

**GEOLOGI AM DAN PERUBAHAN MIKROFABRIK BERDASARKAN
SIFAT KEKUATAN UNI PAKSI BATUAN TERLULUHAWA
DI KAWASAN TELUPID**

MOHD FAIZ BIN ANAZI

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

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

2014





UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: GEOLOGI AM DAN PERUBAHAN MIKROFABRIK BERDASARKAN KEKUATAN UNIPAUKEI BATUAN TERLULUHAWA DI KAWASAN TELUPID

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN (GEOLOGI)

SAYA: MOHD FAIZ BIN ANAZI
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2011/2014.

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik 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 AKTA RAHSIA RASMI 1972)


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

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH


(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh:


NURULAIN BINTI ISMAIL
LIBRARIAN
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Alamat tetap:

LOT 1890 KG. RAHMAT,
19000 KUALA KRAI,
KELANTAN

PN. HJH. HENNIE FITRIA W. SOEHADY.E.
NAMA PENYELIA

Tarikh:

19/20/06/2014.

Tarikh:

20/06/2014.

Catatan :-

- * Potong yang tidak berkenaan.
- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



* 1000357695 *



PENGAKUAN

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



Mohd Faiz Bin Anazi

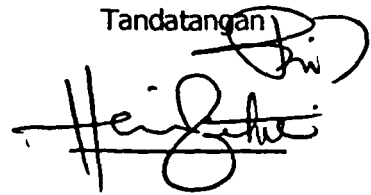
(BS11110372)

DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

(PN. HJH. HENNIE FITRIA WULANDARY SOEHADY ERFEN)

Tandatangan

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hennie Fitria Wulandary Soehady Erfen', written over a horizontal line. Above the signature, the word 'Tandatangan' is printed.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah segala puji bagi Allah tuhan semesta alam, dengan segala rahmat dan kasih sayangNya telah memberi kekuatan kepada saya untuk menulis dan menyiapkan tesis hingga siap.

Sejuta penghargaan buat yang disanjung Pn. Hajjah Hennie Fitria Wulandary Bt Soehady yang banyak memberi tunjuk ajar dan bimbingan dengan penuh kesabaran dan kasih sayang sepanjang kerja lapangan dan penulisan tesis dijalankan. Tunjuk ajar puan tidak akan saya lupa dan akan menjadi inspirasi untuk kejayaan masa hadapan.

Juga buat tenaga pensyarah lain seperti Prof. Dr. Sainudin Hj. Tahir, Prof. Dr. Felix Tongkul, Prof. Dr. Shariff A.K Omang, Dr. Ismail Bin Abd Rahim, En. Sahat Sadikun, Pn Hezerina Pungut, En Junaidi Asis dan En. Rodeano Roslee. Jutaan terima kasih terhadap semua pensyarah yang sanggup menahan kerenah saya dan telah memberi tunjuk ajar dan bimbingan selama ini.

Tidak lupa juga kepada pembantu makmal EN. Sanin, En Jalaludin Majalip, En Aszrizal, Pn Malah Karim, En. Alim Shah, En Rahim, dan semua yang terlibat dalam membantu menjayakan kami dalam menyiapkan kajian kami. Segala tunjuk ajar dan teguran yang kami terima kami sanjung dengan penuh rasa rendah diri. Ucapan setinggi – tinggi penghargaan kepada para demonstrator program geologi yang banyak memberi tunjuk ajar dan bimbingan

Yang amat disayangi buat bonda dan ayahanda yang banyak membantu dan memberi sokongan moral kepada saya dalam menyiapkan tesis ini. Tidak lupa buat seisi keluarga yang turut menjadi inspirasi dan semangat kepada saya sepanjang tempoh kajian ini dijalankan. Tanpa dorongan motivasi ini saya tidak mampu untuk menyiapkan kajian ini.

Kepada rakan seperjuangan sekalian, ucapan terima kasih sahaja yang mampu dibalas. Perkong sian ilmu dan keringat daripada kalian tidak mampu dibalas oleh saya. Tanpa sokongan padu daripada kalian saya tidak dapat menyiapkan tesis ini dengan bersendirian.

Wassalam.

(MOHD FAIZ ANAZI)
2011/2014



ABSTRACT

The Study is to know about general geology and the changes of microfabric based on the strength of weathered rock in Telupid. The study area is about 100 km² and bounded by latitude 05° 40' N until 05° 35' N and longitude 117° 05' E until 117° 10' E. the study area consists of Ophiolite basement aged from Late Cretaceous , volcanic rock aged late Paleocene, and Quaternary alluvium. Based on geological structure analysis showed the study area have deformation from Northwest – Southeast and Northeast – Southwest. Analysis of petrography of serpentinite and basaltic rock have been made. Serpentinite rock has shown ultrabases rock with hazbugit categorized with the extra of olivine mineral and piroxine which is the dominant mineral in it with little combination from ortopyroxene mineral. While basaltic rock has be classified into andesite basaltic with it the plagioclase contant is dominant and little of olivine and orthoclase. The increasing of clay minerals inside rock showed when the weathering process are increase. Serpentinite rock contain a lot of clay minerals between basaltic rock. There are microstructure found in the rock, which are microfractures intergranular and inragranular, dissolution, disintegrated among the edges of grain. The formation of microstructure increases with the increasing of weathering process inside the rock. Moisture contain in serpentinete rock grades from III-IV showed scale 1.3%-3.8%, then basaltic rock greds from III-IV showed scale 0.75% -1.4%. The density of the serpentinite rock is lower than basaltic rock which is showed the scale 2.86 g/cm³ – 2.73 g/cm³ from gred III until V, then the serpetinite rock show scale 2.62 g/cm³ - 2.3 g/cm³ from gred III until V. The strength of basaltic rock is higher whith the scale of 55.46 Mpa – 31.32 MPa. The values showed the structure of mineral in basaltic rock is close to each other and decreasing in strength value because of the increasing clay mineral content which have rounded shape structure. The scale of strength serpertinite rock is 20.97 Mpa – 3.70 MPa. The value of strength is affected from the serpentine mineral inside the rock. This mineral is easily to broken and makes the rock lose the strength. Porosity of serpentinite rock scale 3.30% - 9.60% and the basaltic rock have scale 2.25% - 4.10% which means the serpentinite have higher porosity than basaltic rock. Slake durability of weathered rock type V have been made for basaltic and serpentinte rocks. Basaltic rock showed the higher value which is 92.19% and serpentinite showed the value 87.32%. The increase of weathering grade changes the microfabrics inside rock and showed the increasing of clay mineral. The changes of microfabrics is the primary factors that increase the porosity and moisture of rocks and this factors will affect the rock strength.

