

**GEOLOGI AM DAN KAJIAN POTENSI AIR BAWAH TANAH  
MENGGUNAKAN KAEDAH KEBERINTANGAN GEOFIZIK  
DI SANDAKAN, SABAH**

**HASRILA BINTI LARODDING**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM GEOLOGI  
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**2015**

TERIMA

09 AUG 2015  
PUMS 991

PERPUSTAKAAN UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: GEOLOGI AIR DAN KAJIAN POTENSI AIR BAWAH TANAH  
MENGGUNAKAN KAEDAH GEOTIZIU DI SANDAKAN

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN  
GEOLOGI

SAYA: HASRILA BINTI LARODDING SESI PENGAJIAN: 2015  
(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH Disahkan oleh: NURULAIN BINTI ISMA'

  
LIBRARIAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat tetap: PENAMPANG, SABAH

  
ENCIK SAHAT SADIKUN  
NAMA PENYELIA

Tarikh: 23 JUN 2015

Tarikh: \_\_\_\_\_

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



\* 1000368416 \*



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## **PENGAKUAN**

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



HASRILA BINTI LA RODDING

(BS 12210007)

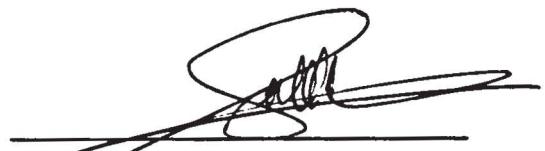
18 MEI 2015

PENPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1 PENYELIA  
(ENCIK SAHAT SADIKUN)



2 PENYELIA BERSAMA,  
(ENCIK HARDIANSIHAR SALLEH)



3 DEKAN  
(PROF. DR. BABA MUSTA)



## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah, lagi Maha Penyayang. Alhamdulillah, syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah dan kurnianya, disertasi ini dapat disiapkan.

Pertama sekalinya, saya ingin ucapan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya iaitu Encik Sahat Sadikun yang banyak memberikan tunjuk ajar dan pembetulan terhadap kesalahan yang saya lakukan sepanjang penyiapan tesis ini. Encik Hardiansyah Salleh, selaku pembantu penyelia yang sangat banyak menolong dan memberi tunjuk ajar semasa di lapangan, pemprosesan data dan penyiapan tesis ini. Tidak dilupakan kepada pensyarah geologi yang amat dikagumi dan dihormati iaitu Prof. Madya Dr. Baba Musta, Prof. Dr. Sanudin Hj.Tahir, Prof. Dr. Felix Tongkul, Prof. Dr. Shariff A. K. Omang, Dr. Ismail Abd Rahim, Pn. Hennie Fitria W. Soehady E., Pn. Hazerina Pungut, En. Rodeano Roslee, En. Junaidi Asis, En. Mohamed Ali Yusof dan Dr. Zulherry. Terima kasih di atas ilmu yang berguna sepanjang pengajian tempoh 3 tahun ini. Seterusnya, setinggi ucapan terima kasih kepada pembantu makmal seperti En. Alim Shah, En. Jalaludin Majalip, En. Sanin Awang dan En. Asrizal.

Seterusnya, setinggi penghargaan kepada ibu bapa tercinta, Puan Hjh. Hadara bt. Hj. Jamaluddin dan Hj. Larodding bin Baco atas segala doa, restu, dorongan, semangat, bantuan wang ringgit dan segala kemudahan yang disediakan dari awal pengajian hingga ke saat ini. Di mana pun saya berada, tak akan sama sekali dilupakan keluarga tersayang, kakak-kakak dan abang. Semoga suatu hari nanti, saya boleh membala jasa kalian semua.

Penghargaan juga buat Asha Kling Lawrence, Elystarina Indan, Hasnel binti Zailan, Magretta Mex Jaully@Nisa dan Tracy Guan Leong. Kepada teman seperjuangan Geofizik, Nurizzati Hasmira, Nurfatin Boiran, Hafiz Kasboll dan Azrul Fahmi, Al-Farid Abraham, Fakhzan Anuar, Intan Wahinah, Cherrina Aisyah, Julayha Hanafiah, Rachell Lynn dan Amira Farhanah, terima kasih kerana membantu membuat kajian di lapangan. Terima kasih juga dengan semua bantuan pemprosesan data. Tidak dilupakan kepada 'Family Geologi' 2012/2015. Harap persahabatan dan perkenalan ini akan berkekalan dan tidak akan putus hubungan walau di mana pun kita semua berada. Semoga berjaya dalam hidup dan jangan lupa asal usul.

