinson (1993); dan lapangan bagi BABB=Basalt Lembangan Arka Belakang (*Back-Arc Basin Basalt*) daripada Metzger (2002). Nota: ARC=Tholeiit Arka (*Arc Tholeiites*); OFB= Basalt dasar Lautan (*Ocean Floor Basalts*); DBOC=Kompleks Ofiolit Teluk Darvel (*Darvel Bay Ophiolite Complex*). 174
- Rajah 5.19: Diagram Zr melawan V/Ti bagi batuan igneus KOTM. Lapangan untuk IAB=Basalt arka (*Arc basalt*) dan BABB=Basalt Lembangan Arka Belakang (*Back-Arc Basin Basalt*) daripada Woodhead *et al.* (1993); Basalt Permatang Tengah Lautan (*Normal Mid-Ocean Ridge Basalt-NMORB*) daripada Floyd & Castillo (1992); dan Basalt Antara plat (*Ocean Island Basalt-OIB*) daripada Chaffey *et al.* (1989); dan Kompleks Ofiolit Teluk 176

Darvel (*Darvel Bay Ophiolite Complex-DBOC*) daripada Shariff (1996).

- Rajah 5.20: Diagram segitiga Th–Zr–Nb (Wood, 1980) bagi batuan igneus KOTM. Lapangan untuk Kompleks Ofiolit Teluk Darvel (*Darvel Bay Ophiolite Complex-DBOC*) daripada Shariff (1996). 177
- Rajah 5.21: Diagram Segitiga La–Y–Nb Cabanis & Lecolle (1989). bagi batuan igneus KOTM. Lapangan untuk Kompleks Ofiolit Teluk Darvel (*Darvel Bay Ophiolite Complex-DBOC*) daripada Shariff (1996). 178
- Rajah 5.22: Diagram Diagram tektonik Pearce *et al.* (1984), ORG=Granit Permatang Lautan (*Ocean Ridge Granites*); VAG=Granit Arka Vulkanik (*Volcanic Arc Granites*); WPG=Granit Antara Plat (*Within Plate Granites*); syn-COLG=Granit zon pelanggaran (*Collision Granites*). 179
- Rajah 5.23: Model Evolusi Tektonik bagi KOTM. (A). Pembentukan kerak lautan kuno Proto-Laut China Selatan (PSCS) pada era Mesozoik (Jurasik–Kapur) dan diikuti oleh sungkupan antara kerak lautan (*intra-oceanic thrusting*). (B). Subduksi proto Laut China Selatan (PSCS) yang menjurus kepada pengangkatan (*obduction*) kerak lautan dan intrusi Gunung Kinabalu. 183–184
- Rajah 5.24: Ringkasan tektono-stratigrafi dan aktiviti geologi pembentukan kawasan Sabah. (Kompilasi sumber: Bol & Van Hoorn, 1980; Tongkul, 1991; Hutchison, 1988; 1992; 2005; 2007; Sanudin & Baba, 2007; Hall, 2002; 2013). 185
- Rajah 5.25: Jujukan batuan Kompleks Ofiolit Teluk Marudu yang tidak lengkap (*dismembered ophiolite*) dan Kompleks Ofiolit Teluk Darvel (Shariff *et al.*, 1992). 188

SENARAI FOTO

| | Halaman |
|---|---------|
| Foto 4.1: (a) Singkapan batuan ultrabes yang terserpentin (Peridotit terserpentin) di kawasan kajian. (b) Gambar dekat permukaan batuan pada singkapan (Lokaliti UB 8 – Simpang Kg. Marasimsim). | 48 |
| Foto 4.2: Retakan–retakan pada singkapan yang diisi oleh mineral sekunder serpentin yang kehijauan (Lokaliti UB 4 – Jalan Kota Marudu–Pitas). | 49 |
| Foto 4.3 : Kesan garis gores sesar (<i>slikenside</i>) yang terdedah pada permukaan batuan pada singkapan (Lokaliti UB 1S – Pitas Palm Oil Mill). | 49 |
| Foto 4.4: (a) Singkapan batuan gabro di Hulu Sungai Baliojong (b) Gambar dekat permukaan batuan pada singkapan yang mempunyai butiran bersaiz kasar (Lokaliti GB 06). | 52 |
| Foto 4.5: Singkapan batuan gabro dan batuan cert yang dipisahkan oleh sesar normal (Lokaliti GB 07). | 53 |
| Foto 4.6: Bongkah–bongkah batuan gabro di Hulu Sungai Baliojong bersaiz lebih dari 2 meter (Lokaliti GB 01). | 53 |
| Foto 4.7: Lokaliti beberapa singkapan batuan basalt masif di sekitar kawasan kajian. (a) Tinggalan rongga–rongga gas (<i>vesicles</i>) pada lokaliti BLJ 02, Sg. Baliojong. (b) Singkapan basalt masif yang terich dengan kekar yang jelas pada lokaliti BSLT 02, Kg. Gailun Darat. (c) Bongkah basalt masif pada lokaliti BSLT 21, Kg. Koromoko. (d) Batuan basalt masif dengan fenokris–mikro pada lokaliti BSLT 06, Jalan Kota Marudu–Pitas. (e) Batuan basalt dengan butiran halus pada lokaliti BSLT 08, Kg. Bilangau Kecil. (f) Basalt masif pada Lokaliti BSLT 07, Kg. Mempakad. | 59 |
| Foto 4.8: Singkapan basalt lava bantal di beberapa lokaliti sepanjang Sg. Baliojong. (a) Batuan basalt lava bantal kelihatan berwarna kelabu gelap kehijauan pada lokaliti HB 01. (b) dan (c) Basalt dengan fitur kekar berjejari (<i>radial cooling joint</i>) pada lokaliti PB 01 dan PB 02. (d) dan (e) Basalt lava bantal yang hadir dalam saiz berbeza dicerap pada lokaliti PB 03 dan lokaliti BSLT 22. (f) Lokaliti BLJ 07, asosiasi batuan cert dan basalt dipisahkan oleh sesar. | 69 |