

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	xvi
<b>BAB I</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	4
<b>BAB II</b> .....	5
2.1. Geologi Daerah Penelitian .....	5
2.1.1 Stratigrafi .....	7
2.2. Komponen Sistem Panas Bumi .....	10
2.3. Klasifikasi Tipe Sistem Panas Bumi .....	12
2.4. Manifestasi Panas Bumi .....	14
2.5. Alterasi Hidrotermal .....	16
2.6. Penelitian Terdahulu .....	17

<b>BAB III</b> .....	21
3.1. Metode Magnetotellurik (MT) .....	21
3.1.1 Prinsip Dasar Metode Elektromagnetik Magnetotellurik (MT).....	21
3.1.2 Hukum Maxwell.....	23
3.1.3 <i>Skin Depth</i> .....	26
3.1.4 Impedansi Gelombang dan Resistivitas Semu .....	27
3.1.5 Macam-macam Sumber Magnetotellurik.....	28
3.1.6 <i>Magnetotelluric Sounding</i> .....	29
3.1.7 Analisa Dimensionalitas.....	30
3.1.7.A <i>Skew Swift</i> .....	30
3.1.7.B <i>Skew Bahr</i> .....	30
3.1.7.C Analisa Polar Diagram .....	31
3.1.8 Rotasi Tensor Impedansi .....	31
3.1.8.A <i>Strike Swift</i> .....	32
3.1.8.B <i>Strike Polar Diagram</i> .....	32
3.2. Metode Gravitasi.....	33
3.2.1 Prinsip Dasar Metode Gravitasi .....	33
3.2.2 Koreksi Data Gravitasi .....	34
3.2.2.A Koreksi Pasang Surut ( <i>Tide Correction</i> ).....	34
3.2.2.B Koreksi Apungan ( <i>Drift Correction</i> ) .....	35
3.2.2.C Koreksi Lintang ( <i>Latitude Correction</i> ).....	36
3.2.2.D Koreksi Udara Bebas ( <i>Free Air Correction</i> ).....	36
3.2.2.E Koreksi Bouguer ( <i>Bouguer Correction</i> ) .....	36
3.2.2.F Koreksi Medan ( <i>Terrain Correction</i> ) .....	37
3.2.3 Anomali Bouguer .....	37
3.2.4 <i>Upward Continuation</i> .....	38

3.2.5	<i>Analisa Derivative</i> .....	39
3.2.5.A	<i>First Horizontal Derivative (FHD)</i> .....	40
3.2.5.B	<i>Total Horizontal Derivative (THD)</i> .....	41
3.2.5.C	<i>Second Vertical Derivative (SVD)</i> .....	41
3.2.5.D	<i>Tilt Derivative (TDR)</i> .....	42
3.2.6	<i>Analisa Spektrum</i> .....	42
3.2.7	<i>Pemodelan Geofisika</i> .....	44
3.2.7.A	<i>Pemodelan 3 Dimensi (3D) Gravitasi</i> .....	45
<b>BAB IV</b>	.....	47
4.1.	<i>Pengambilan Data</i> .....	48
4.1.1	<i>Waktu dan Lokasi Penelitian</i> .....	48
4.1.2	<i>Desain Survei Daerah Penelitian</i> .....	48
4.2.	<i>Pengolahan Data</i> .....	49
4.2.1	<i>Pengolahan Data Magnetotellurik (MT)</i> .....	49
4.2.2	<i>Pengolahan Data Gravitasi</i> .....	51
4.3.	<i>Interpretasi Data</i> .....	52
4.3.1	<i>Interpretasi Data Magnetotellurik (MT)</i> .....	53
4.3.1.A	<i>Interpretasi Kualitatif Data Magnetotellurik (MT)</i> .....	53
4.3.1.B	<i>Interpretasi Kuantitatif Data Magnetotellurik (MT)</i> .....	53
4.3.2	<i>Interpretasi Data Gravitasi</i> .....	55
4.3.2.A	<i>Interpretasi Kualitatif Data Gravitasi</i> .....	55
4.3.2.B	<i>Interpretasi Kuantitatif Data Gravitasi</i> .....	55
<b>BAB V</b>	.....	57
5.1.	<i>Hasil Magnetotellurik (MT)</i> .....	57
5.1.1	<i>Analisa Dimensionalitas</i> .....	57
5.1.1.A	<i>Skew Swift</i> .....	57