## **ABSTRAK**

Kajian ini melibatkan kajian Geologi Am dan Kajian Keberintangan Elektrik untuk Mengenalpasti Potensi Air Bawah Tanah di Sekitar Sandakan, Sabah. Kawasan kajian ini termasuk dalam latitud  $05^{\circ}48' U$  sehingga  $05^{\circ}53' U$  dan longitud  $118^{\circ}01' T$  sehingga  $118^{\circ}06' T$ . Kawasan kajian merupakan Formasi Sandakan yang berusia Miosen Atas dan mempunyai endapan aluvium yang berusia Kuartener. Kajian geologi am merangkumi kajian geomorfologi Sandakan, sekitaran tektonik, geologi struktur, stratigrafi, sedimentologi dan petrografi batuan Sandakan. Kajian geofizik melibatkan kajian keberintangan menggunakan protokol Schlumberger dengan menggunakan peralatan ABEM Terrameter LS. Jarak bukaan wayar survei adalah sepanjang 400 m. Potensi air bawah tanah boleh diketahui dengan menganalisa nilai keberintangan batuan di sub-permukaan di sekitar kawasan kajian dengan bantuan perisian RES2DINV yang melibatkan data dalam bentuk keratan rentas 2-D yang melibatkan proses penyongsangan (*inversion process*). Sebanyak lima stesen telah dipilih di sekitar kawasan kajian untuk dilakukan kajian keberintangan. Berdasarkan kajian keberintangan yang telah dilakukan pada ke lima-lima stesen, nilai keberintangan bahan bumi sub-permukaan telah diketahui dan sekaligus berjaya mengenalpasti potensi air bawah tanah. Hasil penemuan kajian mendapati bahawa kelima-lima stesen yang dilakukan analisis keberintangan mempunyai potensi air bawah tanah. Analisis hidrogeologi iaitu analisis keporosan dan analisis keboletelahpan telah dilakukan ke atas sampel tanah dari singkapan Formasi Sandakan.

## **ABSTRACT**

*This research involves the study of General Geology and Electrical Resistivity Survey for Identifying Potential Groundwater Around Sandakan, Sabah. The study area includes the latitude 05°48' N until 05°53' N and longitude 118°01' E until 118°06' E. The study area is the Sandakan Formation with Upper Miocene age and has alluvial deposits of Quaternary age. The general geological study includes a review of Sandakan geomorphology, tectonic setting, structural geology, stratigraphy, sedimentology and petrography of rocks in Sandakan. Geophysical studies involving protocols Schlumberger resistivity survey using equipment ABEM Terrameter LS. The openings wire within the survey is over 400 m. The potential for groundwater can be determined by analyzing the resistivity of rock in the sub-surface in the vicinity of the study area with the help of software RES2DINV involving data in the form of 2-D cross sections that involve inversion process. A total of five stations have been chosen around the study area to be conducted resistivity survey. Based on the resistivity survey that has been done on the five stations, the resistivity of the earth's subsurface had well known to successfully identify potential groundwater. The findings showed that the five stations have underground water potential. Hydrogeological analysis of porosity and analysis permeability analysis was performed on soil samples from outcrop of Sandakan Formation.*

## KANDUNGAN

Muka Surat

---

PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	i
PENGHARGAAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
SENARAI KANDUNGAN	v
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xvi
SENARAI FOTOMIKRO	xix
RUJUKAN	132
LAMPIRAN	

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Objektif Kajian	1
1.3	Kepentingan Kajian	2
1.4	Lokasi Kawasan Kajian	2
1.5	Kajian Terdahulu	5
1.5.1	Kajian Geologi Am'	5
1.5.2	Kajian Geofizik	7
1.6	Kaedah Kajian	9
1.6.1	Kajian Awal	11
1.6.2	Kajian Lapangan & Kajian Geofizik	12
1.6.3	Analisis Makmal	15
1.6.4	Analisis Data	16



1.6.5	Penulisan Disertasi	18
1.7	Kekangan Kajian	19

## **BAB 2 GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI**

2.1	Pengenalan	20
2.2	Geografi	20
2.2.1	Populasi Penduduk dan Kegiatan Ekonomi	21
2.2.2	Sistem Perhubungan	25
2.2.3	Suhu	28
2.2.4	Taburan Hujan	28
2.3	Geomorfologi	30
2.3.1	Topografi	31
2.3.2	Sistem Saliran	33
2.4	Proses Geomorfologi	35
2.4.1	Luluhawa	35
2.4.2	Hakisan	40
2.4.3	Susutan Daratan	42

## **BAB 3 GEOLOGI AM**

3.1	Pengenalan	44
3.2	Latar Belakang Tektonik	44
3.3	Evolusi Tektonik Rantau	48
3.4	Stratigrafi	51
3.4.1	Stratigrafi Rantau	51
3.4.2	Stratigrafi Tempatan	54
3.5	Unit Batuan	55
3.5.1	Formasi Sandakan	57

3.5.2	Endapan Aluvium	60
3.6	Struktur Sedimen	60
3.6.1	Struktur Endapan Biogenik	60
3.6.2	Struktur Sedimen Bukan Organik	61
<b>BAB 4 ANALISIS DATA GEOFIZIK DAN PERBINCANGAN</b>		
4.1	Pengenalan	78
4.2	Keberintangan Geofizik dengan Menggunakan Protokol Schlumberger	79
4.3	Eksplorasi Air Bawah Tanah	83
4.4	Lokasi Kajian	86
4.5	Analisis Data Keberintangan, Data Pengutaban Teraruh dan Potensi Air Bawah Tanah	88
3.5.1	Stesen 1: Jalan Lintas Sibuga	88
3.5.2	Stesen 2: Jalan Tinosan	95
3.5.3	Stesen 3: Jalan Estate North	102
3.5.4	Stesen 4: Jalan Sibuga	109
3.5.5	Stesen 5: Jalan Kampung Melayu	115
4.6	Analisis Hidrogeologi	121
4.6.1	Analisis Keporosan	122
4.6.2	Analisis Kebolehtelapan	124
4.6.3	Kesimpulan	125
4.7	Perbincangan	126
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		
5.1	Pengenalan	128

