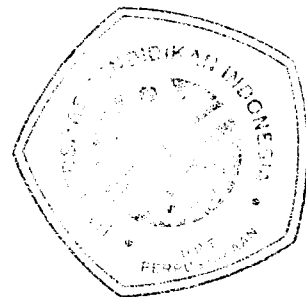


**PEMODELAN NUMERIK RESPON MEDAN ELEKTROMAGNETIK
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE TIME*
DOMAIN BERDASARKAN ALGORITMA YEE**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains Jurusan

Pendidikan Fisika FPMIPA UPI



Oleh

AGUS KAWANDO

033875

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN NUMERIK RESPON MEDAN ELEKTROMAGNETIK
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE TIME DOMAIN*
BERDASARKAN ALGORITMA YEE**

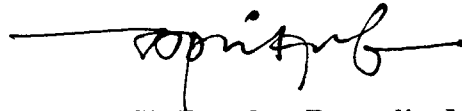
Oleh

Agus Kawando

NIM : 033875

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH PEMBIMBING :

Pembimbing I



Drs. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.

NIP : 195904011986011001

Pembimbing II



Dadan Dani Wardhana, S.T.

NIP : 197706222005021004

Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika



Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

NIP : 196807031992032001

LEMBAR PERNYATAAN

“Saya menyatakan bahwa skripsi ini yang berjudul “**PEMODELAN NUMERIK RESPON MEDAN ELEKTROMAGNETIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FINITE DEFFERENCE TIME DOMAIN* BERDASARKAN ALGORITMA YEE**” adalah sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian di dalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain”.

Bandung, 28 juni 2011
Yang membuat pernyataan

(Agus Kawando)



**PEMODELAN NUMERIK RESPON MEDAN ELEKTROMAGNETIK
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE TIME DOMAIN*
BERDASARKAN ALGORITMA YEE**

Nama : Agus Kawando
Pembimbing : 1. Drs. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
2. Dadan Dani Dharmawan, S.T.

ABSTRAK

Pemodelan gelombang elektromagnetik (GEM), untuk mengetahui struktur geologi dibawah permukaan bumi sering digunakan dalam survey metode geofisika. Pada penelitian ini membahas perilaku respon medan elektromagnetik terhadap model struktur geologi sederhana. Penyelesaian secara komputasi fenomena elektromagnetik menjadi sangat penting untuk menyelesaikan persoalan-persoalan gelombang elektromagnetik. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Finite Difference Time Domain* (FDTD). Metode FDTD berdasarkan algoritma Yee dapat secara akurat mensimulasikan perambatan gelombang elektromagnetik kebawah permukaan bumi (wilayah analisa komputasi), dihamburkan oleh target dan dipantulkan kembali kepermukaan bumi. Pada penelitian ini dibuat perambatan gelombang elektromagnetik menggunakan FDTD dengan syarat batas *Perfectly Matched Layer* (PML) terhadap model struktur geologi sederhana. Disimulasikan perambatan GEM pada medium sebelum dan sesudah menggunakan syarat batas PML. Simulasi selanjutnya merupakan perambatan gelombang elektromagnetik yang berinteraksi dengan medium atau benda anomali yang mempunyai karakteristik, dimensi, dan kedalaman medium yang berbeda-beda.

Kata kunci: *GEM, FDTD, algoritma Yee, syarat batas PML.*

ABSTRACT

Modeling of electromagnetic waves, to determine the geological structure beneath the surface of the earth is often used in geophysical survey methods. In this study discusses the behavior of the electromagnetic field response of a simple model of geological structure. The completion of the computation of electromagnetic phenomena is essential to resolve the problems of electromagnetic waves. One method widely used is the Finite Difference Time Domain (FDTD). FDTD method based on Yee algorithm can accurately simulate electromagnetic wave propagation down the earth's surface (the computational analysis), scattered by the target and reflected back to the earth's surface. In the present study was made of electromagnetic wave propagation using FDTD with Perfectly Matched Layer (PML) boundary condition to a simple model of geological structure. Electromagnetic waves simulated propagation in the medium before and after using the PML boundary condition. The next simulation is the propagation of electromagnetic waves interacting with a medium or anomalous objects that have characteristics, dimensions, and depth of the different medium.