5.1.1.B Analisa Diagram Polar .....	58
5.1.2 Rotasi Tensor.....	59
5.1.3 Perbandingan Pemodelan 1 Dimensi (1D) .....	61
5.1.4 Perbandingan Pemodelan 2 Dimensi (2D) .....	63
5.1.5 Pemodelan 1 Dimensi (1D).....	63
5.1.6 Pemodelan 2 Dimensi (2D).....	64
5.2. Hasil Gravitasi .....	68
5.2.1 Peta <i>Free Air Anomaly</i> (FAA) .....	68
5.2.2 Peta <i>Complete Bouguer Anomaly</i> (CBA).....	70
5.2.3 Peta Anomali Regional.....	71
5.2.4 Peta Anomali Lokal.....	74
5.2.5 Peta <i>Total Horizontal Derivative</i> (THD) .....	75
5.2.6 Peta <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD).....	76
5.2.7 Peta <i>Tilt Derivative</i> (TDR).....	78
5.2.8 Analisa Spektrum .....	79
5.2.9 Pemodelan 3 Dimensi (3D).....	83
5.3. Integrasi Data Magnetotellurik (MT) dan Gravitasi .....	89
<b>BAB VI</b> .....	91
6.1. Kesimpulan .....	91
6.2. Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	92
<b>LAMPIRAN A</b> .....	98
<b>LAMPIRAN B</b> .....	104

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Pertemuan Lempeng Tektonik Area Indonesia (Katili, 1973).....	1
<b>Gambar 2.1.</b> Lokasi Potensi Panas Bumi yang Tersebar di 299 Titik (Dirjen EBTKE-KESDM, 2013) .....	2
<b>Gambar 2.1. A.</b> Tatanan tektonik Pulau Sumatra dan segmentasi Sesar Sumatra, B. Segmentasi Sesar Sumatra di bagian selatan (Aribowo dkk, 2017) .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Konfigurasi sesar mendatar dan struktur yang terbentuk di dalamnya (dimodifikasi dari Christie-Blick dan Biddle, 1986; Ye dkk, 2015 dalam Aribowo dkk, 2017) .....	6
<b>Gambar 2.3.</b> Peta Geologi Area Penelitian (Gafoer dkk, 1993).....	8
<b>Gambar 2.4.</b> Kolom Stratigrafi Area Penelitian (Gafoer dkk, 1993) .....	9
<b>Gambar 2.5.</b> Skema Sistem Panas Bumi (Hochstein dan Sudarman, 2015) .....	12
<b>Gambar 2.6.</b> Model Sistem Panas Bumi dan Fasilitas Produksi Darajat, Kabupaten Garut dengan Tipe Sistem Panas Bumi Kaldera (Ellis dan Mahon, 1977) .....	13
<b>Gambar 2.7.</b> Model Tentatif Sistem Panas Bumi Bonjol dengan Tipe Sistem Panas Bumi Vulkano-Tektonik: Graben-Kerucut Vulkanik (Arif Munandar dkk, 2009) .....	13
<b>Gambar 2.8.</b> Model Tentatif Panas Bumi Wapsalit, Buru dengan Tipe Sistem Panas Bumi Non Vulkanik (Kasbani dkk, 2007) .....	14
<b>Gambar 2.9.</b> Peta Anomali Sisa Gaya Berat Daerah Wai Selabung (Hadi dkk, 2011) .....	18
<b>Gambar 2.10.</b> Penampang 2D Magnetotellurik Daerah Wai Selabung (Hadi dkk, 2011) .....	19
<b>Gambar 2.11.</b> Penampang Resistivitas Magnetotellurik Daerah Danau Ranau (PT PLN, 2017 dalam Afiat dkk, 2020).....	20
<b>Gambar 3.1.</b> Skema Terjadinya Magnetotellurik (Arumsari, 2007).....	22
<b>Gambar 3.2.</b> Kurva Sounding MT (Berdichevsky, 1968) .....	29
<b>Gambar 3.3.</b> Ilustrasi Pemodelan Gelombang EM 3 Lapisan (Cagniard,1953) .....	30