5.2	Kesimpulan	128
5.2.1	Geologi Am	128
5.2.2	Geofizik	129
5.2.3	Potensi Eksplorasi Air Bawah Tanah	130
5.3	Cadangan	131
	RUJUKAN	132

## SENARAI JADUAL

<b>No. Jadual</b>		<b>Muka Surat</b>
1.1	Jadual menunjukkan senarai jenis batuan, tanah dan air berserta nilai keberintangan.	18
1.2	Format penulisan disertasi.	19
2.1	Bilangan penduduk di daerah Sandakan mengikut kewarganegaraan dan suku kaum.	21
2.2	Pengelasan gred luluhawa. (Ibrahim Komoo, 1992)	36
3.1	Ringkasan stratigrafi kawasan kajian di Sandakan. (Diubah suai daripada : Baba et. al., 2010)	55
3.2	Menunjukkan keputusan analisis-analisis daripada Gambarajah Roset	71
3.3	Jadual menunjukkan peratusan mineral kuarza, feldspar, serpihan batuan dan matriks dalam keratan nipis batuan.	74
3.4	Jadual menunjukkan peratusan mineral kuarza, feldspar dan serpihan batuan bagi pengelasan batu pasir dalam segitiga Pettijohn (1975).	74
4.1	Jadual keberintangan bahan utama & bahan tanah (Keller dan Frischknecht, 1966).	84
4.2	Julat keberintangan sedimen dan air (Telford et al., 1990) dalam Hardiansyah Salleh & A. Rahim Samsudin (2012).	85
4.3	Julat keberintangan, kekonduksian dan kegaraman jenis air. (Bernard, 2003)	85
4.4	Nilai keberintangan eletrik untuk air dan batuan sedimen. (Zohdy & Martin, 1993).	85
4.5	Julat keberintangan unit-unit batuan di Kawasan Sandakan (Umar et. al., 1989).	86
4.6	Lokasi dan kordinat stesen kajian.	86
4.7	Hasil analisis keberintangan daripada Stesen 1.	95
4.8	Hasil analisis keberintangan daripada Stesen 2	102

4.9	Hasil analisis keberintangan daripada Stesen 3	108
4.10	Hasil analisis keberintangan daripada Stesen 4	115
4.11	Hasil analisis keberintangan daripada Stesen 5	121
4.12	Julat keporosan bagi sedimen (Fetter, 2001)	123
4.13	Julat kebolehtelapan bagi sedimen (Fetter, 2001)	125
5.1	Ringkasan potensi air bawah tanah di setiap stesen	130

## SENARAI RAJAH

<b>No. Rajah</b>		<b>Muka Surat</b>
1.1	Peta Sabah yang menunjukkan lokasi kawasan kajian.	3
1.2	Peta dasar kawasan kajian.	4
1.3	Peringkat utama kaedah kajian.	9
1.4	Reka bentuk dan susun atur metodologi kawasan kajian.	10
1.5	Rajah susun atur Schlumberger.	15
1.6	Carta pengelasan batu pasir Pettijohn (1975).	16
1.7	Menunjukkan contoh rajah yang akan terhasil berdasarkan data keberintangan di kawasan kajian.	17
2.1	Menunjukkan peratusan penduduk mengikut suku kaum di Sandakan.	22
2.2	Peta sistem perhubungan di kawasan kajian.	25
2.3	Purata suhu tahunan bagi kawasan Sandakan dari tahun 2004 sehingga 2013.	28
2.4	Taburan hujan bulanan dari bulan Januari sehingga Disember bagi tahun 2013.	29
2.5	Bilangan hari hujan bagi tahun 2013 dari bulan Januari sehingga Disember.	30
2.6	Topografi kawasan kajian.	31
2.7	Peta Saliran yang terdapat di kawasan kajian.	33
2.8	Peta Topografi yang menunjukkan taburan ketinggian di kawasan kajian.	29
2.9	Peta saliran kawasan kajian.	34
3.1	Menunjukkan plet Laut China Selatan yang masuk ke bawah perisai sunda di bahagian Barat yang membentuk akresi Rajang dan akresi Crocker.	46
3.2	Menunjukkan kegiatan plet-plet tektonik dan kedudukan Borneo yang dikelilingi oleh tiga lautan. (Diubahsuai daripada Taylor & Hayes, 1992, dalam Tan dan Lamy,	47

