

**KAJIAN PROSPEK AIR BAWAH TANAH  
DALAM KUMPULAN BATUAN TERPILIH  
DENGAN MENGGUNAKAN KAEDAH  
KEBERINTANGAN GEOELEKTRIK DI SABAH,  
MALAYSIA**



**MOHD SAZALY BIN BASARIAN**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2018**

**KAJIAN PROSPEK AIR BAWAH TANAH  
DALAM KUMPULAN BATUAN TERPILIH  
DENGAN MENGGUNAKAN KAEDAH  
KEBERINTANGAN GEOELEKTRIK DI SABAH,  
MALAYSIA**



**MOHD SAZALY BIN BASARIAN**

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

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2018**

**UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

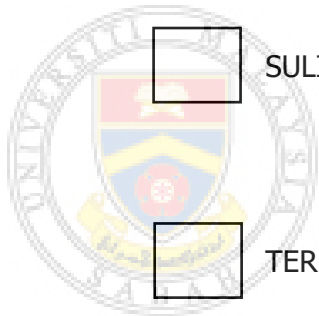
**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS**

JUDUL : **KAJIAN PROSPEK AIR BAWAH TANAH DALAM KUMPULAN BATUAN TERPILIH DENGAN MENGGUNAKAN KAEDAH KEBERINTANGAN GEOELEKTRIK DI SABAH, MALAYSIA**

IJAZAH : **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**

Saya **MOHD SAZALY BIN BASARIAN**, Sesi **2012-2018**, mengaku membenarkan tesis **Sarjana** ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis ini 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 dalam AKTA RAHSIA 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh,

**MOHD SAZALY BIN BASARIAN**  
**MS1211019T**

(Tandatangan Pustakawan)

Tarikh: 05 Julai 2018

(Prof. Dr. Hj. Sanudin Hj. Tahir)  
Penyelia

## **PENGAKUAN**

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

05 Julai 2018

---

Mohd Sazaly Bin Basarian  
MS1211019T



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGESAHAN

NAMA : **MOHD SAZALY BIN BASARIAN**  
NO. MATRIK : **MS1211019T**  
TAJUK : **KAJIAN PROSPEK AIR BAWAH TANAH DALAM  
KUMPULAN BATUAN TERPILIH DENGAN  
MENGUNAKAN KAEDAH KEBERINTANGAN  
GEOELEKTRIK DI SABAH, MALAYSIA**  
IJAZAH : **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**  
TARIKH VIVA : **27 APRIL 2018**

## DISAHKAN OLEH

1. **PENYELIA**  
(PROF. DR. HJ. SANUDIN HJ. TAHIR)

Tandatangan



## PENGHARGAAN

### **Dengan nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.**

Alhamdulillah syukur kepada Allah s.w.t yang telah memberikan limpah kurnia dan keizinanNya dengan memberikan kesihatan akal, tubuh badan dan memberikan kekuatan kepada saya untuk meniadakan penulisan thesis sarjana ini.

Terima kasih yang tidak terhingga serta setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia thesis saya iaitu Prof. Dr. Hj. Sanudin Hj. Tahir di atas bimbingan, tunjuk ajar, idea, nasihat dan teguran sepanjang proses penulisan ini dijalankan. Terima kasih juga kepada Encik Sahat Sadikun yang menjadi tempat saya membuat rujukan dalam bidang geofizik.

Terima kasih untuk mama, Rasidah Arasdin yang selalu mendoakan anak mu ini. Al-Fatihah untuk arwah bapa, Basarian Musi yang tidak sempat melihat saya menghabiskan pengajian sarjana ini. Semoga roh bapa tenang dan mendapat rahmat Allah s.w.t di akhirat. Tidak dilupakan juga mertua Mohd Taha Suhaili dan Fatimah Awang Basar.

Terima kasih kepada isteri saya, Noraniza Mohd Taha yang amat memahami dan selalu mendoakan, memberikan semangat dan galakan yang tidak putus-putus. Tidak dilupakan untuk anak-anak iaitu Aisyah Sofea, Muhammad Asyraf Rayyan dan Ayra Soraya yang menjadi penenang hati.

Terima kasih untuk sabahat saya yang banyak membantu iaitu Mohd Nur Ismail, Jaineh Linggi dan Jayawati Montoi tempat saya berkongsi ilmu, susah dan senang ketika dalam proses penulisan ini.

Ucapan terima kasih ini tidak dilupakan kepada pensyarah geologi terutama Prof. Shariff AK Omang, Prof. Madya Baba Musta, Dr. Ismail, Encik Rodeano Roslee, Puan Hennie Fitria, Encik Zulherry Isnain, Encik Junaidi dan Encik Hardiansyah.

Akhir sekali, terima kasih kepada Syarikat Azair Sdn Bhd yang telah membekalkan data lubang gerudi dan tidak lupa juga kepada sesiapa saja yang terlibat samada secara langsung atau pun tidak dalam menjayakan kajian ini. Jasa dan pertolongan dari anda semua akan saya kenang dan hargai sampai bila-bila. Hanya Allah sahaja yang dapat membalas kebaikan anda semua.