ABSTRAK

Kajian dijalankan untuk mengkaji geologi am dan perubahan mikrofabrik berdasarkan sifat kekuatan unipaksi batuan terluluhawa di kawasan Telupid. Kawasan kajian meliputi 100 km² dan disempadani oleh garisan lintang 05° 40' U hingga 05° 35' U dan garisan bujur 117° 05' T hingga 117° 10' T. kawasan kajian terdiri daripada beberapa unit batuan seperti Besmen Ofiolit yang berusia Kapur Akhir, intrusi igneus, batuan igneus vulkanik dan endapan aluvium kuarternar. Analisis geologi struktur menunjukkan kawasan kajian mengalami canggaan daripada Barat Laut – Tenggara dan Timur Laut – Barat Daya. Analisis petrografi batuan serpentinit dan batuan basalt telah dilakukan. Batuan serpentinit menunjukkan batuan ultrabes jenis hazburgit yang dicirikan dengan kehadiran mineral olivin dan piroksin yang menjadi mineral utama dan sedikit mineral ortopiroksen. Manakala batuan basalt pula dicirikan oleh batuan jenis andesit basalt dengan kandungan mineral plagioklas yang menjadi dominan dan sedikit kandungan olivin. Pembentukan mineral lempung dalam batuan menunjukkan peningkatan melalui peningkatan gred luluhawa batuan. Batuan serpentinit mempunyai kandungan mineral lempung yang tinggi berbanding dengan mineral lempung yang terdapat dalam batuan basalt. Mikrostruktur yang ditemui dalam batuan adalah mikroretakan dalam butiran dan diantara butiran, perlarutan, dan pengakisan sisi butiran. Penghasilan mikrostruktur seperti rekahan dan ruang pori akan bertambah dengan peningkatan gred luluhawa batuan gred III hingga V. Tindakan luluhawa telah memberi kesan kepada pelarutan mineral dan pembentukan ruang rongga. Kandungan kelembapan batuan serpentinit gred luluhawa III hingga IV mempunyai julat antara 1.3% - 3.8%, manakala batuan basalt gred luluhawa III hingga IV berjulat antara 0.75% – 1.4%. ketumpatan batuan serpentinit lebih rendah berbanding batuan basalt yang menunjukkan julat batuan basalt 2.86 g/cm³ – 2.73 g/cm³, manakala batuan serpentinit pula berjulat antara 2.62 g/cm³ - 2.3 g/cm³. Kekuatan batuan basalt menunjukkan nilai bacaan yang tinggi berjulat antara 55.46 Mpa – 31.32 MPa kerana struktur mineral yang tersusun padat dan mengalami penurunan disebabkan kehadiran mineral lempung yang berstruktur membulat. Kekuatan batuan serpentinit pula di antara 20.97 Mpa – 3.70 MPa di sifatkan kepada batuan yang sederhana kuat - lemah kerana sifat mineral serpentin yang rapuh wujud dalam batuan memberi kesan kepada kekuatan batuan. Keporosan menjadi faktor utama kepada kekuatan batuan, batuan basalt berjulat antara 2.25% - 4.10% menunjukkan nilai yang rendah berbanding batuan serpentin yang agak porous berjulat 3.30% - 9.60%. Ujian ketahanan lasakan pemeroian batuan bergred V telah dilakukan antra batuan basalt dan batuan serpentinit. Batuan basalt menunjukkan bacaan lebih tinggi iaitu 92.19%, manakala batuan serpentinit menunjukkan bacaan 87.32%. Peningkatan gred luluhawa batuan menyebabkan berlakunya peningkatan pembentukan mineral lempung dan struktur mikro dalam batuan. Pembentukan mikrostruktur ini telah menjadi faktor utama kepada peningkatan keporosan dan kelembapan batuan seterusnya memberi kesan kepada penurunan kekuatan unipaksi batuan.

SENARAI KANDUNGAN

| | Muka Surat |
|---------------------|------------|
| PENAKUAN | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| <i>ABSTRACT</i> | vi |
| SENARAI KANDUNGAN | vii |
| SENARAI RAJAH | xi |
| SENARAI JADUAL | xiv |
| SENARAI FOTO | xv |
| SENARAI RAJAH MIKRO | xvii |

BAB 1 PENGENALAN

| | | |
|-------|--|----|
| 1.1 | Pendahuluan | 1 |
| 1.2 | Objektif Kajian | 1 |
| 1.3 | Kawasan Kajian | 2 |
| 1.4 | Kaedah Kajian | 4 |
| 1.4.1 | Persediaan Awal | 4 |
| 1.4.2 | Kajian Lapangan dan Persampelan | 5 |
| 1.4.3 | Kajian Makmal | 7 |
| | a. Analisis Petrografi | 7 |
| | b. Analisis Kandungan Kelembapan, ω , % | 9 |
| | c. Analisis keporosan batuan, n (%) | 9 |
| | d. Analisis ketumpatan, ρ . | 11 |
| | e. Ujian Beban Titik (<i>Point Load Test</i>) (ISRM, 1985) | 12 |
| | f. Ujian kekerasan (<i>Schmidtt Rebound Hammer</i>) (ISRM, 1981) | 13 |
| | g. Ujian Ketahananlasakan Pemeroian (ISRM, 1978) | 14 |
| | h. Analisis pembelauan Sinar X (ASTM, D3906 – 03) (2008) | 15 |
| | i. Analisis Mikroskop Pengimbas Elektron (SEM) | 16 |

| | | |
|-------|---|----|
| 1.4.4 | Analisis Data dan Penulisan Disertasi | 16 |
| 1.5 | Ulasan Literatur | |
| 1.5.1 | Kajian Geologi Am | 17 |
| 1.5.2 | Kajian Gred Luluhawa Batuan | 18 |
| 1.5.3 | Pengaruh Mikrofabrik Terhadap Sifat Kejuruteraan Batuan | 22 |

BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI

| | | |
|-------|------------------------|----|
| 2.1 | Pengenalan | 24 |
| 2.2 | Geografi | 24 |
| 2.2.1 | Iklm | 25 |
| 2.2.2 | Populasi Penduduk | 27 |
| 2.2.3 | Sosio-ekonomi Penduduk | 28 |
| 2.2.4 | Sistem Perhubungan | 32 |
| 2.3 | Geomorfologi | 35 |
| 2.3.1 | Topografi | 35 |
| 2.3.2 | Sistem Saliran | 38 |
| 2.4 | Proses Geomorfologi | 41 |
| | 2.4.1. Proses Luluhawa | 41 |
| | a. Luluhawa Fizikal | 41 |
| | b. Luluhawa Kimia | 42 |
| | c. Luluhawa Biologi | 43 |
| | 2.4.2. Susutan Darat | 44 |

BAB 3 GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 3.1 | Pengenalan | 46 |
| 3.2 | Tektonik Rantau | 46 |
| 3.3 | Stratigrafi | 51 |
| | 3.3.1. Stratigrafi Rantau | 51 |
| | 3.3.2. Stratigrafi Kawasan Kajian | 56 |
| 3.4 | Unit Batuan | 59 |