	1990) Menunjukkan zon subduksi aktif yang disempadani oleh Parit Palawan dan Parit Borneo Menunjukkan zon subduksi aktif yang disempadani oleh Parit Palawan dan Parit Borneo	
3.3	Menunjukkan zon subduksi aktif yang disempadani oleh Parit Palawan dan Parit Borneo Menunjukkan zon subduksi aktif yang disempadani oleh Parit Palawan dan Parit Borneo	48
3.4	Menunjukkan deformasi tektonik yang telah berlaku ke atas Sabah.	49
3.5	Menunjukkan pembahagian arka volanik, basin.	50
3.6	Peta Geologi Sabah. (Sumber: Pengenalan kepada Stratigrafi, Sanudin & Baba, 2007)	52
3.7	Menunjukkan ringkasan stratigrafi Sabah. (Di ubah suai dari Sanudin & Baba, 2007)	54
3.8	Menunjukkan pembahagian sempadan unit batuan di kawasan kajian.	56
3.9	Imej satelit kawasan yang menunjukkan permatang kawasan kajian yang diperolehi daripada imej satelit. (Sumber: Google Maps)	67
3.10	Menunjukkan analisis Gambarajah Ros daripada data lineamen positif.	68
3.11	Menunjukkan analisis linemen negatif yang disurih daripada lembah dan sungai di kawasan kajian	69
3.12	Menunjukkan analisis Gambarajah Ros daripada data lineamen negatif.	69
3.13	Menunjukkan analisis perlapisan di kawasan kajian..	70
3.14	Analisis kekar.	71
3.15	Pengelasan Kematangan dari segi tekstur dan kimia.	75
3.16	Carta Pettijohn yang menunjukkan kematangan batuan.	76
4.1	Susun atur Schlumberger dan formula bagi mengira nilai keberintangan asal.	81



4.2	Contoh keratan rentas yang dihasilkan	81
4.3	Menggambarkan pergerakan arus eletrik dalam bumi	82
4.4	Susunan air tanah dan air bawah tanah secara menegak	83
4.5	Kedudukan kelima-lima stesen di sekitar kawasan kajian.	87
4.6	Menunjukkan arah survei dan J/K yang terdapat berhampiran kawasan survei.	88
4.7	a. Keratan rentas 2-D yang menghasilkan data kajian keberintangan ketara pada Stesen 1.	90
	b. Keratan rentas 2-D yang menghasilkan data pengutuban teraruh pada Stesen 1.	91
	c. Pentafsiran awal unit batuan berdasarkan nilai keberintangan ketara.	91
	d. Identifikasi mineral lempung daripada data pengutuban teraruh di Stesen 1.	92
	e. Pentafsiran sub-permukaan berdasarkan maklumat keberintangan dan pengutuban teraruh.	92
	f. Analisis kewujudan air bawah tanah	94
4.8	Menunjukkan arah survei dan J/K yang terdapat berhampiran kawasan survei.	95
4.9	a. Keratan rentas 2-D yang menghasilkan data kajian keberintangan ketara pada Stesen 2	98
	b. Keratan rentas 2-D yang menghasilkan data pengutuban teraruh pada Stesen 2.	98
	c. Pentafsiran awal unit batuan daripada data keberintangan ketara.	99
	d. Pentafsiran mineral lempung melalui data pengutuban teraruh pada Stesen 2.	99
	e. Pentafsiran sub-permukaan berdasarkan data keberintangan dan data pengutuban teraruh.	100
	f. Analisis air bawah tanah bagi stesen 2.	101



4.10	Menunjukkan arah survei dan J/K yang terdapat berhampiran kawasan survei.	103
4.11	a. Data keberintangan ketara yang terhasil daripada perisian RES2DINV pada Stesen 3. b. Data pengutuban teraruh pengutuban teraruh di Stesen 3. c. Pentafsiran awal daripada data keberintangan ketara. d. Analisis pengutuban teraruh pada Stesen 3 e. Pentafsiran sub-permukaan berdasarkan maklumat keberintangan dan pengutuban teraruh di Stesen 3. f. Analisis potensi air bawah tanah Stesen 3	105 105 106 106 107
4.12	Menunjukkan arah survei dan J/K yang terdapat berhampiran kawasan survei.	109
4.13	a. Keratan rentas 2-D yang terhasil bagi data keberintangan ketara di Stesen 4. b. Keratan rentas 2-D yang terhasil bagi data pengutuban teraruh di Stesen 4. c. Tafsiran awal unit batuan daripada data keberintangan ketara yang terdapat di Stesen 4. d. Pentafsiran analisis lempung daripada data pengutuban teraruh. e. Pentafsiran struktur sub-permukaan di Stesen 4 daripada analisis data keberintangan dan pengutuban teraruh. f. Tafsiran analisis air bawah tanah pada Stesen 4	111 111 112 112 113
4.14	Menunjukkan arah survei dan J/K yang terdapat berhampiran kawasan survei.	114
4.15	a. Keratan rentas 2-D yang menghasilkan data	115



	keberintangan ketara di Stesen 5.	117
b.	Keratan rentas2-D yang menghasilkan data pengutuban teraruh di Stesen 5.	117
c.	Pentafsiran awal unit batuan daripada data keberintangan ketara pada Stesen 5.	118
d.	Analisis kewujudan lempung pada Stesen 5.	
e.	Analisis sub-permukaan berdasarkan data keberintangan dan data pengutuban teraruh pada Stesen 5.	118
f.	Analisis potensi air bawah tanah di Stesen 5	
4.16	Menunjukkan saiz butiran yang hampir sama mempunyai ruang pori yang tinggi manakala saiz butiran yang tidak seragam mempunyai ruang pori yang rendah.	120 123