Terima kasih.

Mohd Sazaly Bin Basarian  
05 Julai 2018

## ABSTRAK

Secara keseluruhan Negeri Sabah di bina oleh beberapa kumpulan batuan yang utama iaitu jujukan Ofiolit yang diwakili oleh Formasi Cert-Spilit, kumpulan batuan Paleogen yang diwakili oleh Formasi Crocker, Melanj yang diwakili oleh Formasi Wariu, kumpulan batuan Neogen yang diwakili oleh Formasi Sandakan, kumpulan batuan vulkanik Pleistosen dan yang terakhir adalah aluvium. Kajian prospek air bawah tanah dalam kumpulan batuan ini menggunakan peralatan dan kaedah geofizik iaitu ABEM Terrameter SAS 4000. Peralatan yang mengaplikasikan Hukum Ohm ini mencerap data keberintangan geoelektrik di bawah garis survei dengan menyuntik arus elektrik secara terkawal yang dibekalkan oleh bateri 12 volt. Arus elektrik yang dialirkan dari alat geofizik bertindak sebagai alat pemancar akan melalui kabel pelbagai teras dan akan memasuki ke bawah permukaan tanah melalui satu siri susunatur elektrod pole-dipole. Nilai keberintangan bawah permukaan yang dicerap ini akan di rekod dan di plot dalam bentuk keratan rentas yang seterusnya boleh di tafsir untuk meramal dan menentukan potensi air bawah tanah di kawasan kajian. Untuk kajian ini tiga kategori julat keberintangan yang digunakan untuk menentukan air bawah tanah iaitu keberintangan rendah (1-10  $\Omega.m$ ), keberintangan sederhana (10-110  $\Omega.m$ ) dan keberintangan tinggi (>110  $\Omega.m$ ). Nilai keberintangan sederhana dijadikan sebagai rujukan untuk kehadiran air bawah tanah. Formasi Cert-Spilit pada kawasan kajian Mostyn, Kunak di dapati tidak mempunyai potensi air bawah tanah walaupun dapat mengesan keberintangan sederhana (9.83-96.75  $\Omega.m$  dan 7.72-63  $\Omega.m$ ). Ini adalah disebabkan oleh kawasan ini di dominasi oleh batuan basalt yang tidak telap air. Formasi Crocker pula menunjukkan ciri-ciri akuifer yang sangat baik untuk kesemua garis survei di mana pembinaan telaga tiub pada kawasan yang mempunyai keberintangan sederhana (10-110  $\Omega.m$ ) menemui air bawah tanah. Di Penimbawan, Tuaran pula dapat mengesan intrusi air laut yang mempunyai nilai keberintangan <1  $\Omega.m$ . Pembinaan telaga tiub selepas kajian geofizik pada Formasi Crocker menguatkan lagi hujah bahawa Formasi Crocker mempunyai ciri-ciri akuifer yang sangat baik. Formasi Wariu yang berada pada Melanj pula ditafsirkan sebagai formasi geologi yang tidak mempunyai potensi air bawah tanah kerana ianya terdiri daripada blok batuan dalam matriks lumpur. Walaupun nilai keberintangan sederhana 11.68-92.18  $\Omega.m$ , 10.52-115.47  $\Omega.m$  dan 8.52-104.7  $\Omega.m$  dikesan namun ianya tidak mempunyai potensi yang baik untuk air bawah tanah. Keadaan ini dapat diperhatikan pada telaga tiub yang telah merosot luahan airnya dan ada ketikanya kering. Formasi Sandakan yang mempunyai nilai keberintangan 9.28-95.85  $\Omega.m$  dan 13.31-94.42  $\Omega.m$  menunjukkan ciri-ciri potensi akuifer dalam tanah liat berpasir. Namun pembuktian tidak dapat dilakukan kerana ketiadaan lubang gerudi. Batuan vulkanik Pleistosen di Bukit Quoin, Tawau pula menunjukkan ciri-ciri akuifer yang amat baik dengan nilai 7.81-92.30  $\Omega.m$  dan 11.20-85.30  $\Omega.m$  merupakan nilai keberintangan endapan Kuaterner yang kaya dengan air bawah tanah. Kawasan aluvium di Sodomon, Keningau yang mempunyai keberintangan 9.68-107  $\Omega.m$  dan 11.77-121.69  $\Omega.m$  menunjukkan ciri akuifer yang baik di mana aluvium yang terdiri dari pasir mempunyai keporosan primer. Kaedah keberintangan geoelektrik ini sangat sesuai kerana nilai keberintangan batuan dan kehadiran air dalam batuan adalah ketara dan senang untuk mengenal pasti air bawah tanah dengan melakukan tafsiran terhadap data keberintangan geoelektrik.