Keyword: Electromagnetic waves, FDTD method, algorithm Yee, PML boundary condition.



KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke khadirat Allah SWT, yang Maha Pengasih dan Pemurah, yang telah memberikan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada panutan kita, junjungan alam, Nabi Muhammad SAW. Berbekal ilmu yang diperoleh selama proses belajar di kampus Universitas Pendidikan Indonesia, penulis melakukan penelitian studi awal tentang pembuatan pemodelan. Hasil penelitian ini ditulis dalam bentuk skripsi yang diberi judul **“PEMODELAN NUMERIK RESPON MEDAN ELEKTROMAGNETIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FINITE DEFFERENCE TIME DOMAIN* BERDASARKAN ALGORITMA YEE”**. Skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran tentang fenomena perambatan gelombang elektromagnetik dalam suatu medium.

Penulis yang jauh dari sempurna menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi sedikit wawasan dalam bidang Fisika Bumi dan menjadi sumbangsih bagi kemajuan dunia teknologi. Semoga Allah SWT meridhoi perjuangan kita untuk mengembangkan ilmu. Amin.

Bandung, Juni 2011

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari karunia Allah SWT melalui bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sebagai salah satu wujud syukur kepada Allah SWT, penulis haturkan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya dan semoga Allah meridhoi serta membalas dengan penuh kebaikan kepada berbagai pihak yang turut andil selama kegiatan studi dan penyelesaian skripsi ini, terutama kepada :

1. Ayahanda Bapak Santoso Ibrahim dan Ibunda Enung Suaibah tercinta beserta seluruh keluarga besar. Terima kasih dan hormat yang sebesar-besarnya atas kasih sayang, arahan, dan didikan yang diberikannya selama ini.
2. Kepada Acep Herman dan Asmirandah sekeluarga, sayang kita tidak dapat sidang dan wisuda bareng. Seharusnya mereka tahu ada satu hal diatas aturan yaitu hati nurani. Semoga sumpah serapah kita tidak didengar Tuhan.
3. Bapak Taufik Ramlan Ramalis, M.Si., sebagai ketua Jurusan Pendidikan Fisika sekaligus pembimbing I, dan segenap staf dosen serta karyawan Jurusan Pendidikan Fisika atas ilmu dan keterampilan yang telah diberikan kepada penulis selama studi di Jurusan Fisika.
4. Dadan Dani Wardhana, S.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan kesempatan penelitian dan bimbingan dengan segala kesabarannya.
5. Bapak Andhy Setiawan, MS.i., selaku dosen pembimbing akademik maupun 'non akademik' yang telah memberikan arahan dan nasehat-nasehatnya.

6. Zia Mulyawan beserta keluarga yang telah memberikan semangat sehingga penulis sanggup melawan kemalasan dan bisa menyelesaikan skripsi dan telah banyak memberikan bantuan moril dan materil.
7. Dini Andriani beserta keluarga terima kasih atas perhatiannya.
8. Kepada, Erix Suwandri, Panji santosa, Ardian Primadi, Juli Juhendi, Muhamad Rizal, dan Indra-04 yang selalu menemani penulis bermain dan berdiskusi memperbaiki masalah konsep pendidikan saat ini.
9. Rekan-rekan angkatan Fisika-O3, Khauf dan seluruh mahasiswa Fisika atas segala kebersamaannya. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnet	6
2.2 Kasus Dua Dimensi	8
2.3 Persamaan Medan Elektromagnetik Untuk TM-mode Dalam Bentuk Persamaan FDTD	10
2.4 Syarat Batas Serap.....	12

BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Penjelasan Alur Pemograman	16
3.2 Pulsa Gaussian	18
3.3 Model Simulasi	19
BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model Ia dan Model Ib.....	22
4.2 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model Iia dan Model Iib	26
4.3 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model IIIa dan Model IIIb	29
4.4 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model IV	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.3 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

LAMPIRAN:

Lampiran 1	36
Lampiran 2	39
Lampiran 3	43
Lampiran 4	45
Lampiran 5	49
Lampiran 6	53



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnet	6
2.2 Kasus Dua Dimensi	8
2.3 Persamaan Medan Elektromagnetik Untuk TM-mode Dalam Bentuk Persamaan FDTD	10
2.4 Syarat Batas Serap.....	12

BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Penjelasan Alur Pemograman	16
3.2 Pulsa Gaussian	18
3.3 Model Simulasi	19
BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model Ia dan Model Ib.....	22
4.2 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model Iia dan Model Iib	26
4.3 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model IIIa dan Model IIIb	29
4.4 Hasil Simulasi dan Pembahasan Model IV	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.3 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

LAMPIRAN:

Lampiran 1	36
Lampiran 2	39
Lampiran 3	43
Lampiran 4	45
Lampiran 5	49
Lampiran 6	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	
2.1 TE-mode	9
2.2 TM-mode	9
2.3 Gambaran umum penerapan syarat batas PML.....	14
3.1 Diagram alur pemograman.....	17
3.2 Pulsa gaussian	18
3.2 Model Ia	19
3.3 Model Ib	19
3.4 Model IIa	20
3.5 Model IIb	20
3.6 Model IIIa	31
3.7 Model IIIb	31
3.8 Model IV	31
4.1a Perambatan GEM pada model Ia saat step waktu = 200	22
4.1b Perambatan GEM pada model Ia saat step waktu = 400.....	23

4.1c Perambatan GEM pada model Ia saat step waktu = 600	23
4.1d Perambatan GEM pada model Ia saat step waktu = 800	23
4.2a Perambatan GEM pada model 1b saat step waktu = 200	24
4.2b Perambatan GEM pada model 1b saat step waktu = 400	24
4.2c Perambatan GEM pada model 1b saat step waktu = 600	24
4.2d Perambatan GEM pada model 1b saat step waktu = 800	25
4.3a Perambatan GEM pada model IIa saat step waktu = 348.....	26
4.3b Plot amplitudo terhadap kedalaman perambatan GEM pada model IIa saat step waktu = 348	26
4.4 a Perambatan GEM pada model IIb saat step waktu = 348	27
4.4b Plot amplitudo terhadap kedalaman perambatan GEM pada model IIb saat step waktu = 348	27
4.5a Perambatan GEM pada model IIIa saat step waktu = 348	29
4.5b Plot Amplitudo terhadap kedalaman perambatan GEM pada model IIIa saat step waktu = 348	29
4.6 a Perambatan GEM pada model IIIb saat step waktu = 348	30
4.6b Plot Amplitudo terhadap kedalaman, perambatan GEM pada model IIIb saat step waktu = 348	30

4.7a Perambatan GEM pada model IV saat step waktu = 34831

4.7b Plot amplitudo terhadap kedalaman, perambatan GEM pada model IV saat
step waktu = 26832



DAFTAR PUSTAKA

- Dahrin, D. (2002). "Propek Metoda Elektromagnetik Untuk Geofisika Dan Eksplorasi Dangkal". *Jurnal Geofisika*. (2). ISSN: 0854-4352.
- Grandis, H. dkk. (2002). "Aplikasi Metoda Megnetotellurik Dalam Eksplorasi Geotermal". *Jurnal Geofisika*. (2). ISSN: 0854-4352.
- Hayt, W. (1982). *Elektromagnetika Teknologi*. Jakarta: Erlangga.
- Irving, J and Knight, R. (2006). " Numerical Modeling Of Ground Penetrating Radar In 2-D Using MATLAB ". *Journal of Computer & Geosciences*", Elseiver. (32), 1247-1258.
- Kung, F. (2003). *Modeling Of High-Speed Printed Circuit Board*. Master Thesis, Faculty of Engineering, University of Malaya.
- Ramalis, T. R. (2001). *Gelombang dan Optik*. Common Textbook pada Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.
- Sullivan, D. M. (2000). *Electromagnetic Simulation Using The FDTD Methode*, New York: The Institute of Electrical and electronics Engineers.
- Taflove, A. (2000). *Computational Electrodynamics The Finite-Difference Time-Domain Method*. London: Artech House, Inc.

Telford, W. M. dkk. (1990). *Applied geophysics*. Second edition. Cambridge:
Cambridge University Press.

Tetuko, S.S.J. dkk. (2004). *Metoda Beda Hingga Kawasan Waktu*. Bandung: ITB.