## SENARAI FOTO

<b>No. Foto</b>		<b>Muka Surat</b>
1.1	Alat Geofizik yang digunakan untuk kajian keberintangan Geofizik (ABEM Terrameter LS).	13
1.2	Menjalankan kaedah keberintangan geofizik di lapangan.	14
2.1	Menunjukkan kawasan penanaman kelapa sawit yang terdapat di Sandakan.	23
2.2	Pusat pelancongan yang menjadi tarikan pelancong ke daerah Sandakan,Sabah.	24
2.3	Menunjukkan jalan raya utama dari Jalan Labuk.	26
2.4	Pelabuhan Sandakan yang merupakan pengangkutan air di Sandakan.	27
2.5	Kawasan yang mempunyai topografi rendah iaitu kurang daripada 100m ketinggian dari paras laut.	32
2.6	Kawasaan yang bertopografi tinggi di kawasan kajian. Bukit Seguntor dengan ketinggian 257meter dari paras laut	33
2.7	Sungai Kebun Cina 3 yang terdapat di kawasan kajian.	35
2.8	Permukaan singkapan mengalami luluhawa fizikal yang melibatkan pengelupasan.	37
2.9	Luluhawa kimia terjadi di permukaan dengan menukar warna singkapan.	38
2.10	Menunjukkan tanah berlaku luluhawa biologi diakibatkan oleh akar pokok.	39
2.11	Menunjukkan luluhawa biologi hasil daripada korekan haiwan di kawasan kajian	39
2.12	Hakisan alur yang terdapat di kawasan kajian.	41
2.13	Hakisan pemecutan yang disebabkan oleh aktiviti manusia seperti pemotongan bukit.	42
2.14	Susutan daratan yan wujud di lokasi kajian	43
3.1	Formasi Sandakan yang terdiri daripada selang lapis batu pasir dan batu lumpur.	57



3.2	Fosil moluska yang menunjukkan sekitaran pengendapan laut cetek di Formasi Sandakan di kawasan Sibuga.	58
3.3	Batu arang telah dijumpai di Formasi Sandakan di Kawasan Sibuga.	59
3.4	Kawasan endapan aluvium di tepi sungai.	60
3.5	Fosil surih ( <i>Ophiomorpha</i> ) yang dijumpai di lapisan batu pasir Formasi Sandakan di Taman Melrose.	61
3.6	Struktur Lapisan yang dijumpai di Formasi Sandakan di Taman Melrose.	62
3.7	Struktur laminasi yang dijumpai bersama lensa arang di Formasi Sandakan di Taman Melrose.	63
3.8	Struktur swalley dan hummocky yang dijumpai di Formasi Sandakan di Taman Melrose.	64
3.9	Struktur bebola dan bantal yang dijumpai di Formasi Sandakan di Taman Melrose.	65
4.1	Peralatan ABEM Terrameter LS yang digunakan di lapangan.	80
4.2	Kajian keberintangan dijalankan di Jalan Lintas Sibuga. (GPS: $05^{\circ} 49.013'U$ dan $118^{\circ} 02.338'T$ )	89
4.3	Singkapan yang terdapat berdekatan dengan kawasan survei keberintangan.	89
4.4	Kajian keberintangan sepanjang Jalan Tinosan. (GPS : $05^{\circ} 51.832' U$ dan $118^{\circ} 04.097' T$ ).	96
4.5	Singkapan Formasi Sandakan yang terdapat berdekatan dengan kawasan survei di Jalan Tinosan.	97
4.6	Kajian keberintangan di Jalan Estate North. GPS : $05^{\circ} 49.547' U$ dan $118^{\circ} 04.506' T$ .	103
4.7	Singkapan Formasi Sandakan yang terdapat di stesen kajian. Foto menunjukkan Formasi Sandakan di kawasan kajian mempunyai kadar luluhawa gred 5	104
4.8	Kajian keberintangan dilakukan di Jalan Sibuga yang mempunyai kordinat $05^{\circ} 51.712' U$ dan $118^{\circ} 02.106' T$ .	110

4.9	Kajian keberintangan di Jalan Kg. Melayu koordinat $05^{\circ} 52.693' U$ dan $118^{\circ} 05.416' T$ .	116
4.10	Lokasi sampel di ambil di singkapan Formasi Sandakan. (GPS: $05^{\circ} 49.547' U$ dan $118^{\circ} 04.506' T$ ).	122
4.11	Analisis keporosan tanah bagi Formasi Sandakan	124
4.12	Analisis kebolehtelapan tanah bagi Formasi Sandakan	125