## ***ABSTRACT***

### ***GROUNDWATER PROSPECTING STUDY IN SELECTED ROCK UNITS USING GEOELECTRICAL RESISTIVITY METHOD IN SABAH, MALAYSIA***

Overall entire State of Sabah is built by several major rock groups comprising Ophiolite sequence represented by Cert-Spilit Formation, Paleogene rock group represented by Crocker Formation, Melanj represented by Wariu Formation, Neogene rock group represented by Sandakan Formation, volcanic Pleistocene and the last one is alluvium. Groundwater prospecting study in this rock unit uses geophysical equipment and methods, ABEM Terrameter SAS 4000. This equipment that applies Ohm's Law uses controlled electric current injected under the survey line supplied by a 12 volts battery. The electric current flowed from a geophysical tool acts as a transmitter device through a multi-core cable and goes below the ground surface through a series of pole-dipole electrodes array. The observed subsurface resistivity value will be recorded and plotted in the form of cross sections which can then be interpreted to predict and determine potential groundwater potential in the study area. For this study, three categories of resistivity ranges are used to determine the groundwater study, low resistivity (1-10  $\Omega$ .m), intermediate resistivity (10-110  $\Omega$ .m) and high resistivity (> 110  $\Omega$ .m). Intermediate resistivity value is used as a reference for the presence of groundwater. Chert-Spillite Formation at Mostyn, Kunak has no groundwater potential although detect moderate resistivity (9.83-96.75  $\Omega$ .m and 7.72-63  $\Omega$ .m). This is due to this area dominated by impermeable basaltic rocks. The Crocker Formation exhibits excellent aquifer characteristics for all survey lines where tubewell construction in areas with moderate resistance (10-110  $\Omega$ .m) finds underground water. At Penimbawan, Tuaran detected the sea water intrusion that had resistivity value <1  $\Omega$ .m. Construction of tubewells after geophysical studies on the Crocker Formation reinforces the argument that the Crocker Formation has excellent aquifer characteristics. The Wariu Formation in Melange is define as a geological formation with poor underground potential as it consists of rock blocks in the mud matrix. Although moderate resistance values are 11.68-92.18  $\Omega$ .m, 10.52-115.47  $\Omega$ .m and 8.52-104.7  $\Omega$ .m are detected but they have no good potential for groundwater. This condition can be observed in the depleted tubewell and there are times become dry. The Sandakan Formation which has a value of 9.28-95.85  $\Omega$ .m and 13.31-94.42  $\Omega$ .m indicates the aquifer in the clayey sand. However this cannot be proven due to no borehole. Pleistocene volcanic rocks at Bukit Quoin, Tawau also show excellent aquifer characteristics with values of 7.81-92.30  $\Omega$ .m and 11.20-85.30  $\Omega$ .m are the resistivity values of the Quaternary sediments rich in groundwater. Alluvium area in Sodomon, Keningau with resistance 9.68-107  $\Omega$ .m and 11.77-121.69  $\Omega$ .m exhibits good aquifer properties where alluvium consisting of sand has a primary porosity. This geoelectric resistivity method is best suited method because the rock resistivity and presence of groundwater is significant and easy to identify groundwater by interpreting geoelectric resistivity data.



## SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xiii
<b>SENARAI RAJAH</b>	xvi
<b>SENARAI FOTO</b>	xxi
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xxv
<b>BAB 1: PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Pernyataan Masalah	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Kedudukan Kawasan Kajian dan Garis Survei	3
1.5 Kepentingan Kajian	9
1.6 Hasil Yang Diharapkan	9
1.7 Kajian Terdahulu	9
<b>BAB 2: ULASAN LITERATUR</b>	
2.1 Pengenalan	11
2.2 Kerangka Tektonik Sabah	11
2.3 Geologi Am dan Stratigrafi Sabah	14
2.3.1 Geologi Am dan Stratigrafi Kawasan Kajian	18
2.3.1.1 Formasi Cert-Split	19
2.3.1.2 Batuan Paleogen	20
2.3.1.3 Batuan Neogen	21
2.3.1.4 Batuan Vulkanik Pleistosen	22
2.3.1.5 Endapan Aluvium	24
2.3.2 Geologi Struktur Kawasan Kajian	25

2.3.2.1	Geologi Struktur Formasi Cert-Split	25
2.3.2.2	Geologi Struktur Formasi Crocker	25
2.3.2.3	Geologi Struktur Formasi Wariu	26
2.3.2.4	Geologi Struktur Formasi Sandakan	26
2.3.2.5	Geologi Struktur Vulkanik Pleistosen	26
2.3.2.6	Geologi Struktur Aluvium	27
2.4	Hidrogeologi	27
2.4.1	Kitar Hidrologi	28
2.4.2	Definisi dan Konsep Air Bawah Tanah	29
2.4.3	Akuifer	30
2.5	Geofizik	34
2.5.1	Hukum Ohm	34
2.5.2	Kekonduksian Elektrik	36
2.5.3	Keberintangan Geoelektrik	37
2.5.4	Prinsip Pengukuran	40
2.5.5	Susunatur Elektrod	44
2.5.6	Hukum Archie	44
2.5.7	Alat Geofizik	46
<b>BAB 3: METODOLOGI KAJIAN</b>		
3.1.	Pengenalan	48
3.2.	Peralatan dan Kelengkapan Kajian	49
3.3.	Cerapan Data	50
3.3.1.	Susunatur Elektrod Pole-dipole	52
3.4.	Tafsiran dan Analisis Data	55
3.4.1.	Perisian SAS4000 Utilities	55
3.4.2.	Perisian RES2DINV	55
<b>BAB 4: ANALISIS DATA</b>		
4.1.	Pengenalan	58
4.2.	Analisis Data Keberintangan Elektrik	60
4.2.1.	Mostyn, Kunak Irmst01	61
4.2.2.	Mostyn, Kunak Irmst02	63
4.2.3.	Bongol, Tuaran Irbgol01	64

