



**PEMODELAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN BUMI  
DENGAN VARIASI KEDALAMAN DAN GEOMETRI  
ANOMALI MENGGUNAKAN MT 2D MODUS *TM***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Alfa Rianto**

**NIM 081810201034**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Ali Usman dan Ibunda Siti Maryam, saya ucapkan terima kasih atas kasih sayang, doa, nasehat-nasehat, dukungan yang telah diberikan, serta didikan yang luar biasa selama ini untuk memahami arti kehidupan, kemandirian, dan kerja keras pantang menyerah;
2. Pamanku Moh. Nasir dan Bibiku Salma yang telah memberikan kasih sayangnya, sebagaimana layaknya anak sendiri.;
3. Adik Yeni Wahyuni, Nabila Wahyuni, dan Naila Wahyuni yang selalu memberikan canda tawa dan warna dalam hidup ini.;
4. Keluarga besar PP – Mahasiswa Al-Jauhar yang tidak hentinya memberikan dukungan dalam membimbing ilmu agama Islam dan pelajaran kehidupan yang akan sangat berguna kelak;
5. Sahabat seperjuangan Jalal Rosyidi Soelaiman, M. Adhi Karisma J., Reza Sairawan, dan Ianuar Teguh P., serta Nur Faizin, Khasan Ali Yusuf, Desta Agga Saputra dan Ahmad Muzaqi yang selalu memberikan dorongan dan menerima keluh kesah penulis selama ini;
6. Para akademisi yang mencintai sains dan teknologi;
7. Almamater Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.

## MOTTO

“Barang siapa benar-benar ikhlas kepada Allah, niscaya akan ditanggung segala urusannya dan diberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka”

(terjemahan Hadist Nabi SAW )<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup>Imam Al Ghazali. 2009. *Minhajul Abidin*. Surabaya: PT. Mutiara Ilmu.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfa Rianto

NIM : 081810201034

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul :” *Pemodelan struktur bawah permukaan bumi dengan variasi kedalaman dan geometri anomali menggunakan MT 2D modus TM*” adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa, dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2014

Yang Menyatakan,

Alfa Rianto

NIM 081810201044

**SKRIPSI**

**PEMODELAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN BUMI  
DENGAN VARIASI KEDALAMAN DAN GEOMETRI  
ANOMALI MENGGUNAKAN MT 2D MODUS *TM***

**Oleh**

**Alfa Rianto**

**NIM 081810201034**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama**

**: Supriyadi, S.Si., M.Si**

**Dosen Pembimbing Anggota**

**: Nurul Priyantari, S.Si., M.Si**

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pemodelan struktur bawah permukaan bumi dengan variasi kedalaman dan geometri anomali menggunakan MT 2D modus TM*, telah diuji dan disahkan secara akademis pada:

hari :  
tanggal :  
tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### Tim Penguji:

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)                      Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)

Supriyadi. S.Si., M.S  
NIP 198204242006041003

Nurul Priyantari. S.Si., M.Si  
NIP 197003271997022001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Drs. Yuda Cahyoargo H., MSc., Ph.D  
NIP 19620311 198702 1 001

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si  
NIP 198111112005012001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Pemodelan struktur bawah permukaan bumi dengan variasi kedalaman dan geometri anomali menggunakan MT 2D modus TM;** Alfa Rianto, 081810201034; 2014; 85 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Berdasarkan sejarah dan peralatannya, penggunaan metode geofisika secara luas banyak dilakukan dalam bidang eksplorasi seperti penggunaan metode seismik, gaya berat, magnetik, listrik dan elektromagnetik. Pengukuran seismik, magnetik dan gaya berat merupakan pengukuran utama untuk eksplorasi mineral. Sedangkan pada eksplorasi kebumihan untuk mencari sumber panas bumi dan konduktivitas bawah permukaan bumi menggunakan elektromagnetik.

Salah satu metode geofisika yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik yaitu metode magnetotelurik (MT). Metode MT adalah metode pasif yang memanfaatkan arus listrik alami (telurik) dengan induksi gelombang elektromagnetik ke bumi. Keunggulan dari metode ini yaitu dapat digunakan untuk menentukan sifat listrik bahan pada kedalaman yang relatif besar dan juga digunakan untuk mengetahui sebaran tahanan jenis batuan di bawah permukaan.