## **SENARAI FOTOMIKRO**

<b>No. Fotomikro</b>		<b>Muka Surat</b>
3.1	Mineral pembesaran XPL 20 x 0.5 pol	73
3.2	Mineral pembesaran PPL 20`x 0.5 pol.	73

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Tajuk disertasi ini ialah Geologi Am dan Kajian Potensi Air Bawah Tanah Menggunakan Kaedah Keberintangan Geofizik di Sekitar Kawasan Sandakan, Sabah. Kajian ini fokus kepada aspek geologi am dan juga aspek geofizik. Kajian ini diberikan masa tempoh dua semester dan dibahagikan kepada dua peringkat iaitu Projek 1 dan Projek 2. Penghasilan disertasi merupakan keperluan untuk mendapat kelulusan dalam Ijazah Sarjana Muda dengan Kepujian Geologi.

#### **1.2 Objektif Kajian**

Kajian ini bermatlamat untuk mengkaji geologi am dan mengkaji keberintangan geofizik di Formasi Sandakan. Data-data yang diperoleh merangkumi aspek-aspek geologi dan geofizik. Untuk memastikan proses kajian dapat dilakukan dengan lancar, beberapa objektif telah ditetapkan.

- a. Mengemaskini peta geologi kawasan kajian.
- b. Mengkaji ciri-ciri geologi am dan geomorfologi kawasan kajian.
- c. Mencari potensi air bawah tanah menggunakan kaedah keberintangan geofizik.

### **1.3 Kepentingan Kajian**

Antara faktor yang menjadi punca dalam pemilihan bidang kajian ini adalah untuk mengenal pasti kawasan yang berpotensi untuk mempunyai air bawah tanah di daerah Sandakan. Air bawah tanah merupakan sumber tenaga semulajadi yang terhasil daripada kejadian aktiviti tektonik seperti batuan yang lebih tua mengalami retakan dan air mudah tertakung di antara lapisan akibat kewujudan akuifer. Kajian geologi am dan potensi air bawah tanah luar bandar ini sangat penting kerana ia boleh menjadi salah satu sumber penjanaan tenaga yang mesra alam. Selain itu, pencarian air bawah tanah juga penting untuk membekalkan penduduk sekitar dengan sumber air yang bersih.

### **1.4 Lokasi Kawasan Kajian**

Kawasan kajian berada di bahagian Timur Sabah, dengan anggaran 338 Km daripada Kota Kinabalu (Rajah 1.1). Lokasi kawasan kajian terletak pada latitud  $05^{\circ}48' U$  sehingga  $05^{\circ}53' U$  dan longitud  $118^{\circ}01' T$  sehingga  $118^{\circ}06' T$  (Rajah 1.2). Keluasan kawasan kajian adalah 110 Km persegi. Kawasan kajian merupakan Formasi Sandakan yang berusia Miosen Awal dan endapan aluvium yang berusia Kuartener. Formasi Sandakan terdiri daripada selang lapis antara batu pasir dan batu lumpur yang mempunyai kehadiran fosil (Sanudin & Baba, 2007).

## RUJUKAN

Abdul Rahim & Samsuddin, 1990, Geofizik Konsep dan Penggunaan. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Baba Musta, Mohd. Harun Abdullah & Sanudin Hj. Tahir. 2010. Geokimia Volkano Lumpur Pulau-Pulau Penyu, Sandakan, Sabah. *Bulletin of The Geological Society of Malaysia*, **56**: 67-73.

Balaguru and Robert Hall. 2009. Tectonic Evolution and Sedimentation of Sabah, North Borneo, Malaysia. Search and Discovery Article #**30084**

Bernard J., April 2003. Short note on *The Principles of Geophysical Method for Groundwater Investigations*. [www.Terraplus.com](http://www.Terraplus.com)

Billings, M.P. 1974. *Structural Geology*. Prentice-Hall, New Delhi. 606.

Charles J. Vörösmarty, Pamela Green, Joseph, Richard B. Lammers (2000), Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science* 14 July 2000: Vol. 289 no. 5477 pp. 284-288 DOI: 10.1126/science.289.5477.284

Clemnell, M.B. 1991. The Origin and Tectonic Significance of Melanges in Eastern Sabah, Malaysia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences. Special Issue: Orogenesis in Action-Tectonics and Processes at The West Equatorial Pacific Margin*, **6**: 407-430.

Collenette, P. 1965. The Garinono Formation, Sabah. Malaysia. *Borneo Region, Malaysia, Geology Survey Annual Report for 1965*, 161-165.

Dahlin, T. 2001. *The Development of DC Resistivity Imaging Techniques. Computers and Geosciences*. **27** : 1019 – 1029.

Emenike, E. A. 2001. Geophysical Exploration for Groundwater in a Sedimentary Environment, Southeastern Nigeria. *Global Journal of Pure and Applied Sciences Vol. 7*, No.1.