4.2.4. Bongol, Tuaran Irbgol02	65
4.2.5. Bundu Tahuri, Tuaran Irbthri01	66
4.2.6. Bundu Tahuri, Tuaran Irbthri02	67
4.2.7. Gontung, Tuaran Irgntg01	68
4.2.8. Gontung, Tuaran Irgntg02	69
4.2.9. Kapa, Tuaran Irkp01	70
4.2.10. Kayangat, Tuaran Irkygt01	71
4.2.11. Kayangat, Tuaran Irkygt02	72
4.2.12. Lokub, Tuaran Irlkob01	73
4.2.13. Lokub, Tuaran Irlkob02	74
4.2.14. Mantob, Tuaran Irmtob01	75
4.2.15. Mantob, Tuaran Irmtob02	76
4.2.16. Pahu, Tuaran Irpahu01	77
4.2.17. Pahu, Tuaran Irpahu02	78
4.2.18. Penimbawan, Tuaran Irbwn01	79
4.2.19. Penimbawan, Tuaran Irbwn02	80
4.2.20. Pukak, Tuaran Irpukk01	81
4.2.21. Pukak, Tuaran Irpukk02	82
4.2.22. Togop, Tuaran Irtgop01	83
4.2.23. Togop, Tuaran Irtgop02	84
4.2.24. Tomis, Tuaran Irtoms01	85
4.2.25. Tengkurus, Kota Belud Irtkrs01	86
4.2.26. Tengkurus, Kota Belud Irtkrs02	87
4.2.27. Tengkurus, Kota Belud Irtkrs03	88
4.2.28. Terusan Baru, Sandakan Irtbr01	89
4.2.29. Terusan Baru, Sandakan Irtbr02	90
4.2.30. Bukit Quoin, Tawau Irbtqn01	91
4.2.31. Bukit Quoin, Tawau Irbtqn02	92
4.2.32. Sodomon, Keningau Irsdom01	93
4.2.33. Sodomon, Keningau Irsdom02	94
4.3. Rumusan Data Keberintangan	95
<b>BAB 5: TAFSIRAN DAN PERBINCANGAN</b>	
5.1. Pengenalan	100

5.2.	Tafsiran	101
5.2.1.	Mostyn, Kunak	102
5.2.1.1.	Garis Survei lrmst01	102
5.2.1.2.	Garis Survei lrmst02	104
5.2.2.	Bongol, Tuaran	105
5.2.2.1.	Garis Survei lrbgol01	106
5.2.2.2.	Garis Survei lrbgol02	108
5.2.3.	Bundu Tahuri, Tuaran	110
5.2.3.1.	Garis Survei lrbthri01	111
5.2.3.2.	Garis Survei lrbthri02	113
5.2.4.	Gontung, Tuaran	114
5.2.4.1.	Garis Survei lrgntg01	115
5.2.4.2.	Garis Survei lrgntg02	117
5.2.5.	Kapa, Tuaran	118
5.2.5.1.	Garis Survei lrkp01	118
5.2.6.	Kayangat, Tuaran	119
5.2.6.1.	Garis Survei lrkygt01	120
5.2.6.2.	Garis Survei lrkygt02	122
5.2.7.	Lokub, Tuaran	123
5.2.7.1.	Garis Survei lrlkob01	123
5.2.7.2.	Garis Survei lrlkob02	125
5.2.8.	Mantob , Tuaran	126
5.2.8.1.	Garis Survei lrmtob01	127
5.2.8.2.	Garis Survei lrmtob02	129
5.2.9.	Pahu, Tuaran	131
5.2.9.1.	Garis Survei lrpahu01	133
5.2.9.2.	Garis Survei lrpahu02	135
5.2.10.	Penimbawan, Tuaran	136
5.2.10.1.	Garis Survei lrpbnw01	137
5.2.10.2.	Garis Survei lrpbnw02	140
5.2.11.	Pukak, Tuaran	141
5.2.11.1.	Garis Survei lrpukk01	142
5.2.11.2.	Garis Survei lrpukk02	145
5.2.12.	Togop, Tuaran	146

