

**PEMODELAN SISTEM PANASBUMI BERDASARKAN
INVERSI 2-DIMENSI MAGNETOTELLURIK DAERAH
PROSPEK PANASBUMI ARJUNO WELIRANG
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:
NANTYA PARAHITA HAPSARI
135090701111009



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PEGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

**PEMODELAN SISTEM PANASBUMI BERDASARKAN
INVERSI 2-DIMENSI MAGNETOTELLURIK DAERAH
PROSPEK PANASBUMI ARJUNO WELIRANG
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Oleh:
NANTYA PARAHITA HAPSARI
135090701111009



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PEGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMODELAN SISTEM PANASBUMI BERDASARKAN
INVERSI 2-DIMENSI MAGNETOTELLURIK DAERAH
PROSPEK PANASBUMI ARJUNO WELIRANG
JAWA TIMUR**

**Oleh:
NANTYA PARAHITA HAPSARI
135090701111009**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 27 Desember 2017
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

Pembimbing I

**Sukir Maryanto, Ph.D
NIP. 197106211998021001**

Pembimbing II



**Sucandra S.Si
NIK. 11000669**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Prof. Dr.rer.nat. Muhammad Nurhuda
NIP. 19640910199021001**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nantya Parahita Hapsari
NIM : 135090701111009
Jurusan : Fisika
Penulis Skripsi Berjudul : *Pemodelan Sistem Panasbumi Berdasarkan Inversi 2-Dimensi Magnetotellurik Daerah Prospek Panasbumi Arjuno Welirang Jawa Timur*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Karya-karya dari nama-nama yang tercantum di daftar pustaka digunakan semata-mata sebagai referensi atau acuan.
2. Apabila pada kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung semua risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,2017
Yang menyatakan,

Nantya Parahita Hapsari
NIM. 135090701111009

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PEMODELAN SISTEM PANASBUMI BERDASARKAN
INVERSI 2-DIMENSI MAGNETOTELLURIK DAERAH
PROSPEK PANASBUMI ARJUNO WELIRANG
JAWA TIMUR**

ABSTRAK

Arjuno-Welirang adalah sebuah kompleks gunung api kembar berjenis *stratovolcano* dengan ketinggian yaitu 3.339 m untuk Arjuno dan 3.156 m untuk Welirang. Keberadaan daerah panasbumi Arjuno – Welirang ditandai dengan ditemukan manifestasi sistem panasbumi berupa mata air panas Padusan, mata air panas Coban, mata air panas Canggar, dan fumarol kawah Plupuh. Dilakukan pemodelan inversi 2-Dimensi magnetotellurik untuk menentukan komponen sistem panasbumi (*Clay cap, Reservoir, dan Heat source*). Penelitian menggunakan 31 titik pengukuran magnetotellurik yang dibagi menjadi 4 *line* pengukuran. Berdasarkan hasil inversi 2-Dimensi magnetotellurik lapisan *clay cap* memiliki nilai resistivitas rendah ($\leq 10 \Omega.m$) memiliki ketebalan antara 1000 m – 2000 m , lapisan *reservoir* memiliki nilai resistivitas sedang ($10 < \rho \leq 60 \Omega.m$) *top reservoir* berada pada elevasi 750 m, dan lapisan *heat source* memiliki nilai resistivitas tinggi ($> 60 \Omega.m$) dan membentuk *shape up-dome*.

Kata Kunci: Magnetotellurik, Sistem Panasbumi, Model Konseptual

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**MODELING GEOTHERMAL SYSTEM BASED ON
2-DIMENSION MAGNETOTELLURIC INVERSION ARJUNO
WELIRANG PROSPECT GEOTHERMAL
JAWA TIMUR**

ABSTRACT

Arjuno-Welirang is a complex of twin volcanoes of stratovolcano type with a height of 3,339 m for Arjuno and 3.156 m for Welirang. The existence of the Arjuno - Welirang geothermal area is characterized by a manifestation of a geothermal system of hot springs Padusan, Coban hot springs, Canggar hot springs, and fumarole crater Plupuh. 2-Dimensional magnetotelluric inversion modeling was performed to determine the components of the geothermal system (Clay cap, Reservoir, and Heat source). The study used 31 magnetotelluric measurement points divided into 4 measurement lines. Based on 2-dimensional magnetotelluric inversion clay cap having low resistivity value ($\leq 10 \Omega.m$) having thickness between 1000 m - 2000 m, reservoir layer has medium resistivity value ($10 < \rho \leq 60 \Omega.m$) top the reservoir is at 750 m elevation, and the heat source layer has a high resistivity value ($> 60 \Omega.m$) and forms an up-dome Shape

Key words: Magnetotelluric, Geothermal System, Conceptual Model

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul *Pemodelan Sistem Panasbumi Berdasarkan Inversi 2-Dimensi Magnetotellurik Daerah Prospek Panasbumi Arjuno Welirang Jawa Timur*. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai gelar Sarjana Sains bidang keahlian Geofisika di Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya.