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 3.4.1 | Batuan Ultrabes | 59 |
| 3.4.2 | Batuan Basalt | 62 |
| 3.4.3 | Endapan Aluvium Kuaterner | 61 |
| 3.5 | Petrografi | 64 |
| 3.5.1 | Batuan Ultrabes | 65 |
| 3.5.2 | Batuan Basalt | 66 |
| 3.6 | Analisis Geologi Struktur | 68 |
| 3.6.1 | Analisis Lineamen | 69 |
| 3.6.2 | Analisis Kekar | 73 |

BAB 4 PERUBAHAN MIKROFABRIK BERDASARKAN SIFAT KEKUATAN UNITPAKSI BATUAN TERLULUHAWA DI KAWASAN TELUPID

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Pengenalan | 76 |
| 4.2 | Analisis kejuruteraan | 80 |
| 4.2.1 | Analisis Kelembapan Batuan, ω_0 %. | 81 |
| 4.2.2 | Analisis Ketumpatan Batuan | 83 |
| 4.2.3 | Penentuan Ujian Beban Titik | 87 |
| 4.2.4 | Analisis Keporosan Batuan, n (%) | 90 |
| 4.2.5 | Ujian Ketahananlasakan Pemeroian | 94 |
| 4.2.6 | Ujian Kekerasan (Schmidt Rebound Hammer) | 95 |
| 4.2.7 | Kesimpulan | 97 |

BAB 5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1 | Pendahuluan | 100 |
| 5.2 | Analisis Mikrofabrik Batuan Terluluhwa | 100 |
| 5.2.1 | Petrografi Batuan Basalt | 101 |
| 5.2.2 | Petrografi Batuan Serpentininit | 108 |
| 5.2.3 | Kesimpulan | 114 |
| 5.3 | Perkaitan Antara Sifat Kejuruteraan Dalam Batuan | 115 |
| 5.3.1 | Perkaitan di antara kandungan kelembapan dengan keporosan batuan. | 115 |
| 5.3.2 | Perkaitan antara ketumpatan dan kelembapan dalam batuan. | 116 |
| 5.3.3 | Perkaitan antara keporosan dan ketumpatan batuan. | 117 |
| 5.3.4 | Perkaitan antara kekuatan batuan dengan kelembapan batuan. | 119 |
| 5.3.5 | Perkaitan antara kekuatan batuan dan keporosan batuan. | 120 |
| 5.3.6 | Perkaitan antara kekuatan batuan dengan ketumpatan batuan. | 121 |
| 5.3.7 | Perkaitan antara kekuatan batuan dan kekerasan batuan. | 122 |
| 5.3.8 | Kesimpulan | 123 |
| 5.4 | Kesimpulan | 124 |
| 5.4.1 | Geologi Am dan Taburan Batuan | 124 |
| 5.4.2 | Analisis Mikrofabrik Batuan Terluluhwa | 125 |
| 5.4.4 | Pengelasan Gred Luluhawa Mengikut Analisis Yang Dijalankan | 126 |
| 5.5 | Cadangan | 128 |
| | RUMUSAN | 129 |
| | LAMPIRAN | 134 |

SENARAI RAJAH

| No. Rajah | Muka Surat |
|---|------------|
| 1.1 Peta Sabah yang menunjukkan kedudukan kawasan kajian | 2 |
| 1.2 Peta Dasar Kawasan Kajian | 3 |
| 1.3 Segi tiga pengelasan batuan ultrabases IUGS (Le Bas & Strekeisen, 1978) | 8 |
| 1.4 Pengelasan batuan igneus vulkanik. (Ubahsuai dari Best, 1982) | 8 |
| 2.1 Purata hujan mengikut tahun di Kawasan Telupid (Sumber diambil Jabatan Mineralogi Cawangan Sabah). | 26 |
| 2.2 Purata hujan mengikut bulan pada tahun 2012 bagi Kawasan Telupid (Sumber daripada Jabatan Mineralogi Cawangan Sabah). | 26 |
| 2.3 Peratusan penduduk Telupid mengikut kewarganegaraan bagi tahun 2012.(Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia, 2012) | 28 |
| 2.4 Peratusan penduduk mengikut etnik tahun 2012. (Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia, 2012) | 28 |
| 2.5 Peta jalan kawasan kajian | 34 |
| 2.6 Peta topografi kawasan kajian | 36 |
| 2.7 peta saliran kawasan kajian. | 39 |
| 3.1 Kedudukan tektonik Asia Tenggara sekarang. (dipetik daripada Hall, 1997) | 47 |
| 3.2 Episod perlanggaran yang berlaku antara Blok Luconia dengan Besmen Borneo Barat menyebabkan wujudnya struktu kompleks geologi di Asia Tenggara.(Hazebroek dan Tan, 1993; Hazbroek <i>et.al</i> , 1994). | 49 |
| 3.3 Evolusi tektonik Sabah. (Tongkul, 1990). | 50 |
| 3.4 Ringkasan stratigrafi Sabah (Sainudin & Baba, 2007). | 54 |
| 3.5 Peta geologi Sabah (diubah suai daripada Yin 1985 dalam Sanudin & Baba Musta 2007). | 55 |
| 3.6 Cadangan ringkasan stratigrafi kawasan Telupid berdasarkan kajian literatur yang dijalankan. (F. Tongkul, 1997). | 57 |
| 3.7 Peta geologi kawasan kajian. | 58 |