<b>Gambar 3.4.</b> Perubahan Diagram Polar terhadap Dimensionalitas Data (Wameyo, 2005).....	31
<b>Gambar 3.5.</b> Gaya Tarik Menarik antara $m_1$ dan $m_2$ pada Jarak $r$ (Syamsuriadi dan Sabrianto, 2012).....	33
<b>Gambar 3.6.</b> Potensial Massa Tiga Dimensi (Telford dkk, 1990).....	34
<b>Gambar 3.7.</b> Ilustrasi Kontinuasi ke Atas dari Permukaan Horizontal (Blakely, 1996).....	39
<b>Gambar 3.8.</b> a) Model Geologi, b) Anomali Gravitasi, c) <i>Tilt Derivative</i> , d) <i>Horizontal Derivative</i> , e) <i>Vertical Derivative</i> (Hosseini dkk, 2013).....	40
<b>Gambar 3.9.</b> Kurva $\ln A$ terhadap $k$ (Blakely, 1996).....	43
<b>Gambar 3.10.</b> Pemodelan Geofisika ke Depan dan Inversi (Grandis, 2008).....	44
<b>Gambar 4.1.</b> Diagram Alir Penelitian “Analisis Data Magnetotellurik dan Gravitasi untuk Penentuan Zona Reservoir pada Lapangan Panas Bumi “PRITA”, Perbatasan Provinsi Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung”.....	47
<b>Gambar 4.2.</b> Desain Survey Daerah Penelitian.....	49
<b>Gambar 4.3.</b> Diagram Alir Pengolahan Data MT.....	50
<b>Gambar 4.4.</b> Diagram Alir Pengolahan Data Gravitasi.....	51
<b>Gambar 5.1.</b> Nilai <i>Skew Swift</i> pada Seluruh Frekuensi (0.0067-320 Hz).....	58
<b>Gambar 5.2.</b> Contoh Diagram Polar Seluruh Frekuensi (0.0067-320 Hz) Titik MT-04.....	58
<b>Gambar 5.3.</b> Besaran <i>Strike Swift</i> pada Kedalaman: (a) dangkal, (b) menengah, (c) dalam.....	60
<b>Gambar 5.4.</b> Diagram <i>Rose</i> berdasarkan: (a) <i>Geoelectrical Strike</i> , (b) <i>Geological Strike</i> .....	60
<b>Gambar 5.5.</b> Pemodelan 1D MT TE (kiri), TM (tengah), dan TETM (kanan) pada Rotasi Tensor: (a) $0^\circ$ / tanpa rotasi, (b) $135^\circ$ / berdasarkan <i>geological strike</i> , (c) $157^\circ$ / berdasarkan <i>geoelectrical strike</i> .....	62
<b>Gambar 5.6.</b> Pemodelan 1D MT TE (kiri), TM (tengah), dan TETM (kanan) pada Rotasi Tensor: (a) $0^\circ$ / tanpa rotasi, (b) $135^\circ$ / berdasarkan <i>geological strike</i> , (c) $157^\circ$ / berdasarkan <i>geoelectrical strike</i> .....	66
<b>Gambar 5.7.</b> Pemodelan 1D MT.....	67
<b>Gambar 5.8.</b> Pemodelan 2D MT.....	67