Penyelesaian laporan ini tentunya tak lepas dari bantuan, bimbingan serta arahan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis, yang selalu memberikan doa, motivasi, serta semangat selama pelaksanaan hingga penyelesaian skripsi ini.
2. PT. Elnusa. Tbk, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
3. Dinas ESDM Jawa Timur, atas izin penggunaan data yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Muhammad Nurhuda selaku Ketua Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya.
5. Bapak Sukir Maryanto, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan ilmu, nasihat serta arahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Bapak Sucandra S.Si selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberikan saran untuk penyelesaian tugas akhir dan laporan tugas akhir ini.
7. Bapak Nefrizal, Bapak Soleh, Bapak deni, Bapak Irham, Bapak Surya, Mas Arif, Bapak Royo, Mas Roy, dan Bapak firman yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi dalam pelaksanaan tugas akhir
8. Kakakku Gilar Cahyo Pambudi yang telah memberikan dorongan semangat dan doa.
9. Sahabat-sahabat faradina, Mita, Elisya, dan Clara yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

10. Teman-teman seperjuangan Febriany, Dian, dan Risma yang memberikan semangat dan dukungan.
11. Kakak-kakak Kost Yoyo Mbak Fanis, Mbak Maya, Mas Garda, Mas Irfan, dan Mas Dede yang telah memberikan semangat selama penulis melaksanakan Tugas Akhir.
12. Keluarga Geofisika 2013 Universitas Brawijaya yang telah mendukung penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu terlaksana hingga terselesaikannya tugas akhir ini yang tak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari, bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Untuk itu, saran dan kritik sangat diharapkan oleh penulis untuk perbaikan dalam penelitian-penelitian yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga hasil karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 8 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Geologi Arjuno Welirang.....	5
2.1.1 Geomorfologi	5
2.1.2 Stratigrafi.....	5
2.1.3 Struktur Geologi.....	8
2.2 Manifestasi Panasbumi Arjuno Welirang.....	9
2.2.1 Air Panas Padusan	9
2.2.2 Air Panas Coban.....	9
2.2.3 Air Panas Cangar.....	10
2.2.4 Fumarol	10
2.2.5 Alterasi	10

2.3 Tinjauan Geokimia Arjuno-Welirang.....	11
2.3.1 Kimia Air.....	11
2.3.2 Komposisi Gas.....	12
2.4 Sistem Panasbumi.....	14
2.4.1 Skema Sistem Panasbumi.....	14
2.4.2 Klasifikasi sistem panasbumi.....	15
2.5 Metode Magnetotellurik.....	16
2.5.1 <i>Skin Depth</i>	19
2.5.2 Impedansi.....	19
2.5.3 Resistivitas Semu.....	20
2.5.4 Fase.....	20
2.5.5 Mode Pengukuran.....	21
2.5.6 Rotasi.....	23
2.5.7 Pergeseran Statik.....	23
2.5.7.1 Heterogenitas di dekat permukaan.....	24
2.5.7.2 Kontak Vertikal.....	24
2.5.7.3 Topografi.....	25
2.6 Metode Koreksi Pergeseran statik.....	25
2.6.1 TDEM (<i>Time Domain Electromagnetic</i>).....	25
2.7 Akuisisi Data Magnetotellurik.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.2 Rancangan Penelitian.....	30
3.3 Materi Penelitian.....	30
3.4 Langkah Penelitian.....	31
3.4.1 Studi Pustaka dan Penyediaan Data.....	31
3.4.2 Pengolahan data.....	31
3.4.2.1 Analisis <i>Time-Series</i>	31

3.4.2.2 Transformasi Fourier	34
3.4.2.3 <i>Robust Processing</i>	35
3.4.2.4 Rotasi.....	37
3.4.2.5 Seleksi <i>Crosspower</i>	38
3.4.2.6 <i>Smoothing Data</i>	40
3.4.2.7 Koreksi Statik	41
3.4.2.8 Inversi 1-Dimensi	44
3.4.2.9 Inversi 2-Dimensi	46
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil Inversi 2-Dimensi Magnetotellurik.....	49
4.1.1 <i>Line 1</i>	50
4.1.2 <i>Line 2</i>	52
4.1.3 <i>Line 3</i>	54
4.1.4 <i>Line 4</i>	56
4.2 Analisa Komponen Sistem Panasbumi.....	58
4.3 Top Reservoir	61
4.4 Model Konseptual	63
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	73