| | | |
|------|---|-----|
| 3.8 | Pengelasan batuan ultrabes mengikut pengelasan IUGS. (Le Bas & Strekeinsen,1978) | 66 |
| 3.9 | Pengelasan batuan igneus vulkanik asid ke pertengahan (Ubahsuai dari Best, 1982). | 68 |
| 3.10 | Surihan lineamen positif dengan menggunakan peta topografi (Ubahsuai daripada wikimapia.com) | 70 |
| 3.11 | Rajah roset analisis lineamen positif yang menunjukkan arah canggaan kawasan Telupid (Barat Laut- Tenggara), dengan jurus 337° - 157°. | 71 |
| 3.12 | Surihan lineamen negatif kawasan kajian sekitar Telupid daripada jurus sugai yang terdapat dalam peta topografi kawasan kajian. | 72 |
| 3.13 | Rajah roset yang menunjukkan arah canggaan dari Timur Laut – Barat Daya (P1) dan Barat Laut – Tenggara (P2). Arah canggaan P1 berjurus 135° – 55° ,manakala P2 berjurus 125° – 305 °. | 73 |
| 3.14 | Analisis rajah roset telah menunjukkan arah canggaan kawasan kajian adalah bertren Barat Daya – Timur Laut dengan anggaran jurus 75°-255°. | 75 |
| 4.1 | Peta persampelan batu serpentininit dan batuan basalt di kawasan kajian. | 78 |
| 4.2 | Graf kandungan kelembapan melawan gred luluhawa | 82 |
| 4.3 | Graf ketumpatan batuan melawan gred luluhawa. | 84 |
| 4.4 | Graf ujian beban titik batuan melawan gred luluhawa | 88 |
| 4.5 | Graf jumlah keporosan batuan, n(%) melawan gred luluhawa | 92 |
| 4.6 | Graf nilai mampatan unipaksi melawan gred luluhawa batuan. | 96 |
| 5.1 | Difaktogram XRD menunjukkan jenis-jenis mineral lempung dalam sampel batuan basalt gred (V). | 107 |
| 5.2 | Difaktogram XRD menunjukkan jenis-jenis mineral lempung dalam sampel batu serpentininit gred (V). | 114 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 5.3 | Graf jumlah keporosan batuan, n(%) melawan kandungan kelembapan batuan. | 115 |
| 5.4 | Graf ketumpatan batuan (g/cm ³) melawan kandungan kelembapan batuan. | 116 |
| 5.5 | Graf menunjukkan keporosan melawan ketumpatan batuan. | 118 |
| 5.6 | Graf kekuatan mampatan unipaksi melawan kandungan kelembapan batuan. | 119 |
| 5.7 | Graf menunjukkan kekuatan mampatan batuan melawan keporosan batuan | 120 |
| 5.8 | Graf kekuatan mampatan batuan melawan ketumpata batuan. | 121 |
| 5.9 | Graf kekuatan mampatan batuan melawan kekerasan batuan | 123 |

SENARAI JADUAL

| No. Jadual | Muka Surat | |
|------------|---|-----|
| 1.1 | Pegredan batuan luluhawa (Komoo, 2000) | 6 |
| 1.2 | Pengelasan porosity batuan mengikut Anon (1979) | 10 |
| 1.3 | Pengelasan ketumpatan menurut Bell (2007) | 11 |
| 1.4 | Indeks kekuatan ujian beban titik (ISRM, 1985).) | 13 |
| 1.5 | Pembahagian darjah pemeroian berdasarkan Franklin & Chandra (1972). | 15 |
| 1.6 | Pengelasan gred luluhawa batuan (Irfan & Dearman, 1978). | 20 |
| 1.7 | Pengelasan gred batuan terluluhawa (Komoo, 2000) | 21 |
| 3.1 | Peratusan mineral utama dalam batuan igneus peridotit | 65 |
| 3.2 | Peratusan mineral utama dalam batuan igneus basalt. | 67 |
| 4.1 | Sampel di kawasan kajian | 77 |
| 4.2 | Kandungan kelembapan bagi batuan basalt dan serpentinit | 82 |
| 4.3 | Jadual nilai ketumpatan batuan basalt dan batuan serpentinit | 84 |
| 4.4 | Pengelasan ketumpatan menurut Bell (2007) | 87 |
| 4.5 | Jadual ujian beban titik batuan basalt dan batuan serpentinit dikawasan kajian | 88 |
| 4.6 | Indeks kekuatan ujian beban titik (ISRM, 1985). | 90 |
| 4.7 | Jadual peratusan jumlah keporosan batuan basalt dan batuan serpentinit. | 91 |
| 4.8 | Pengelasan porositi batuan mengikut Bell (2007). | 91 |
| 4.9 | Nilai peratusan ketahananlasakan pemeroian batuan basalt dan batuan serpentinit | 94 |
| 4.10 | Jadual kekerasan (Pantulan Tukul Schmidt) yang dilakukan pada batuan basalt dan serpentinit. | 95 |
| 4.11 | Analisis kejuruteraan keseluruhan sampel batuan berdasarkan pengredan luluhawa. | 98 |
| 4.12 | Skema pengelasan gred luluhawa batuan Vulkanik dikawasan Tawau (Hennie, 2009). | 98 |
| 4.13 | Sifat kejuruteraan batuan terluluhawa berdasarkan gred luluhawa (Ubahsuai dari Poul M. Santi, 2006) | 99 |
| 5.1 | Cadangan pengkelasan luluhawa batuan Serpentinit dan Basalt berdasarkan sifat kejuruteraan batuan terluluhawa di kawasan Telupid. | 127 |

SENARAI FOTO

| No. Foto | | Muka Surat |
|----------|---|------------|
| 2.1 | Pasar tamu yang menjadi pusat penjualan dan pembelian di kawasan Telupid. (GPS: 5° 37' 4" U 117° 07' 51") (Arah penggambaran 120°U) | 29 |
| 2.2 | Ladang kelapa sawit yang menjadi sumber utama bagi penduduk di kawasan Telupid. (GPS: 5° 37. 50' U 117°09.56' T) (Arah penggambaran: 276°U) | 29 |
| 2.3 | Antara kedai runcit yang terdapat di Pekan Telupid. (GPS: 5° 37' 5" U 117° 07' 53") (Arah penggambaran 150°U) | 30 |
| 2.4 | Sekolah Menengah Kebangsaan Telupid, merupakan pusat pengajian yang terdapat di Daerah Telupid. (GPS: 5° 37' 12" U 117° 07' 47") (Arah penggambaran 320°U) | 30 |
| 2.5 | Pejabat pelajaran Daerah Telupid merupakan salah satu tempat yang penting di kawasan Telupid. (GPS: 5° 38.3' U 117° 07.53') (Arah penggambaran 120°U) | 31 |
| 2.6 | Kemudahan frasarana yang terdapat dikawasan kajian yang memudahkan penduduk untuk menunaikan solat. (GPS: 5° 37. 5' U 117° 07. 53') (Arah penggambaran 153° U) | 31 |
| 2.7 | Jalan berturap yang menjadi jalan utama menghubungkan penduduk dari Telupid – Sandakan. (GPS:05° 37.2' U 117° 05. 12' T) (Arah penggambaran 126°U) | 32 |
| 2.8 | Jalan tidak berturap yang menjadi jalan perhubungan penduduk di kawasan Telupid. (GPS:05° 38.5' 117° 05. 24' T) (Arah penggambaran 130°U) | 33 |
| 2.9 | Sungai Liwagu merupakan sungai yang di gunakan untuk menghubungkan antara Kampung Liwagu dan Kampung Telupid. (GPS: 05° 37.54' U 117° 06.38' T)(Arah Penggambaran 129°U) | 33 |
| 2.10 | kawasan tanah tinggi yang terdiri daripada cerun yang curam dan banjaran. (GPS: 5° 37. 50' U 117°09.56' T) (Arah penggambaran: 276°U). | 37 |
| 2.11 | Sungai Telupid merupakan sungai peringkat dewasa yang mempunyai dataran banjir dan terdapat beberapa butiran kasar yang termendap akibat daripada hakisan di kawasan hulu sungai. (GPS: 5°37.26' U 117°05.38' T) (Arah penggambaran: 320°U). | 37 |
| 2.12 | kawasan rendah yang terdiri daripada tanah aluvium yang sesuai untuk aktiviti pertanian. (GPS: 5°38.05' U 117°06.44' T) (Arah penggambaran: 129°U). | 37 |
| 2.13 | Sungai Liwagu merupakan sungai peringkat tua yang mempunyai | |