<b>Gambar 5.9.</b> Peta <i>Free Air Anomaly</i> (FAA).....	68
<b>Gambar 5.10.</b> Peta Elevasi.....	69
<b>Gambar 5.11.</b> Peta <i>Complete Bouguer Anomaly</i> (CBA) .....	70
<b>Gambar 5.12.</b> Perbandingan Peta <i>Upward Continuation</i> 500-2500m.....	71
<b>Gambar 5.13.</b> Perbandingan Peta <i>Upward Continuation</i> 100-400m.....	72
<b>Gambar 5.14.</b> Perbandingan Nilai CBA dengan <i>Upward Continuation</i> 400m.....	72
<b>Gambar 5.15.</b> Peta Anomali Regional .....	73
<b>Gambar 5.16.</b> Overlay Peta Anomali Regional dengan Peta Geologi.....	74
<b>Gambar 5.17.</b> Peta Anomali Lokal .....	75
<b>Gambar 5.18.</b> Peta <i>Total Horizontal Derivative</i> (THD) dengan Garis Putus- Putus Hitam menandai Garis Interpretasi Struktur Sesar.....	76
<b>Gambar 5.19.</b> Peta <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD) dengan Garis Putus- Putus Hitam menandai Garis Interpretasi Struktur Sesar.....	77
<b>Gambar 5.20.</b> Peta <i>Tilt Derivative</i> (TDR) dengan Garis Putus-Putus Hitam menandai Garis Interpretasi Struktur Sesar .....	78
<b>Gambar 5.21.</b> Peta Sayatan Analisa Spektrum dengan Garis Hitam menandai Garis Sayatan.....	79
<b>Gambar 5.22.</b> Grafik Analisa Spektrum Sayatan A-A', Titik Biru menandakan Data Regional, Titik Oranye menandakan Data Lokal, dan Titik Hijau menandakan Data <i>Noise</i> .....	80
<b>Gambar 5.23.</b> Grafik Analisa Spektrum Sayatan B-B', Titik Biru menandakan Data Regional, Titik Oranye menandakan Data Lokal, dan Titik Hijau menandakan Data <i>Noise</i> .....	81
<b>Gambar 5.24.</b> Grafik Analisa Spektrum Sayatan C-C', Titik Biru menandakan Data Regional, Titik Oranye menandakan Data Lokal, dan Titik Hijau menandakan Data <i>Noise</i> .....	82
<b>Gambar 5.25.</b> Grafik Analisa Spektrum Sayatan D-D', Titik Biru menandakan Data Regional, Titik Oranye menandakan Data Lokal, dan Titik Hijau menandakan Data <i>Noise</i> .....	83
<b>Gambar 5.26.</b> Model Awal Pemodelan 3D Gravitasi.....	84

<b>Gambar 5.27.</b> Respon Pemodelan 3D Gravitasi: (a) <i>Measured</i> , (b) <i>Computed</i> , (c) <i>Difference</i> , (d) <i>Curve Matching</i> .....	84
<b>Gambar 5.28.</b> Sayatan A-A' dari Pemodelan 3D .....	85
<b>Gambar 5.29.</b> Sayatan B-B' dari Pemodelan 3D .....	86
<b>Gambar 5.30.</b> Sayatan C-C' dari Pemodelan 3D .....	87
<b>Gambar 5.31.</b> Sayatan D-D' dari Pemodelan 3D .....	88
<b>Gambar 5.32.</b> Pemodelan 3 Dimensi Anomali Gravitasi .....	88
<b>Gambar 5.33.</b> <i>Overlay</i> : (a) Pemodelan 3D Gravitasi, (b) Pemodelan 2D MT sesuai Sayatan S-S', (c) Sayatan S-S' Pemodelan 3D Gravitasi.....	90
<b>Gambar A.1.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-01 .....	98
<b>Gambar A.2.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-02 .....	99
<b>Gambar A.3.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-03 .....	99
<b>Gambar A.4.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-04 .....	100
<b>Gambar A.5.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-05 .....	100
<b>Gambar A.6.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-06 .....	101
<b>Gambar A.7.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-07 .....	101
<b>Gambar A.8.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-08 .....	102
<b>Gambar A.9.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-09 .....	102
<b>Gambar A.10.</b> <i>Smoothing</i> Grafik Titik MT-10 .....	103
<b>Gambar B.1.</b> Diagram Polar Titik MT-01 .....	104
<b>Gambar B.2.</b> Diagram Polar Titik MT-02 .....	104
<b>Gambar B.3.</b> Diagram Polar Titik MT-03 .....	105
<b>Gambar B.4.</b> Diagram Polar Titik MT-04 .....	105
<b>Gambar B.5.</b> Diagram Polar Titik MT-05 .....	105
<b>Gambar B.6.</b> Diagram Polar Titik MT-06 .....	106
<b>Gambar B.7.</b> Diagram Polar Titik MT-07 .....	106
<b>Gambar B.8.</b> Diagram Polar Titik MT-08 .....	106
<b>Gambar B.9.</b> Diagram Polar Titik MT-09 .....	107
<b>Gambar B.10.</b> Diagram Polar Titik MT-10 .....	107