Teknik pemodelan, terutama pemodelan data MT 1-D telah berkembang pesat, baik berupa teknik pemodelan kedepan maupun pemodelan inversi. Namun demikian, keadaan geologi suatu daerah tertentu tidak selalu dapat digambarkan sebagai model 1-D. Untuk daerah dengan keadaan geologi yang lebih kompleks, pemodelan 1-D sudah tidak relevan lagi sehingga diperlukan pemodelan 2-D.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan didapat kesimpulan bahwa secara umum, respon MT 2D untuk anomali baik berbentuk lingkaran maupun persegi disajikan dalam bentuk kontur medan magnet, kontur fasa medan magnet, kurva resistivitas semu, dan kurva fasa impedansi. Perubahan distribusi medan magnet pada batas – batas anomali pada arah lateral menunjukkan ukuran anomali, sedangkan pada arah vertikal menunjukkan kedalamannya. Selain itu, kurva

resistivitas semu dan kurva fasa impedansi juga dapat menunjukkan ukuran dan kedalaman anomali.

Ukuran anomali pada kurva resistivitas semu ditunjukkan dengan penurunan harga resistivitas semu pada batas – batas anomali (arah lateral) kemudian naik kembali, sebaliknya pada kurva fasa impedansi naik. Kedalaman anomali dapat diketahui melalui besarnya nilai resistivitas semu, besarnya nilai resistivitas semu berbeda untuk frekuensi yang berbeda. Demikian juga kenaikan harga fasa impedansi untuk frekuensi tertentu menunjukkan kedalaman anomali.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul “*Pemodelan struktur bawah permukaan bumi dengan variasi kedalaman dan geometri anomali menggunakan MT 2D modus TM*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Supriyadi. S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Nurul Priyantari. S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan dalam skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo H., MSc., Ph.D selaku Dosen Penguji I, dan Endhah Purwandari, S.Si, M.Si, selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam skripsi ini;
3. Jalal Rosyidi Soelaiman, Dika, Reza, Ianuar Teguh, Oryza, Faizin, Dita, Taslia dan rekan-rekan angkatan 2008 Jurusan Fisika serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan dan masukan dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini.

Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, Januari 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.3 Persamaan Maxwell</b> .....	4
<b>2.4 Impedansi Bumi</b> .....	8
<b>2.5 Magnetotelurik</b> .....	11
<b>2.6 Analisis Metode Elemen Hingga</b> .....	16
<b>2.7 Permasalahan Nilai Batas MT 2D Modus TM</b> .....	17
<b>2.8 Respon Modus TM Terhadap Anomali</b> .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	20
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	20
<b>3.2 Waktu dan Tempat</b> .....	20
<b>3.3 Tahap Penelitian</b> .....	20
3.3.1 Tahap Mulai.....	22
3.3.2 Tahap Domain Pemodelan Anomali.....	22
3.3.3 Tahap Pemilihan Model.....	22
3.3.4 Tahap Penentuan Frekuensi.....	22
3.3.5 Tahap Kalkulasi Modus TM .....	23
3.3.6 Penyimpanan Data .....	23

3.3.7 Visualisasi Medan $H$ , Fasa Medan $H$ , Resistivitas Semu, dan Fasa Impedansi.....	23
3.3.8 Analisa.....	24
<b>3.4 Profil Model Anomali Lingkaran dan Persegi .....</b>	<b>24</b>
3.4.1 Variasi Ukuran Model Anomali Geometri Lingkaran dengan Kedalaman Konstan.....	24
3.4.2 Variasi Kedalaman Model Anomali dengan Ukuran Geometri Lingkaran Konstan.....	25
3.4.3 Variasi Ukuran Model Anomali Geometri Persegi dengan Kedalaman Konstan.....	26
3.4.4 Variasi Kedalaman Model Anomali dengan Ukuran Geometri Persegi Konstan .....	28
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Variasi Ukuran Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Kedalaman Konstan .....</b>	<b>29</b>
4.1.1 Model Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Diameter 1000 m dan Kedalaman Konstan 300 m .....	29
4.1.2 Model Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Diameter 2000 m dan Kedalaman Konstan 300 m .....	34
4.1.3 Model Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Diameter 4000 m dan Kedalaman Konstan 300 m .....	38
<b>4.2 Variasi Kedalaman Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Ukuran Diameter Konstan .....</b>	<b>43</b>
4.2.1 Model Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Diameter 2000 m dan Kedalaman 300 m .....	43
4.2.2 Model Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Diameter 2000 m dan Kedalaman 1000 m .....	46
4.2.3 Model Anomali Berbentuk Lingkaran dengan Diameter 2000 m dan Kedalaman 2000 m .....	50