| | | |
|------|--|----|
| | meander dan dataran banjir. (GPS: 5°38.05' U 117°06.44' T) (Arah penggambaran: 129°U) | 40 |
| 2.14 | proses luluhawa fizikal keatas batuan ultabes pada singkapan. (GPS: 05° 37.2' u 117° 05.37' T) (Arah penggambaran: 126°U) | 42 |
| 2.15 | proses luluhawa kimia keatas batuan spertinit akibat daripada tindak balas air dengan oksigen membentuk tanah limonit. (GPS: 05° 37.2' u 117° 05.37' T) (Arah penggambaran: 126°U) | 43 |
| 2.16 | Proses luluhawa biologi yang terjadi akibat pertumbuhan akar pokok. (GPS: 05° 37.28' u 117° 05°37.20' T) (Arah penggambaran: 263°U) | 44 |
| 2.17 | Kegagalan cerun terhasil daripada proses luluhawa dan pergerakan air pada permukaan singkapan. (GPS: 05° 37.28' u 117° 05°37.20' T) (Arah penggambaran: 263°U) | 45 |
| 3.1 | Batuan ultrabes yang tersingkap di sepanjang jalan raya Ranau – Telupid. Batuan merupakan batuan peridotit yang terserpentin akibat daripada proses metamorfisma. (GPS: 05° 37.54' U 117° 06.38' T). (Arah penggambaran 208°U). | 60 |
| 3.2 | Batuan Sepertinit yang terluluhawa. (GPS: 05° 37.54' U 117° 06.38' T). (Arah penggambaran 106°U). | 61 |
| 3.3 | Batuan sepertiinit yang terdapat dikawasan kajian. Permukaan batuan bekilat dan warna kehijauan. (GPS 05° 37.54' U 117° 06.38' T). (Arah penggambaran 207°U). | 61 |
| 3.4 | Singkapan batuan basalt yang ditemui di bahu jalan menuju ke Tonggod. (GPS 05° 42.54' U 117° 07.38' T). (Arah penggambaran 207°U). | 62 |
| 3.5 | Bongkah batuan basalt yang terdapat di kawasan Telupid. (GPS 05° 42.54' U 117° 07.38' T). (Arah penggambaran 207°U). | 63 |
| 3.6 | Endapan alluvium yang terbentuk di Sungai Telupid hasil daripada aliran air sungai. Mendapan aluvium yang terdiri daripada batuan yang bersaiz kerikil hingga bersaiz lempung termendap di sepanjang tebing sungai. (GPS: 05° 37.15' U 117° 05.38' T) (Arah penggambaran 120° U). | 64 |
| 3.7 | Bacaan kekar diambil bagi menentukan arah canggaan kawasan kajian. . (GPS: 05° 37.2' u 117° 05.37' T) (Arah penggambaran: 126°U) | 75 |
| 4.1 | Persampelan batu serpentinit di jalan utama Ranau ke Pekan Telupid. (GPS;5° 37'9" U 117°9'8" T). | 78 |
| 4.2 | Persampelan batu basalt di jalan menuju ke Tonggod. (GPS; 5° 37'4" U 117° 8'1"T). | 78 |

SENARAI FOTO MIKRO

| No. Rajah | | Muka Surat |
|-----------|--|------------|
| 3.1 | Didominasi oleh mineral olivine diikuti mineral Ortopiroksen dan sebilangan kecil mineral klinopiroksen.(Pembesaran 5X, nikol silang.) | 65 |
| 3.2 | Mineral Plagioklas meunjukkan peratusan yang paling tinggi dan diikuti mieral alkali feldspar dan sebilangan kecil mineral quatza. (Pembesaran 5X, nikol silang.) | 67 |
| 4.1 | Susunan mineral dalam batuan basalt yang padat memberi ketumpatan yang lebih tinggi. (Sampel Batuan Basalt (III); Pembesaran 1000X). | 86 |
| 4.2 | Mikrostruktur butiran yang kurang padat dengan kehadiran mikroretakan (R) diantara butiran. (Sampel Batu Serpentin (III); Pembesaran 1000X). | 86 |
| 4.3 | Pembentukan ruang pori (P) dalam batuan hasil daripada perlarutan mineral. (Sampel Batuan Serpentin (V); Pembesaran 1000X). | 93 |
| 5.1 | Gambar mikroskop pembelauan electron (SEM) yang menunjukkan ruang pori (P) dan mineral lempung kaolinit (K), monmorilonit (M) dalam batuan bergred luluhwa III. (Sampel Batu Basalt; Pembesaran 1000X). | 102 |
| 5.2 | kandungan mineral dan struktur mikrorekahan interbutiran (R) yang terdapat dalam batuan basalt gred luluhawa III. (Sampel Batu Basalt (III); Pembesaran 10X; Nikol Silang). | 103 |
| 5.3 | Mineral plagioklas (Plg), Olivin (Olv), dan Piroksen (Prx) telah mengalami perlarutan dan kelihatan jelas pembentukan mikroretakan dalam butiran (intergranular). (Sampel Batu Basalt (IV); Pembesaran 10X; Nikol silang). | 104 |
| 5.4 | Menunjukkan pembentukan miroretakan ® dalam butiran (intergranular) dan mineral lempung illit. (Sampel Batu Basalt (IV); Pembesaran 1000X). | 105 |
| 5.5 | Susunan butiran mineral kurang padat dan berlakunya pelarutan mineral plagioklas (Plg) kepada mineral lempung(L).(Sampel Batu Basalt(V); Pembesaran 10X; nikol silang). | 106 |
| 5.6 | Pembentukan mineral lempung (L) kaolinit dan berlakunya pertambahan ruang pori (P) dalam butiran. (Sampel Batu Basalt (V); Pembesaran ; 1000X). | 107 |
| 5.7 | Kehadiran mineral serpentin yang mengisi diantara mineral olivin dan terdapat mikroretakan antara butiran yang dapat dilihat secara jelas. (Sampel Batu Serpentin (III); Pembesaran 10x, nikol silang). | 109 |
| 5.8 | Kehadiran mineral serpentin yang terbentuk dan terdapat mineral lempung yang mengisi didalam rongga. Mikroretakan (R) yang terhasil dalm butiran (intergranular). (Sampel Batu serpentin (III); pembesaran 1000X). | 109 |
| 5.9 | Pembentukan mineral serpentin yang menjadi dominan dalam batuan dan berlaku pelrutan mineral olivin yang jelas kelihatan. (Sampel Batu Serpentin (IV); Pembesaran 10X; Nikol Silang). | 111 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.10 | Kehadiran mineral lempung (L) Illit, mikroretakan(R) dan ruang pori (P) yang bertambah dalam batuan gred IV. (Sampel Batu Serpentin (IV); Pembesaran 1000X). | 111 |
| 5.11 | Pembentukan mineral serpentin yang banyak dalam batuan dan kehadiran ruang pori yang jelas. (Sampel Batu Serpentin (IV); Pembesaran 10X; Nikol Silang). | 113 |
| 5.12 | Pembentukan ruang pori(P) dan mikrorekahan (R) yang besar jelas kelihatan dalam butiran mineral dan pembentukan mineral lempung(L), Illit. (Sampel Batu Serpentin (V); Pembesaran 1000X). | 113 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kajian ini adalah bertujuan untuk memperolehi Ijazah Sarjana Muda Sains (Geologi) dengan Kepujian, Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah. Kajian yang dilakukan bertajuk Geologi Am dan Pengaruh Mikrofabrik Ke Atas Sifat Kejuruteraan Batuan Ultrabases di Kawasan Telupid, Sabah. Kajian ini bertujuan mengkaji geologi am kawasan kajian serta mengkaji perubahan mikrofabrik berdasarkan sifat kekuatan unipaksi batuan terluluhawa di kawasan Telupid, Sabah.

