



**APLIKASI PEMODELAN MAGNETOTELURIK 2D MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA UNTUK INVESTIGASI
STRUKTUR PATAHAN**

SKRIPSI

oleh

**DITA PUSPITA
NIM 091810201009**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**APLIKASI PEMODELAN MAGNETOTELURIK 2D MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA UNTUK INVESTIGASI
STRUKTUR PATAHAN**

SKRIPSI

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

oleh

**DITA PUSPITA
NIM 091810201009**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan kesempatan untuk dapat menggenggam ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Aplikasi Pemodelan Magnetotelurik 2D Menggunakan Metode Elemen Hingga untuk Investigasi Struktur Patahan*”. Dari lubuk hati yang paling dalam, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. kedua orang tua tercinta Akhmad Yatiman dan Evy, terima kasih atas segala cinta, doa dan pengorbanan yang telah diberikan hingga saat ini, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya;
2. adik tersayang Rendra Widyakso, terima kasih atas perhatian, doa serta dukungannya;
3. sahabat-sahabat seperjuangan di Laboratorium Material dan Komputasi Alfa Riyanto dan Tasliatul Mukaromah;
4. sahabat-sahabat terdekat Yulia Hartanti, Tasliatul Mukaromah dan Nurul Novianti terima kasih atas segala dukungan dan keceriaan-keceriaan yang mewarnai hidup ini;
5. sahabat Angkatan '09, terima kasih atas dukungan di setiap perjuangan selama studi;
6. guru-guru dan dosen-dosen, terima kasih telah memberikan ilmu, dukungan dan bimbingan dengan penuh kesabaran dan kasih sayang;
7. seluruh keluarga besar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

MOTO

“ Selalu ada celah retak dalam segala sesuatu, dari situlah cahaya masuk. “ (Leonard Cohen)^{*)}

“ Akan datang saat kau berpendapat bahwa segala sesuatunya selesai. Itulah yang akan menjadi awalnya. “ (Louis L’Amour)^{**)}

*“ Imperfection is beauty. Madness is genius and it is better to be absolutely ridiculous than absolutely boring. “ (Marilyn Monroe)^{***)}*

*) Hawthorne, R Jennifer et all. 2007. Life Lesson for Loving the Way You Live 7 Essential Ingredients for Finding Balance and Serenity. USA: Health Communications, Inc.

***) Canfield. Jack *et all.* 1999. Chicken Soup for the Single’s Soul. Florida: Health Communication, Inc.

***) <http://katakatabijak.com/tag/marilyn-monroe>. 14 Januari 2014

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dita Puspita

NIM : 091810201009

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Aplikasi Pemodelan Magnetotelurik 2D Menggunakan Metode Elemen Hingga untuk Investigasi Struktur Patahan* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Januari 2014

Yang menyatakan,

(Dita Puspita)

NIM 091810201009

SKRIPSI

**APLIKASI PEMODELAN MAGNETOTELURIK 2D MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA UNTUK INVESTIGASI
STRUKTUR PATAHAN**

Oleh

**Dita Puspita
NIM 091810201009**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Supriyadi, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Endhah Purwandari, S.Si., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Aplikasi Pemodelan Magnetotelurik 2D Menggunakan Metode Elemen Hingga untuk Investigasi Struktur Patahan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

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

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Misto, M.Si
NIP 195911211991031002

Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si
NIP 197412152002121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas MIPA,

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

RINGKASAN

Aplikasi Pemodelan Magnetotelurik 2D Menggunakan Metode Elemen Hingga untuk Investigasi Struktur Patahan; Dita Puspita; 091810201009; 2014; 64 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Negara Indonesia terletak pada jalur yang memiliki aktivitas tektonik dan vulkanik yang cukup aktif, sehingga dari aktifitas tektonik dan vulkanik sering dijumpai fenomena patahan. Terdapat sangat banyak struktur patahan yang tersebar di Indonesia, seperti sesar (patahan) Semangko di pulau Sumatera, sesar Lembang di pulau Jawa, sesar Gorontalo di pulau Sulawesi dan sesar Sorong di Papua (BNPB, 2010). Dengan demikian, perlu dikembangkan sebuah pemodelan untuk tinjauan struktur patahan, sehingga hasil yang diperoleh dapat dimanfaatkan dalam kegiatan investigasi bawah permukaan bumi. Dengan memanfaatkan keunggulan pemodelan numerik berbasis metode elemen hingga pemodelan magnetotelurik (MT) 2D digunakan untuk investigasi struktur patahan. Peneliti bertujuan untuk mengetahui respon magnetotelurik berupa resistivitas semu dan fasa impedansi berdasarkan solusi dari persamaan differensial Maxwell, sehingga dapat memberikan informasi dan pemodelan yang sesuai dengan kondisi riil bawah permukaan.