5.2.12.1. Garis Survei Irtgop01	147
5.2.12.2. Garis Survei Irtgop02	149
5.2.13. Tomis, Tuaran	150
5.2.13.1. Garis Survei Irtoms01	152
5.2.14. Tengkurus, Kota Belud	153
5.2.14.1. Garis Survei Irtkrs01	154
5.2.14.2. Garis Survei Irtkrs02	155
5.2.14.3. Garis Survei Irtkrs03	156
5.2.15. Terusan Baru, Sandakan	158
5.2.15.1. Garis Survei Itrtrbr01	159
5.2.15.2. Garis Survei Itrtrbr02	161
5.2.16. Bukit Quoin, Tawau	162
5.2.16.1. Garis Survei Irbtqn01	163
5.2.16.2. Garis Survei Irbtqn02	167
5.2.17. Sodomon, Keningau	168
5.2.17.1. Garis Survei Irsdom01	169
5.2.17.2. Garis Survei Irsdom02	171
5.3. Perbincangan	172
<b>BAB 6: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
6.1 Pengenalan	182
6.2 Kesimpulan	184
6.2.1 Jujukan Ofiolit	184
6.2.2 Batuan Paleogen	184
6.2.3 Formasi Wariu	185
6.2.4 Batuan Neogen	185
6.2.5 Batuan Vulkanik Pleistosen	185
6.2.6 Aluvium	186
6.3 Cadangan	190
6.3.1 Aspek Geofizik	190
6.3.2 Aspek Geologi	190
<b>RUJUKAN</b>	192
<b>LAMPIRAN</b>	195

## SENARAI SINGKATAN

<b><math>\Omega.m</math></b>	–	ohm/meter
<b>2D</b>	–	2 Dimensi
<b>3D</b>	–	3 Dimensi
<b>AP</b>	–	Arah Penggambaran
<b>DC</b>	–	<i>Direct Current</i>
<b>GS</b>	–	Garis Survei
<b>GPS</b>	–	<i>Global Positioning System</i>
<b>gpj</b>	–	gelen perjam
<b>E</b>	–	<i>East</i>
<b>ENE</b>	–	<i>East-Northeast</i>
<b>ESE</b>	–	<i>East-Southeast</i>
<b>N</b>	–	<i>North</i>
<b>NE</b>	–	<i>Northeast</i>
<b>NNW</b>	–	<i>North-Northwest</i>
<b>S</b>	–	<i>South</i>
<b>SE</b>	–	<i>Southeast</i>
<b>SW</b>	–	<i>Southwest</i>
<b>SSE</b>	–	<i>South-southeast</i>
<b>W</b>	–	<i>West</i>
<b>RMS</b>	–	<i>Root Mean Square</i>
<b>WSW</b>	–	<i>West-Southwest</i>
<b>WNW</b>	–	<i>West-Northwest</i>

## SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 1.1: Taburan air secara umum di bumi.	1
Jadual 1.2: Kedudukan Kawasan Kajian.	4
Jadual 1.3: Data telaga tiub di kawasan kajian di Tawau.	10
Jadual 2.1: Keberintangan batuan.	40
Jadual 2.2: Keberintangan air dalam batuan yang berbeza.	40
Jadual 2.3: Keberintangan batuan, tanah dan mineral (Loke, 2013)	46
Jadual 3.1: Senarai Peralatan dan Kelengkapan Terrameter SAS 4000.	49
Jadual 4.1: Senarai nama, panjang dan arah Garis Survei kawasan kajian.	60
Jadual 4.2: Rumusan data keberintangan elektrik untuk kawasan kajian.	96
Jadual 5.1: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Mostyn, Kunak.	105
Jadual 5.2: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Bongol, Tuaran.	110
Jadual 5.3: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Bundu Tahuri, Tuaran.	114
Jadual 5.4: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Gontung, Tuaran.	117
Jadual 5.5: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Kapa, Tuaran	119
Jadual 5.6: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Kayangat, Tuaran.	122
Jadual 5.7: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Lokub, Tuaran.	125
Jadual 5.8: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Mantob, Tuaran.	131
Jadual 5.9: Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Pahu, Tuaran.	135

Jadual 5.10:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Penimbawan, Tuaran.	141
Jadual 5.11:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Pukak, Tuaran.	146
Jadual 5.12:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Togop, Tuaran.	150
Jadual 5.13:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Tomis, Tuaran.	153
Jadual 5.14:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Tengkurus, Kota Belud	158
Jadual 5.15:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Terusan Baru, Sandakan.	162
Jadual 5.16:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Bukit Quoin, Tawau.	168
Jadual 5.17:	Rumusan data keberintangan dan tafsiran akuifer untuk Sodomon, Keningau.	172
Jadual 5.18:	Rumusan data keberintangan potensi air bawah tanah untuk kawasan kajian.	176
Jadual 6.1:	Rumusan potensi air bawah tanah untuk jujukan batuan pada kawasan kajian.	187



## SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1: Kedudukan kawasan kajian dan arah Garis Survei yang terletak di daerah Kunak dan Tawau.	5
Rajah 1.2: Kedudukan kawasan kajian dan arah Garis Survei yang terletak di daerah Tuaran dan Kota Belud.	6
Rajah 1.3: Kedudukan kawasan kajian dan arah Garis Survei yang terletak di daerah Sandakan.	7
Rajah 1.4: Kedudukan kawasan kajian dan arah Garis Survei yang terletak di daerah Keningau.	8
Rajah 2.1: Tektonik Sabah (diubahsuai dari Hall, 2002)	13
Rajah 2.2: Peta geologi Sabah (Sumber: Peta Geologi Sabah 2015)	15
Rajah 2.3: Stratigrafi Am Sabah (Sumber: Peta Geologi Sabah, 2015)	16
Rajah 2.4: Peta geologi kawasan kajian di daerah Kunak.	19
Rajah 2.5: Peta geologi kawasan kajian di daerah Tuaran.	20
Rajah 2.6: Peta geologi kawasan kajian di daerah Sandakan.	21
Rajah 2.7: Peta geologi kawasan kajian di daerah Kota Belud.	22
Rajah 2.8: Peta geologi kawasan kajian di daerah Tawau.	23
Rajah 2.9: Peta geologi kawasan kajian di daerah Keningau.	24
Rajah 2.10: Taburan air seluruh dunia (Sumber: Fetter, 2001).	27
Rajah 2.11: Kitar Hidrologi (Sumber: Todd, 1980).	28
Rajah 2.12: Bahagian air bawah tanah.	29
Rajah 2.13: Jenis-jenis akuifer (Ubahsuai dari Kruseman, 1991)	33
Rajah 2.14: Prinsip Hukum Ohm.	35
Rajah 2.15: Arus elektrik yang melalui suatu kubus.	35
Rajah 2.16: Prinsip Keberintangan Elektrik.	36
Rajah 2.17: Susunatur elektrod (a) Susunatur elektrod Wenner (b) Susunatur elektrod Schlumberger.	38

Rajah 2.18:	Sebaran arus elektrik dan beza keupayaan arus elektrik pada satu titik dalam medium homogenus.	41
Rajah 2.19:	Beza keupayaan yang di hasilkan melalui dua punca arus pada sepasang elektrod.	42
Rajah 2.20:	Susunatur elektrod umum untuk menerangkan factor geometri.	43
Rajah 2.21:	Susunatur elektrod yang biasa digunakan dalam survei geofizik. K adalah faktor geometri (Loke, 2013)	44
Rajah 3.1:	Konfigurasi Susunatur Elektrod Pole-dipole dengan k sebagai faktor geometri.	52
Rajah 3.2:	Perwakilan skematik untuk susunatur elektrod pole-dipole.	53
Rajah 3.3:	Susunatur Terrameter SAS 4000 untuk garis satu garis	53
Rajah 3.4:	Data kerintangan ketara $\rho_a$ yang diplot di bawah garis survei menggunakan protokol pole-dipole.	53
Rajah 3.5:	Pemplotan data untuk susunatur elektrod pole-dipole.	54
Rajah 3.6:	Tetingkap perisian <i>SAS 4000 utilities</i> .	55
Rajah 3.7:	Contoh keratan rentas yang dihasilkan oleh perisian res2dinv.	56
Rajah 3.8:	Susunan blok dengan titik data di dalam keratan rentas.	56
Rajah 3.9:	Carta alir kajian geofizik menggunakan kaedah keberintangan elektrik.	57
Rajah 4.1:	Maklumat data cerapan untuk lrmst01.	62
Rajah 4.2:	Carta tiang analisis ralat RMS lrmst01.	62
Rajah 4.3:	Maklumat data cerapan untuk lrmst02.	63
Rajah 4.4:	Carta tiang analisis ralat RMS lrmst02.	63
Rajah 4.5:	Maklumat data cerapan untuk lrbgol01.	64
Rajah 4.6:	Carta tiang analisis ralat RMS lrbgol01.	64
Rajah 4.7:	Maklumat data cerapan untuk lrbgol02.	65
Rajah 4.8:	Carta tiang analisis ralat RMS lrbgol02.	65
Rajah 4.9:	Maklumat data cerapan untuk lrbthri01.	66