1.2 Objektif Kajian

Antara objektif kajian adalah untuk:

- a) Mengkaji geologi am kawasan Telupid, termasuk kajian petrologi, geomorfologi, geologi struktur, dan sedimentologi.
- b) Menambah baik peta geologi di kawasan kajian.
- c) Mengkaji pembentukan mikrofabrik batuan terluluhawa di kawasan kajian.
- d) Mengkaji perubahan mikrofabrik berdasarkan sifat kekuatan unipaksi batuan terluluhawa di kawasan Telupid.

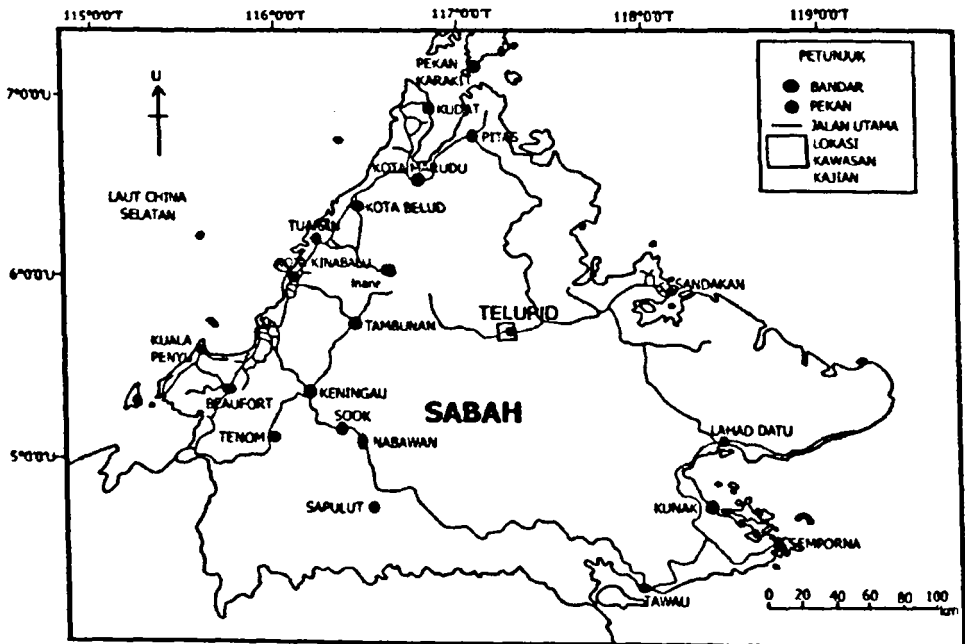


1.3 Kawasan Kajian

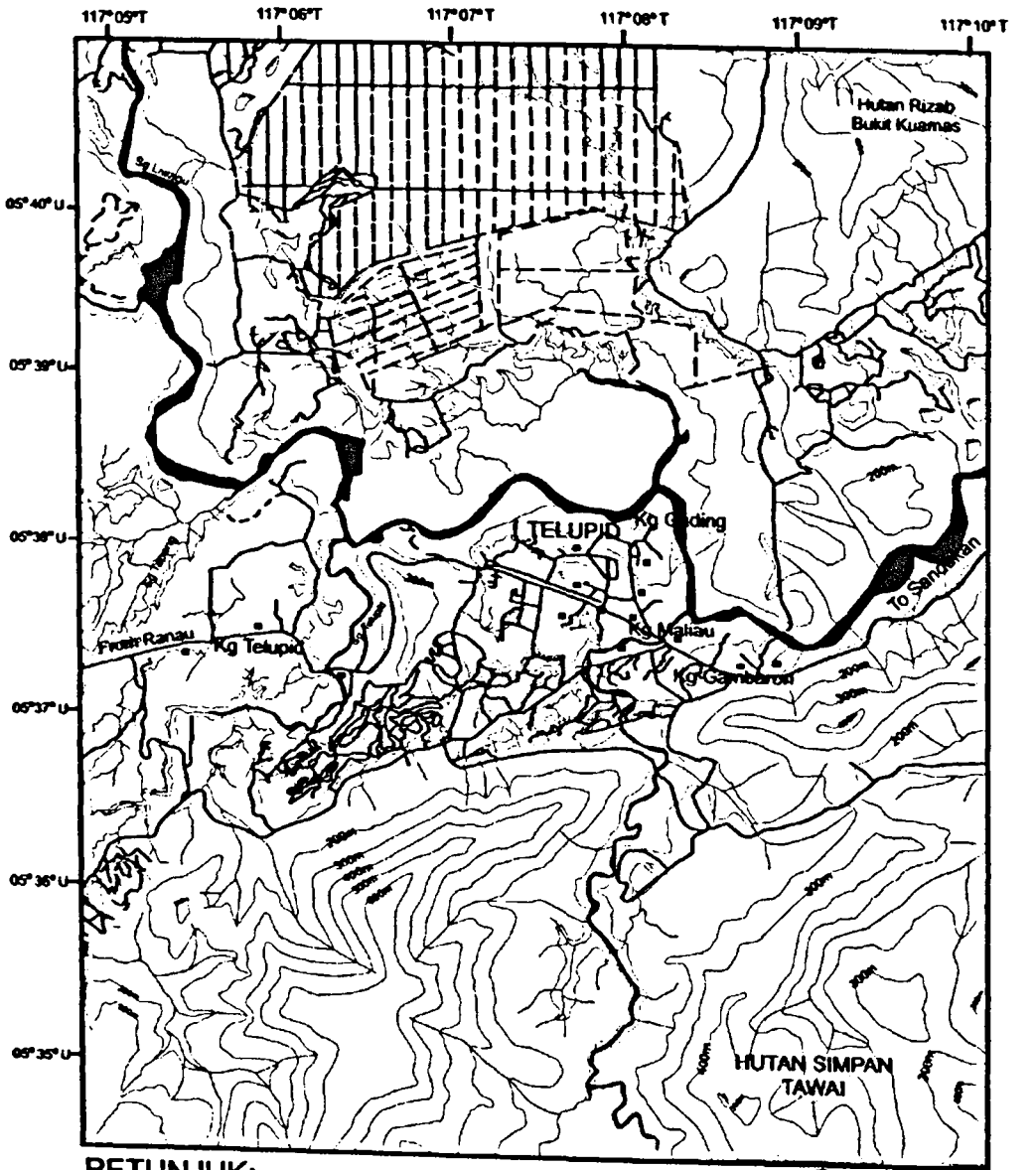
Kawasan kajian terletak di bahagian Pantai Barat Sabah yang terletak kira-kira 205 km dari Kota Kinabalu (Rajah 1.1). Kawasan ini terletak pada kedudukan garis lintang $05^{\circ} 40' U$ hingga $05^{\circ} 35' U$ dan garisan bujur $117^{\circ} 05' T$ hingga $117^{\circ} 10' T$.