- Fetter, C. W. 2001. Applied Hydrogeology. Fourth Edition. *Soil & Aquifer Properties and Their Effects on Groundwater*. University of Wisconsin Oshkosh.
- Fitch, F.H. 1958. *The Geology & Mineral Resources of The Sandakan Area Part of Kinabatangan & Labuk Valley, North Borneo*. British Borneo Geology Survey Memoir 9,200.
- Freeland, R. S., J. C. Bouldin, R. E. Yoder, D.D Tyler, J. T. Ammons. 1997. *Mapping Preferential Water Flow Paths Beneath Loess Terrains Using Ground-Penetrating Radar*. Proceeding of The ASAE International Meeting. Minneapolis, Minnesota.
- Griffiths, D.H. and Barker, R.D. (1993). Two-dimensional resistivity imaging and modelling in areas of complex geology. *Journal of Applied Geophysics*.
- Haile, N.S. 1969. *Geosynclinal Theory and Organization Pattern of The North-West Borneo Geosyncline*. *Journal Geology Society of London* **124**: 171-194
- Hall, R. 2002. Cenozoic Geological and Plate Tectonic Evolution of SE Asia and The SW Pacific: Computer-Based Reconstructions, Models and Animations. *Journal of Asian Earth Sciences*, **20**: 353-434
- Hamilton, W. 1979. Tectonic of Indonesian Region. U.S. *Geol. Survey Prof.*, **1078**: 345
- Hardiansyah Salleh & Abdul Rahim Samsudin. 2012. Keberintangan Geoelektrik Batuan Sedimen di Semenanjung Dent, Lahad Datu, Sabah. *National Geoscience Conference 2012*, 148-149.
- Hatum Van, M. W. A., Hall, R., and Nicholas, G. J., 2002. *Provence of Northern Borneo Sediment*. *Jakarta 29<sup>th</sup> Indonesian Petroleum Association Proceeding*, **1**: IPA03 – G- 016.
- Hazebroek, H.P. & Tan, D.N.K 1993. Tertiary Tectonic Evolution of NW Sabah Continental Margin. *Geological Survey of Malaysia*. Bull.33.
- Hutchison, C.S. 1989. *Geology of North-West Borneo (Sarawak, Brunei and Sabah)*.

- Hutchison, C.S. 1996. The Rajang Accretionary Prism and Lumar Line Problem of Borneo. Dalam Hall, R and Blundell, D. (eds). Tectonic Evolution of Southern Asia, Geological Society London. Special Publication. **106**:247-261.
- Hutchison C. S. 2005. Geology of North-West Borneo. Elsevier.
- Ibrahim Komoo, Ibrahim Abdullah & Jauhari Mat Akhir. 1989. *Teknik Pemetaan Geologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor. Hal. 183.
- Ibrahim Komoo. 1989. Pemetaan Geologi Asas, Terjemahan. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Jabatan Meteorologi Malaysia. 2014. Data Hujan dan Suhu Tahunan Cawangan Sabah, Bahagian Kaji Iklim, Kota Kinabalu, Sabah.
- Jabatan Perangkaan Negeri Sabah. 2010. Jumlah Penduduk Mengikut Etnik. Jabatan Perangkaan Cawangan Negeri Sabah.
- Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia. 2002. Lembaran, Skala 1 : 50 000. Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia Cawangan Kota Kinabalu, Sabah.
- Keller, G. V., and F.C. Frischknecht. 1996. *Electrical Methods in Geophysical Prospecting*. Pergamon Press, New York.
- Kerr, P.F. 1977. Optical Mineralogy, 4<sup>th</sup> Edition Mc Graw-Hill, New York.
- Khairunnisa B. Klem. 2010. *Analisis Fasies Formasi Sandakan di Kawasan Utara Sandakan*. Disertasi Sarjana Muda Universiti Malaysia Sabah.
- Koeffoed, O. 1979. *Geosounding Principles 1: Resistivity Sounding Measurements*. Elsevier, Amsterdam.
- Lakam Anak Mejus & Rahman Yaccup. 2006. Groundwater Survey Using Geophysical Resistivity Method At a Proposed Project RAMSAR Development Site, Tasek Bera, Pahang Darul Makmur. *Geological Society of Malaysia Bulletin*. **52**: 97-101.
- Lee, D.T.C. 1970. Sandakan Peninsular, Eastern Sabah. *Geological Survey Department Report*, **6**: 174.