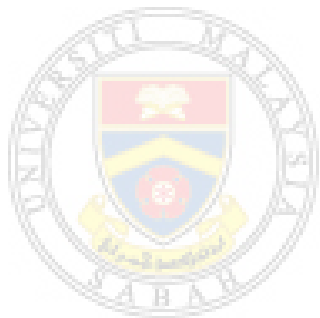
Rajah 4.10:	Carta tiang analisis ralat RMS lrbthri01.	66
Rajah 4.11:	Maklumat data cerapan untuk lrbthri02.	67
Rajah 4.12:	Carta tiang analisis ralat RMS lrbthri02.	67
Rajah 4.13:	Maklumat data cerapan untuk lrgntg01.	68
Rajah 4.14:	Carta tiang analisis ralat RMS lrgntg01.	68
Rajah 4.15:	Maklumat data cerapan untuk lrgntg02.	69
Rajah 4.16:	Carta tiang analisis ralat RMS lrgntg02.	69
Rajah 4.17:	Maklumat data cerapan untuk lrkpa01.	70
Rajah 4.18:	Carta tiang analisis ralat RMS lrkpa01.	70
Rajah 4.19:	Maklumat data cerapan untuk lrkygt01.	71
Rajah 4.20:	Carta tiang analisis ralat RMS lrkygt01.	71
Rajah 4.21:	Maklumat data cerapan untuk lrkygt02.	72
Rajah 4.22:	Carta tiang analisis ralat RMS lrkygt02.	72
Rajah 4.23:	Maklumat data cerapan untuk lrlkob01.	73
Rajah 4.24:	Carta tiang analisis ralat RMS lrlkob01.	73
Rajah 4.25:	Maklumat data cerapan untuk lrlkob02.	74
Rajah 4.26:	Carta tiang analisis ralat RMS lrlkob02.	74
Rajah 4.27:	Maklumat data cerapan untuk lrmtob01.	75
Rajah 4.28:	Carta tiang analisis ralat RMS lrmtob01.	75
Rajah 4.29:	Maklumat data cerapan untuk lrmtob02.	76
Rajah 4.30:	Carta tiang analisis ralat RMS lrmtob02.	76
Rajah 4.31:	Maklumat data cerapan untuk lrpahu01.	77
Rajah 4.32:	Carta tiang analisis ralat RMS lrpahu01.	77
Rajah 4.33:	Maklumat data cerapan untuk lrpahu02.	78
Rajah 4.34:	Carta tiang analisis ralat RMS lrpahu02.	78
Rajah 4.35:	Maklumat data cerapan untuk lrpawn01.	79
Rajah 4.36:	Carta tiang analisis ralat RMS lrpawn01.	79
Rajah 4.37:	Maklumat data cerapan untuk lrpawn02.	80
Rajah 4.38:	Carta tiang analisis ralat RMS lrpawn02.	80

Rajah 4.39:	Maklumat data cerapan untuk Irpukk01.	81
Rajah 4.40:	Carta tiang analisis ralat RMS Irpukk01.	81
Rajah 4.41:	Maklumat data cerapan untuk Irpukk02.	82
Rajah 4.42:	Carta tiang analisis ralat RMS Irpukk02.	82
Rajah 4.43:	Maklumat data cerapan untuk Irtgop01.	83
Rajah 4.44:	Carta tiang analisis ralat RMS Irtgop01.	83
Rajah 4.45:	Maklumat data cerapan untuk Irtgop2.	84
Rajah 4.46:	Carta tiang analisis ralat RMS Irtgop01.	84
Rajah 4.47:	Maklumat data cerapan untuk Irtoms01.	85
Rajah 4.48:	Carta tiang analisis ralat RMS Irtoms01.	85
Rajah 4.49:	Maklumat data cerapan untuk Irtkrs01.	86
Rajah 4.50:	Carta tiang analisis ralat RMS Irtkrs01.	86
Rajah 4.51:	Maklumat data cerapan untuk Irtkrs02.	87
Rajah 4.52:	Carta tiang analisis ralat RMS Irtkrs02.	87
Rajah 4.53:	Maklumat data cerapan untuk Irtkrs03.	88
Rajah 4.54:	Carta tiang analisis ralat RMS Irtkrs03.	88
Rajah 4.55:	Maklumat data cerapan untuk Itrtrbr01.	89
Rajah 4.56:	Carta tiang analisis ralat RMS Itrtrbr01.	89
Rajah 4.57:	Maklumat data cerapan untuk Itrtrbr02.	90
Rajah 4.58:	Carta tiang analisis ralat RMS Itrtrbr02.	90
Rajah 4.59:	Maklumat data cerapan untuk Irbtqn01.	91
Rajah 4.60:	Carta tiang analisis ralat RMS Irbtqn01.	91
Rajah 4.61:	Maklumat data cerapan untuk Irbtqn02.	92
Rajah 4.62:	Carta tiang analisis ralat RMS Irbtqn02.	92
Rajah 4.63:	Maklumat data cerapan untuk Irsdom01.	93
Rajah 4.64:	Carta tiang analisis ralat RMS Irsdom01.	93
Rajah 4.65:	Maklumat data cerapan untuk Irsdom02.	94
Rajah 4.66:	Carta tiang analisis ralat RMS Irsdom02.	94