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1.</b> Variasi Skin Depth dengan Frekuensi Gelombang Bidang pada Medium Homogen dengan Resistivitas $\rho$ .....	27
<b>Tabel 4.1.</b> Tabel Resistivitas Batuan (Telford dkk, 1990) .....	54
<b>Tabel 4.2.</b> Tabel Densitas Batuan (Telford dkk, 1990) .....	56
<b>Tabel 5.1.</b> Tabel Interpretasi MT.....	65
<b>Tabel 5.2.</b> Tabel Interpretasi Gravitasi .....	71
<b>Tabel 5.3.</b> Estimasi Kedalaman Sayatan A-A' .....	77
<b>Tabel 5.4.</b> Estimasi Kedalaman Sayatan B-B' .....	78
<b>Tabel 5.5.</b> Estimasi Kedalaman Sayatan C-C' .....	79
<b>Tabel 5.6.</b> Estimasi Kedalaman Sayatan D-D' .....	80

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

### Singkatan Nama

1D	1 Dimensi
2D	2 Dimensi
3D	3 Dimensi
CBA	<i>Complete Bouguer Anomaly</i>
FAA	<i>Free Air Anomaly</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
GW	Giga Watt
MAP	Mata Air Panas
MT	Magnetotellurik
MW	Mega Watt
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SVD	<i>Second Vertical Derivative</i>
TDR	<i>Tilt Derivative</i>
TE	<i>Transverse Electric</i>
TETM	<i>Transverse Electric Transverse Magnetic / Invarian</i>
THD	<i>Total Horizontal Derivative</i>
TM	<i>Transverse Magnetic</i>

### Lambang

<b>E</b>	: medan listrik (Volt/m)
<b>B</b>	: fluks / induksi magnetik (Weber/m <sup>2</sup> atau Tesla)
<b>H</b>	: medan magnet (Ampere/m)
<b>D</b>	: perpindahan listrik (Coulomb/m <sup>2</sup> )
<b>j</b>	: rapat arus (Ampere/m <sup>2</sup> )
<b>q</b>	: rapat muatan listrik (Coulomb/m <sup>3</sup> )
$\mu$	: permeabilitas magnetik (Henry/m)
$\epsilon$	: permitivitas listrik (Farad/m)
$\sigma$	: konduktivitas (Siemens/m)
$\rho$	: resistivitas atau densitas (Ohm.m atau gr/cc)

- k : bilangan gelombang
- $\delta$  : *skin depth* (m)
- $\Phi$  : fase (rad)
- Z : impedansi gelombang
- $\omega$  : frekuensi sudut (rad/s)
- z : kedalaman (m)
- $\Theta$  : sudut strike / sudut lintang ( $^{\circ}$ )
- F** : gaya yang dialami oleh suatu benda terhadap benda lain (N)
- G : tetapan medan gravitasi ( $\text{Nm}^2/\text{kg}^2$ )
- R : jarak pengukuran (m)
- M : massa (kg)
- a : sudut zenith ( $^{\circ}$ )
- h : ketinggian topografi (m)
- U : medan potensial
- f(x) : fungsi spektrum dalam domain waktu (s)
- x : jarak (m)