Mengacu pada hasil dan analisis maka secara umum dapat disimpulkan bahwa pada semua model patahan telah diperoleh variasi kurva resistivitas semu dan fasa impedansi di permukaan terhadap berbagai frekuensi yang digunakan, baik untuk modus TE maupun TM. Dengan menggunakan seluruh frekuensi tersebut, struktur patahan pada semua model telah dapat diindikasikan berdasarkan perbedaan nilai resistivitas yang cukup kontras ketika dianalisis pada arah lateral. Pada model patahan 1 penggunaan frekuensi 5.000 Hz pada modus TM dapat menunjukkan keberadaan patahan lebih jelas dibandingkan dengan modus TE, begitu pula pada

model patahan 2 untuk respon resistivitas semu dan fasa impedansinya. Sedangkan kontur medan dan kontur fasa medan yang diperoleh merupakan informasi tambahan untuk investigasi keberadaan struktur patahan, di mana frekuensi, nilai resistivitas dan jangkauan kedalaman menjadi berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Medium yang sangat konduktif akan cepat melemahkan medan sehingga informasi yang diperoleh menjadi kurang akurat, begitu juga pengaruh frekuensi dan kedalaman. Adapun pada model patahan 2 dengan kedalaman hingga 350 m, penggunaan modus TE dengan frekuensi 100 Hz dapat menunjukkan lebih banyak informasi mengenai keberadaan struktur patahan dibandingkan dengan modus TM, sedangkan pada model patahan 1 tidak dapat mendefinisikan keberadaan patahan baik kontur medan maupun kontur fasa medannya.

Hasil perhitungan polarisasi pada modus TE dan TM memberikan respon yang berbeda-beda, baik untuk setiap model yang digunakan maupun frekuensi yang digunakan. Berdasarkan respon MT yang dihasilkan, disimpulkan bahwa teknik pemodelan MT 2D menggunakan elemen hingga memberikan respon yang cukup baik untuk investigasi struktur patahan di bawah permukaan bumi.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Aplikasi Pemodelan Magnetotelurik 2D Menggunakan Metode Elemen Hingga untuk Investigasi Struktur Patahan*”, sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan program strata satu (S1) Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia meluangkan waktu, pikiran dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini;
2. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Penguji I, Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian, bimbingan, saran dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
4. seluruh staf pengajar Jurusan Fisika dan Fakultas MIPA Universitas Jember.

Penulis juga menerima segala saran dan kritik dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat.

Jember, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Persamaan Gelombang Elektromagnetik	5
2.2 Magnetotelurik 2D	8
2.3 Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Methode</i>)	11

2.3.1 Konsep Dasar Elemen Hingga	11
2.3.2 Metode Elemen Hingga Kasus MT 2D	11
2.4 Patahan (<i>Fault</i>)	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3 Rancangan Penelitian	19
3.3.1 Diagram Penelitian	20
3.3.2 Menentukan Parameter dan Model Patahan	21
3.3.3 Penentuan Respon Magnetotelurik 2D	25
3.3.4 Analisa Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Model Patahan 1	29
4.2 Model Patahan 2	38
BAB 5. PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Geometri komponen medan elektromagnetik bumi 2D	8
2.2 Bagian-bagian patahan	15
2.3 <i>Normal fault</i>	17
2.4 <i>Reserve fault</i>	17
2.5 <i>Strike slip fault</i>	18
3.1 Diagram prosedur penelitian	20
3.2 Interpretasi 2D pola patahan dengan metode geolistrik konfigurasi Wenner	22
3.3 Model penelitian patahan 1.....	23
3.4 Penampang geologi struktur patahan dengan metode gravitasi..	24
3.5 Model penelitian patahan 2	25
4.1 Kontur medan listrik E_y dan fasa medan listrik E_y untuk model patahan 1 modus TE	30
4.2 Kurva resistivitas semu untuk model patahan 1 modus TE	33
4.3 Kurva fasa impedansi model patahan 1 modus TE	33
4.4 Kontur medan magnet H_y dan fasa medan magnet H_y untuk model patahan 1 modus TM	34
4.5 Kurva resistivitas semu model patahan 1 modus TM	35
4.6 Kurva fasa impedansi model patahan 1 modus TM	37
4.7 Kontur medan listrik E_y dan fasa medan listrik E_y untuk model patahan 2 modus TE	39
4.8 Kurva resistivitas semu model patahan 2 modus TE	42
4.9 Kurva fasa impedansi model patahan 2 modus TE	43

4.10	Kontur medan magnet H_y dan fasa medan magnet H_y untuk model patahan 2 modus TM	44
4.11	Kurva resistivitas semu model patahan 2 modus TM	46
4.12	Kurva fasa impedansi model patahan 2 modus TM	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Penurunan Persamaan Helmholtz	54
B. Distribusi Medan dan Fasa Medan Model Patahan 1	56
C. Distribusi Medan dan Fasa Medan Model Patahan 2	61