Rajah 5.1	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Mostyn, Kunak.	102
Rajah 5.2	Imej keratan 2D untuk garis survei lrmst01.	103
Rajah 5.3	Imej keratan 2D untuk garis survei lrmst02.	104
Rajah 5.4	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Bongol, Tuaran.	106
Rajah 5.5:	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbgo01.	107
Rajah 5.6:	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbgol02.	109
Rajah 5.7	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Bundu Tahuri, Tuaran.	110
Rajah 5.8	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbthri01.	112
Rajah 5.9	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbthri2.	113
Rajah 5.10	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Gontung, Tuaran.	115
Rajah 5.11	Imej keratan 2D untuk garis survei lrgntg01.	116
Rajah 5.12	Imej keratan 2D untuk garis survei lrgntg02.	117
Rajah 5.13	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Kapa, Tuaran.	118
Rajah 5.14	Imej keratan 2D untuk garis survei lrkp01.	119
Rajah 5.15	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Kayangat, Tuaran.	120
Rajah 5.16	Imej keratan 2D untuk garis survei lrkygt01.	121
Rajah 5.17	Imej keratan 2D untuk garis survei lrkygt02.	122
Rajah 5.18	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Lokub, Tuaran.	123
Rajah 5.19	Imej keratan 2D untuk garis survei lrlkob01.	124
Rajah 5.20	Imej keratan 2D untuk garis survei lrlkob02.	125
Rajah 5.21	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Mantob, Tuaran.	127

Rajah 5.22	Imej keratan 2D untuk garis survei lrmtob01.	128
Rajah 5.23	Imej keratan 2D untuk garis survei lrmtob02.	130
Rajah 5.24	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Pahu, Tuaran.	132
Rajah 5.25	Imej keratan 2D untuk garis survei lrpahu01.	133
Rajah 5.26	Imej keratan 2D untuk garis survei lrpahu02.	135
Rajah 5.27	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Penimbawan, Tuaran.	136
Rajah 5.28	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbwn01.	138
Rajah 5.29	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbwn02.	140
Rajah 5.30	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Pukak, Tuaran.	142
Rajah 5.31	Imej keratan 2D untuk garis survei lrpukk01.	143
Rajah 5.32	Imej keratan 2D untuk garis survei lrpukk02.	145
Rajah 5.33	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Togop, Tuaran.	147
Rajah 5.34	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtgop01.	148
Rajah 5.35	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtgop02.	150
Rajah 5.36	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Tomis, Tuaran.	151
Rajah 5.37	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtoms01.	152
Rajah 5.38	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Tengkurus, Kota Belud.	154
Rajah 5.39	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtkrs01.	155
Rajah 5.40	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtkrs02.	156
Rajah 5.41	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtkrs03.	157
Rajah 5.42	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Terusan Baru, Sandakan.	159
Rajah 5.43	Imej keratan 2D untuk garis survei ltrtrbr01.	160

Rajah 5.44	Imej keratan 2D untuk garis survei lrtrbr02.	162
Rajah 5.45	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Bukit Quoin, Tawau.	163
Rajah 5.46	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbtqn01.	164
Rajah 5.47	Imej keratan 2D untuk garis survei lrbtqn02	167
Rajah 5.48	Kedudukan garis survei untuk kawasan kajian Sodomon, Keningau.	169
Rajah 5.49	Imej keratan 2D untuk garis survei lrsdom01.	170
Rajah 5.50	Imej keratan 2D untuk garis survei lrsdom02.	171



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI FOTO

	Halaman
Foto 3.1: Peralatan geofizik (Abem Terrameter SAS 4000) dan antara kelengkapan yang digunakan.	50
Foto 5.1: Batuan basalt yang tersingkap pada jarak 30 meter dekat dengan garis survei lrmst02. AP: Barat.	103
Foto 5.2: Terrameter SAS4000 sedang mencerap data untuk lrmst02. AP: Barat.	105
Foto 5.3: Terrameter SAS 4000 sedang mencerap data untuk lrbgol01. AP: Utara.	107
Foto 5.4: Telaga tiub yang di bina berdekatan dengan lrbgol01. AP: Utara.	108
Foto 5.5: Terrameter SAS 4000 sedang mencerap data untuk lrbgol02. AP: Selatan.	109
Foto 5.6: Sungai yang terletak berhampiran dengan kawasan kajian. AP: Timur laut.	111
Foto 5.7: Terrameter SAS 4000 sedang mencerap data untuk lrbthri01. AP: Timur laut.	112
Foto 5.8: Telaga tiub yang di bina berdekatan dengan garis survei lrbthri2. AP: Barat daya.	114
Foto 5.9: Telaga tiub yang di bina pada jarak 70 meter sepanjang garis survei lrgntg01. AP: Selatan.	116
Foto 5.10: Telaga tiub yang di bina berdekatan dengan garis survei lrkygt01. AP: Timur laut.	121
Foto 5.11: Telaga tiub yang di bina berdekatan dengan garis survei lrlkob01. AP: Tenggara.	124
Foto 5.12: Sungai yang berdekatan dengan kawasan kajian yang boleh lalui menggunakan kereta. AP: Timur laut.	126
Foto 5.13: Habuk yang terhasil dari batu pasir yang dekat dengan permukaan. Kerja penggerudian telaga tiub yang di bina berdekatan dengan garis survei lrkygt01. AP: Barat daya.	128
Foto 5.14: Lubang gerudi yang menemui akuifer berdekatan dengan garis survei lrkygt01. AP: Barat daya.	129