<b>4.3 Variasi Ukuran Anomali Berbentuk Persegi</b>	
<b>dengan Kedalaman Konstan</b> .....	55
4.3.1 Model Anomali Berbentuk Persegi dengan sisi 1000 m dan Kedalaman 300 m.....	55
4.3.2 Model Anomali Berbentuk Persegi dengan sisi 2000 m dan Kedalaman 300 m.....	59
4.3.3 Model Anomali Berbentuk Persegi dengan sisi 4000 m dan Kedalaman 300 m.....	63
<b>4.4 Variasi Kedalaman Anomali Berbentuk Persegi</b>	
<b>dengan Ukuran Konstan</b> .....	67
4.4.1 Model Anomali Berbentuk Persegi dengan sisi 2000 m dan Kedalaman 300 m .....	67
4.4.2 Model Anomali Berbentuk Persegi dengan sisi 2000 m dan Kedalaman 1000 m .....	70
4.4.3 Model Anomali Berbentuk Persegi dengan sisi 2000 m dan Kedalaman 2000 m .....	74
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	81
<b>5.1. Kesimpulan</b> .....	81
<b>5.2. Saran</b> .....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	83

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Komponen medan elektromagnetik untuk bumi 2D .....	13
2.2. Komponen medan listrik dipermukaan bumi modus TM .....	14
2.3. (a) Elemen Dirichlet (b) Elemen Neumann .....	17
2.4. Proses interaksi partikel matahari dengan medan magnet bumi .....	28
3.1. Diagram Kerja Penelitian .....	21
3.2. (a) Diameter 1000 m, (b) diameter 2000 m, dan (c) 4000 m .....	25
3.3. (a) kedalaman 300 m, (b) kedalaman 1000 m, dan (c) kedalaman 2000 m .....	26
3.4. (a) ukuran 1000 m, (b) ukuran 2000 m, dan (c) ukuran 4000 m .....	27
3.5. (a) kedalaman 300 m, (b) kedalaman 1000 m, dan (c) kedalaman 2000 m. ....	28
4.1. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 1000 m dan kedalaman 300 m .....	30
4.2. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 1000 m dan kedalaman 300 m .....	32
4.3. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 300 m .....	35
4.4. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 300 m .....	37
4.5. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz,	

(e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 4000 m dan kedalaman 300 m.....	39
4.6. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 4000 m dan kedalaman 300 m. ....	41
4.7. kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 300 m .....	44
4.8. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 300 m .....	45
4.9. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 1000 m.....	47
4.10.(a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 1000 m.....	50
4.11.Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 2000 m.....	51
4.12. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk lingkaran dengan diameter 2000 m dan kedalaman 2000 m.....	53
4.13. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz,	

(e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk persegi dengan sisi 1000 m dan kedalaman 300 m.....	56
4.14. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk persegi dengan sisi 1000 m dan kedalaman 300 m .....	58
4.15. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 300 m.....	59
4.16. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 300 m .....	62
4.17. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk persegi dengan sisi 4000 m dan kedalaman 300 m.....	64
4.18. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk persegi dengan sisi 4000 m dan kedalaman 300 m .....	66
4.19. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 300 m.....	68
4.20. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 300 m .....	70
4.21. Kontur medan magnet $H_y$ untuk (a) $f = 0,1$ Hz, (b) $f = 5$ Hz, (c) $f = 100$ Hz dan kontur fasa medan untuk (d) $f = 0,1$ Hz, (e) $f = 5$ Hz, (f) $f = 100$ Hz pada model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 1000 m.....	71
4.22. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 1000 m ....	73

- 4.23. Kontur medan magnet  $H_y$  untuk (a)  $f = 0,1$  Hz, (b)  $f = 5$  Hz, (c)  $f = 100$  Hz dan kontur fasa medan untuk (d)  $f = 0,1$  Hz, (e)  $f = 5$  Hz, (f)  $f = 100$  Hz pada model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 2000 m..... 75
- 4.24. (a) Kurva resistivitas semu dan (b) Kurva fasa impedansi untuk model anomali berbentuk persegi dengan sisi 2000 m dan kedalaman 2000 m .... 78