Kawasan kajian meliputi beberapa buah kampung seperti Kampung Telupid, Kampung Gading, Kampung Maliau, dan Kampung Gambaron. Di sekitar kawasan kajian terdapat enam batang sungai utama yang menjadi sumber air bagi penduduk di sekitar kawasan kajian, iaitu Sungai Liwagu, Sungai Telupid, Sungai Tapang, Sungai Mailo, Sungai Ruku-ruku dan Sungai Labuk (Rajah 1.2)

Kawasan kajian terdiri daripada batuan intrusi igneus dan batuan ultrabases yang merupakan jujukan ofiolit. Selain itu juga terdapat endapan aluvium yang termendap hasil daripada aliran air sungai.



Rajah 1.1 Lokasi kawasan kajian di dalam peta Sabah.



PETUNJUK:



Jalan



Kampung



Sungai



Kontur



Masjid

Skala :

0 1 2 3 km

Rajah 1.2 Peta dasar kawasan kajian.

1.4 Kaedah Kajian

Kaedah kajian terdiri daripada kajian awal, kajian lapangan dan persampelan, kajian makmal, analisis dan interpertasi data serta penulisan disertasi (Jadual 1.1)



Jadual 1.1 Aliran kaedah kajian yang dijalankan.

1.4.1 Kajian Awal

kajian awal merupakan langkah awal untuk menyiapkan disertasi. Penentuan objektif kajian dilakukan bagi memastikan pemahaman yang mantap mengenai konsep geologi di kawasan kajian dan bidang geologi yang dipilih. Kajian awal dilakukan melalui pembacaan dan rujukan kajian terdahulu dengan membuat rujukan berdasarkan laporan, tesis, jurnal buletin, risalah serta buku-buku geologi yang berkaitan. Antara perkara yang perlu diambil perhatian adalah geologi am kawasan kajian, kajian pengaruh mikrofabrik ke atas batuan ultrabes dan kajian gred luluhawa.

Penyediaan peta dasar merupakan perkara yang penting dalam kajian awal. Hal ini kerana peta dasar dapat memberikan maklumat secara am mengenai kawasan kajian. Peta dasar disediakan berdasarkan peta topografi daripada Jabatan Pemetaan dan Ukur Malaysia (2007) peta tidak terhad bagi kawasan Telupid, (Lembar 46). Melalui penghasilan peta dasar maklumat mengenai topografi, sistem saliran dan sistem perhubungan dan penempatan dapat diketahui (Rajah 1.2).

1.4.2 Kajian Lapangan dan Persampelan

Kajian lapangan dilakukan adalah bertujuan untuk proses pemetaan kawasan kajian. Disamping itu kajian lapangan juga dilakukan bagi proses pengambilan sampel di kawasan kajian untuk kajian makmal.

Pemetaan semula pula dilakukan bagi memperbaharui dan memperbaiki peta dasar dan peta geologi kawasan kajian. Pembaharuan peta ini dilakukan sekiranya terdapat perubahan yang jelas dari segi pembinaan jalanraya yang berturap dan jalan raya belum berturap dan menentukan sempadan batuan yang terdapat di kawasan kajian. Proses pemetaan dilakukan dengan memilih beberapa lokaliti yang tertentu yang mempunyai singkapan. Selain itu analisis geologi struktur juga dilakukan dengan mengambil bacaan jurus dan kemiringan struktur geologi pada singkapan.

Persempelan dilakukan untuk membuat analisis makmal. Batuan bergred II diambil dan dilabelkan untuk tujuan analisis petrografi. Manakala batuan bergred II hingga V pula diambil untuk tujuan analisis kejuruteraan. Pengelasan gred luluhawa dilakukan berdasarkan pengredan yang dilakukan oleh Komoo (2000) (Jadual 1.2). Gred luluhawa batuan dibezakan melalui empat parameter yang utama iaitu warna, kekuatan bunyi, kekuatan batuan dan jarak retakan pada batuan (Komoo, 2000).

RUJUKAN

- Anon. 1979. Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping. Part 1. Rock and Soil Materials. *Bulletin of International Association of Engineering Geology*. **19**: 364 – 371.
- Arthinkson, J.H. 1978. *Maknik Tanah: Pengenalan Mekanik Tanah Peringkat Genting*. Rosiyah Abd. Latif (ptjr), 1991. Dewan Bahasa dan Pustaka, Universiti Malaya, Malaysia.
- Baba Musta & Mohammad Md. Tan .1996. *Perlakuan Luluhawa Batuan Ultrabases di Kawasan Telupid Sabah: Tafsiran Geokimia. Borneo Science 2* . ms 43.
- Basir, J., Sanudin, T. & Tating, F.F 1991. Late Eocene Planktonik Foraminifera from Crocker Formation. *Warta Geologi* .**Vol. 17**; 187-191
- Beavis, F.C. 1985 *Geologi kejuruteraan*. Ibrahim komoo & Tajul Anuar Jamaluddin (ptjr,1992). Dewan Bhasa dan Pustaka,Kuala Lumpur.
- Bell F.G ,1992. *Engineering In Rock Masses*. Butterworth-Heineman Ltd, Jordan Hill, Oxford.
- Bell, F.G. 2007. *Engineering Geology*. Ed. Ke – 2. Elsevier, United Kingdom.
- Broach, E. & Franklin, J.A. 1972. Indeks Kekuatan Ujian Beban Titik. Dalam Sarka, P. & Eloranta, P. 2001. *Rock Mechanics- Challenge For Society*. A.A.Balkema, The Netherlands : 176.
- Brown, E.T.1981. *Rock Characterization Testing & MonitoringI* (ISRM suggested method). Pergamon Press.