- Lobeck, A.K., 1981. Geomorfologi; *Pengenalan kepada kajian Pandangan Darat*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Loke, M. H. & Barker, R. D 1996. Rapid least square inversion of apparent resistivity pseudosection by quasi-Newton method. *Geophysical prospecting*, 44: 131-152.
- Loke, M.H. RES2DINV software users manual. (1997).
- Loke, M.H, Acworth, I. & Dahlin, T. 2003. A Comparison of Smooth and Blocky Inversion Methods in 2D Electrical Imaging Surveys. *Exploration Geophysics* 34 : 182-187.
- Mendel, S. & Shiftan Z. L. 1981. Groundwater Resources : Investigation and Developoment. Academic Press, New York.
- Muhammad Fallah bin Zahri. 2014. *Geologi Am dan Potensi Air Bawah Tanah Menggunakan Kaedah Geofizik di Kayu Madang, Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Universiti Malaysia Sabah.
- Norhamenah binti Mohd. Ismail. 2001. *Kajian Fasies Formasi Sandakan di Kawasan Utara Pekan Sandakan*. Disertasi Sarjana Muda Sains (Tidak diterbitkan).
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R. 1987. *Sand and Sandstone*. Berlin, Heidelberg, New York.
- Rahman B. Yaacup, Wan Zakaria B. Wan Muhammad Tahir & Mohd Khalid B. Nasir. 2002. Penggunaan Kaedah Pengimejan Keberintangan Geoelektrik dan Isotop Sekitaran dalam Kajian Air Resapan di Empangan Durian Tunggal, Melaka. *Annual Geological Conference 2002*, 26-27 May Kota Bharu, Kelantan Malaysia.  
Ms: **129-133.**
- Rangin, C., Bellon, H., Bernard, F., Letouzey, J., Muller, C. & Sanudin Tahir. 1990. Neogene Arc- Continent Collision in Sabah, Northern Borneo (Malaysia). *Tectonophysics*, **183**: 305-319
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester, UK: J. Wiley and Sons.

- Rodeano, R., Sanudin, T. & Omang, S. A. K., 2006. Engineering Geology of Kota Kinabalu. Sabah, National Geosciences Conference 2006, Geological Society of Malaysia, University Malaysia Sabah.
- Sahat Sadikun. 1992. *Reconnaissance Electrical Survey for Geothermal Exploration in The Poring Hot Spring, Ranau, Sabah*. Buletin Persatuan Geologi Malaysia **31**.
- Sanudin Hj. Tahir & T.H. Tan. 1986. *The Sabah Melange – A Stratigraphic Unit*. Warta Geologi. **12**: 50 – 59.
- Sanudin Hj. Tahir & Baba Musta. 2007. *Pengenalan kepada Stratigrafi*. Universiti Malaysia Sabah. Kota Kinabalu.
- Sanudin Tahir, Baba Musta & Ismail Abdul Rahim. 2010. Geological Heritage Features of Tawau Volcanic Sequence, Sabah. *Bulletin of The Geological Society of Malaysia*, **56**: 79 – 8.
- Sarris A. & Jones R.E.. 2000. Geophysical and Related Techniques Applied to Archaeological Survey in The Mediterranean: **Vol 13**, No 1.
- Selley. R.C 1988. Applied Sedimentology. Academic Press, London.
- Sheriff E. 1991. *Encyclopedic dictionary of applied geophysics*/Robert E. Sheriff.- 4th ed.p. cm.-- (Geophysical references; v. 13) Rev. ed. of: *Encyclopedic dictionary of exploration geophysics*. 3rd ed.
- Sukman bin Ambo. 2013. *Geologi Am dan Kajian Keberintangan Elektrik di Jalan Apas-Balung Tawau, Sabah*. Disertasi Sarjana Muda Sains dengan Kepujian Geologi. Universiti Malaysia Sabah.
- Supeno, Nurul Priyantari, Gusfan Halik. 2008. *Determination of Subsurface Structure of Landslide Area According To Interpretation of Resistivity Data*. **Vol 9**, No 1.
- Tan, D. & Lamy. J.M. 1990. *Tectonic Evolution of 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*. Dalam Hayes D. E. (Peny). Tectonic and Geological Evolution of Southeast Asian Seas and Island, Bahagian 2, American Geophysics Union Geophysical Monograph, **27**:23-56
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E and Key, D. A (pnyt.), 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press.
- Tjia, H. D. 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Tongkul, F. 1987. *The Sedimentary and Structure of The Kota Kinabalu Area, Sabah. Malaysia*. Tesis Ph.D. University of London.
- Tongkul, F. 1991. *Tectonic Evolution of Sabah, East Sabah. Malaysia*. Geological Survey East Malaysia. Report 6.
- Tongkul, F. 2007. *Sedimentologi*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. Selangor.
- Umar Hamzah, Sahat Sadikun & Mohd Barzani Gasim. 1989. Kajian Keberintangan Substratum di Sekitar Kawasan Tadahan Bandar Sandakan. Sains Malaysiana **18** (1) 1989: 87 – 100.
- Wan Azmona, 1990. *Geologi Am Kawasan Timur Selatan Sandakan Sabah*. Disertasi Sarjana Muda Sains. Universiti Kebangsaan Malaysia. Bangi.
- William J. Sutherland. 1996. From Individual Behaviour to Population Ecology. School of Biological Sciences University of East Anglia, Norwic. Oxford University Press. 1996.
- Young, M.E., de Brunjin, R.G.M., and Salim Al-Ismaidy, A. 1998. Reports: *Exploration of an Alluvial Aquifer in Oman by Time-Domain Electromagnetic Sounding*. Hydrogeology Journal. **6** : 383 – 393.
- Zohdy, A. A. R., dan Martin, R. J., 1993. *A study of sea water intrusion using Direct Current Sounding in The Southern Part of The OX Ward Plain California*. Open-file reports 93-594 U. S. Geological Survey. Ms 139.