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi Arjuno-Welirang (Kelompok Penyelidikan Panasbumi PSDG, 2010).....	7
Gambar 2.2 (a) Diagram Segitiga Cl - SO ₄ - HCO ₃ , (b) Diagram Segitiga Na – K - Mg, dan (c) Diagram Segitiga Cl – Li - B (Tim Kelompok Penyelidikan Panasbumi PSDG, 2010)	13
Gambar 2.3 Skema Sistem Panasbumi Ideal (Dickson dkk.,2004)..	14
Gambar 2.4 Proses Interaksi Gelombang Elektromagnetik dengan Bumi	18
Gambar 2.5 Hubungan Gelombang Listrik dan Magnet (Unsworth, 2016).....	21
Gambar 2.6 Mode Pengukuran dalam Metode Magnetotellurik (Vozoff, 1991).....	22
Gambar 2.7 Hasil Pengukuran Akibat Kontak Vertikal (Vozoff, 1991).....	24
Gambar 2.8 Konfigurasi Alat Pengukuran MT (Zanuar, 2009)	27
Gambar 3.1 Lintasan Pengambilan Data Magnetotellurik	29
Gambar 3.2 Tampilan <i>Time Series Viewer</i>	32
Gambar 3.3 Nilai Koherensi Raw Data.....	33
Gambar 3.4 Parameter <i>Fourier Transform</i> pada <i>Software SSMT 2000</i>	35
Gambar 3.5 Edit PRM pada <i>Software SSMT 2000</i>	36
Gambar 3.6 Lokasi daerah penelitian dan pola struktur.....	38
Gambar 3.7 Kurva <i>Apparent Resistivity</i> dan <i>Phase</i>	40
Gambar 3.8 <i>Smoothing Data</i>	41
Gambar 3.9 Koreksi Statik	43
Gambar 3.10 Inversi 1-Dimensi	45
Gambar 3.11 Penampang <i>Mesh 2-Dimensi</i>	46

Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 4.1 Titik Pengukuran Magnetotellurik	49
Gambar 4.2 Hasil Inversi 2-Dimensi <i>line 1</i>	51
Gambar 4.3 Hasil Inversi 2-Dimensi <i>line 2</i>	53
Gambar 4.4 Hasil Inversi 2-Dimensi <i>line 3</i>	55
Gambar 4.5 Hasil Inversi 2-Dimensi <i>line 4</i>	57
Gambar 4.6 Hasil Inversi 2-Dimensi <i>line 1, line 2, line 3, dan line 4</i>	60
Gambar 4.7 Dugaan <i>Top Reservoir</i> Sistem Panasbumi	62
Gambar 4.8 Peta Manifestasi Panasbumi Daerah Arjuno-Welirang	63
Gambar 4.9 Model Konseptual <i>line 1</i> Daerah Penelitian Arjuno - Welirang	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Sistem Panas Bumi Berdasarkan Temperatur Hochstein (Dickson dkk., 2004).....	16
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data MT01	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	73
Lampiran 2	Data MT02	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	74
Lampiran 3	Data MT03	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	75
Lampiran 4	Data MT04	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	76
Lampiran 5	Data MT05	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	77
Lampiran 6	Data MT06	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>crosspower</i>	78
Lampiran 7	Data MT07	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	79
Lampiran 8	Data MT08	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	80
Lampiran 9	Data MT09	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	81
Lampiran 10	Data MT10	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	82
Lampiran 11	Data MT11	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	83
Lampiran 12	Data MT12	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	84
Lampiran 13	Data MT13	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	85
Lampiran 14	Data MT14	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	86
Lampiran 15	Data MT15	Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit	
		<i>Crosspower</i>	87

Lampiran 16 Data MT16 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	88
Lampiran 17 Data MT17 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	89
Lampiran 18 Data MT18 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	90
Lampiran 19 Data MT19 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	91
Lampiran 20 Data MT20 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	92
Lampiran 21 Data MT21 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	93
Lampiran 22 Data MT22 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	94
Lampiran 23 Data MT23 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	95
Lampiran 24 Data MT24 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	96
Lampiran 25 Data MT25 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	97
Lampiran 26 Data MT26 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	98
Lampiran 27 Data MT27 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	99
Lampiran 28 Data MT28 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	100
Lampiran 29 Data MT29 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	101
Lampiran 30 Data MT30 Sebelum (a) dan Sesudah (b) Edit <i>Crosspower</i>	102
Lampiran 31 Inversi 2-Dimensi Elevasi 1500 m.....	103
Lampiran 32 Inversi 2-Dimensi Elevasi 1250 m.....	104

Lampiran 33 Inversi 2-Dimensi Elevasi 1000 m.....	105
Lampiran 34 Inversi 2-Dimensi Elevasi 750 m.....	106
Lampiran 35 Inversi 2-Dimensi Elevasi 500 m.....	107
Lampiran 36 Inversi 2-Dimensi Elevasi 250 m.....	108
Lampiran 37 Inversi 2-Dimensi Elevasi 0 m.....	109
Lampiran 38 Inversi 2-Dimensi Elevasi -250 m	110
Lampiran 39 Inversi 2-Dimensi Elevasi -500 m	111
Lampiran 40 Inversi 2-Dimensi Elevasi -750 m	112
Lampiran 41 Inversi 2-Dimensi Elevasi -1000 m	113
Lampiran 42 Inversi 2-Dimensi Elevasi -1250 m	114
Lampiran 43 Inversi 2-Dimensi Elevasi -1500 m	115
Lampiran 44 Inversi 2-Dimensi Elevasi -1750 m	116
Lampiran 45 Inversi 2-Dimensi Elevasi -2000 m	117

(Halaman ini sengaja dikosongkan)