- Dearman, W.R. 1974. Weathering Classification in the Characterization of Rock for Engineering pupose in British Practice. *Bulletin of International Association of Engineering Geologist*. Vol 13.
- De Hoog, J.C.M,Janak, M.,Vrabec, M. & Froitzheim, N. 2009. Sepertinised peridotitrs from an Ultrahigh Pressure Terrane in Pohorje Mts (Eastern Alps, Slovenia). *Geochemical Constraints on Petrogenesis and Tectonic Setting*. Elsevier Publisher.
- Franklin, J.A & Chandra, A. 1972. The Slake Durability Test. *Int J Rock Mech Mn Sci*. 9 (1): 325 – 341. Dalam : Saftet Yagiz. 2011. Corelation Between Slake Durability and Rock Properties for Some Carbonate Rock. *Bull. Eng. Geol Enviroment* 70: 377-383.
- Franklin, I.A & Dusseault M.B. 1989. *Rock Engineering*. Mc Graw Hill Publishing Company, Singapore. Ms.33 – 38.
- Haile, N.S. 1969. Geosynclinal Theory and Organization Pattern of the North – West Borneo Geosyncline. *Journal Geology Society of London* 124:171-194.
- Hasbullah. 2009. *Geologi Am dan Geokimia di Kawasan Gunung Andrassy, Tawau, Sabah*. :Disertasi Sarjana Muda Sains Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.
- Hazebroek, H.P. & Tan, D.N.K 1993. Tertiary Tektonik Evolution of NW Sabah Continental Margin. *Geological Survey of Malaysia*. Bull.33.
- Hennie Fitria Wulandary Bte Soehady Erfen. 2009. *Penilaian Mikrofabrik dan sifat Kekuatan Bahan Btuan Vulkanik dan Batu Pasir Terluluhawa, Tawau, Sabah*. :Disertasi Sarjana Sains Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.
- Hutchison, C.S 1989. Geological Evolution of South - East Asia. *Geological Society of Malaysia*.

- Hutchinson, C.S 2007. Geological Evolution of South East Asia. *Geology Society of Malaysia*.
- Ibrahim Komoo. 1995. *Syarahana Perdana Geologi Kejuruteraan Perpektif Rantau Tropika Lembab*. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ibrahim Komoo, Ibrahim Abdullah & Juhari Mat Akhir. 1989. *Teknik Pemetaan Geologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor. Hal. 183.
- Ibrahim Komoo & Lim, T.H. 1985a. Hubungan antara gred luluhawa dengan ujian penusukan piawaian : satu penilaian awal (Relationship between weathering grade and standard penetration test : a preliminary evaluation). *Warta Geologi* 11(4): 163-167.
- Ibrahim Komoo & Lim, T.H. 1985b. Hubungan antara gred luluhawa dengan ujian penusukan piawan : satu penilaian awal (Relationship between weathering grade and standard penetration test : a preliminary evaluation). *Warta Geologi* 11(4): 163-167.
- Irfan , T.Y. & Dearman, w.r 1978. Engineering Classification & Index Properties of Granite. *Bull. Int. Assoc. Egnng,. Geol.* **23 – 24**.
- ISRM. 1979a. Suggested method For Determining The Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials. ISRM Commission On Standardization of Laboratory and Field Test. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* **16**. 135-140.
- ISRM. 1979b. Suggested method For Determining Water Content , Porosity, Density, Absobtion and Related Properties and Slake-Durability Index properties. ISRM Commission On Standardization of Laboratory and Field Test. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* **16**.141-156.
- ISRM. 1995. Suggested Method for Determining Point Load Strength. ISRM Commission On Standardization of Laboratory and Field Test. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* **22**.51-60.

- Jabatan Mineralogi Malaysia. 2012. *Data Tahunan Taburan Hujan* . Jabatan Meteorologi Malaysia, Cawangan Kota Kinabalu.
- Jabatan Pemetaan dan Ukur Malaysia. 2007. *Peta Tidak Terhad Telupid*. Jabatan Pemetaan dan Ukur Malaysia, Cawangan Sabah.
- Jabatan Perangkaan Malaysia 2012. *Taburan Penduduk Kawasan Telupid*, Jabatan Perangkaan Malaysia, Cawangan Sabah.
- Raging, C., Bellon, H., Bernard, F., Letouzey, J. & Sanudin Tahir. 1990. Neogen Arc – Continent Collision in Sabah North Borneo, Malaysia. *Tectonograpsics*. **183**:305 -319.
- Lenny Lau. 2013. *Geologi Am Dan Pengaruh Mikrofabrik Ke Atas Sifat Kejuruteraan Batuan Di Kawasan Kundasang, Ranau*. :Disertasi Sarjana Muda Sains Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.
- McLean, A.C & Gribble, C.B 1985. *Geology for Civil Engineers*.E & FN Spon. United Kingdom.
- Reinhard, M. & Wenk, E. 1951. Geological of The Clony of North Borneo. *British Geological Survey*. Bull **1**.
- Sanudin Tahir & Baba Musta. 2007. *Pengenalan Kepada Stratigrafi*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.
- Sonia Anak Sio, 2013. *Geologi Am Dan Pengaruh Mikrofabrik Ke Atas Sifat Kejuruteraan Batuan Ultrabes Di Kawasan Kg. Lohan – Kg. Perancangan, Ranau, Sabah*. :Disertasi Sarjana Muda Sains Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.

- Tan, D. & Lamy, J.M. 1990. *Tectonic Evolution of The North West Sabah Continental Margin Since Late Eocene*. Geological Society of Malaysia.
- Taylor, B. & Hayes, D. E. 1983. Origin and History of the South China Basin. Dlm Hayes D. E. (Peny.) *Tectonic and Geological Evolution of Southeast Asian Seas and Islands, Bhg. 2, American Geophysics Union Geophysical Monograph*, **27**:23 – 56.
- Tjia, H.D 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Tongkul, F. 1990 Structural Style and Tectonic of western and Northern Sabah. *Geological Society of Malaysia. Bull.* **27**: 277-240.
- Tongkul, F. 1991. Tectonic Evolution of Sabah. *Journal of South Asian Earth Sci.* **6** (3/4): 395-405.
- Tongkul, F. 1997. Structural Style and Tectonics of Western and Northern Sabah Malaysia . *Geology Society of Malaysia Bulletin*.