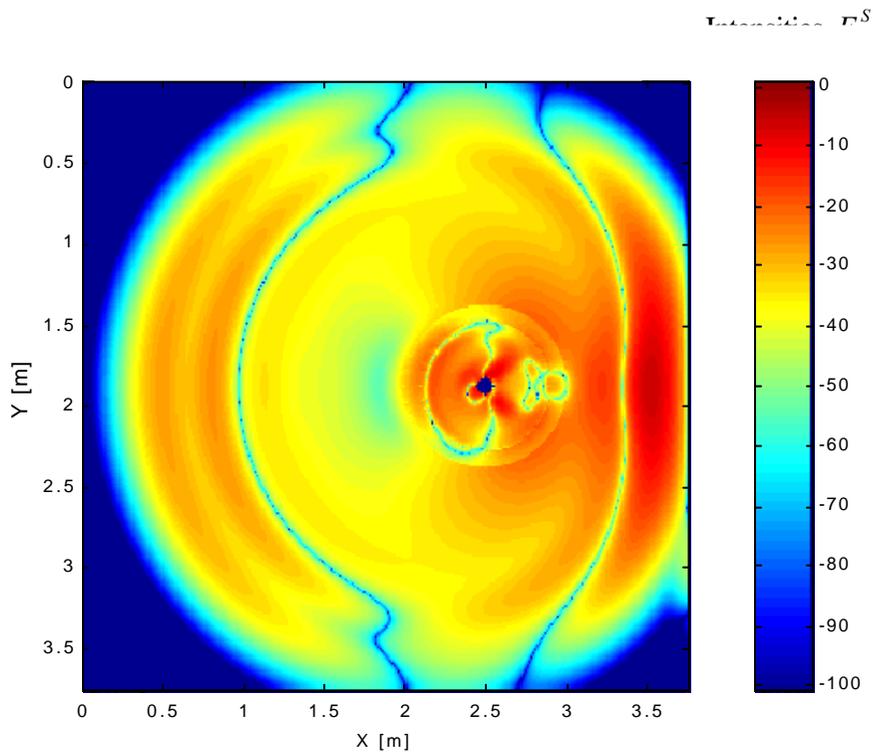


METODA BEDA HINGGA KAWASAN WAKTU



Oleh
Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D.
Prof. Dr. Koichi Ito
Eko Tjipto Rahardjo, Ph.D.
Dr. Kazuyuki Saito



Penerbit ITB

**METODA
BEDA HINGGA KAWASAN WAKTU**

Oleh
Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D.
Prof. Dr. Koichi Ito
Eko Tjipto Rahardjo, Ph.D.
Dr. Kazuyuki Saito

Penerbit ITB

METODA BEDA HINGGA KAWASAN WAKTU

Oleh

Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D, Prof. Dr. Koichi Ito,
Eko Tjipto Rahardjo, Ph.D. and Dr. Kazuyuki Saito

Editor

Eko Tjipto Rahardjo, Ph.D.
Staf pengajar Fakultas Teknik - Universitas Indonesia
Dra. Innes Indreswari Soekanto
Staf Pendidik Fakultas Seni Rupa dan Desain, Institut Teknologi Bandung

Penyusunan buku ini dibiayai oleh
Chiba University (Jepang) dan Pandhito Panji Foundation (Indonesia)
untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi Indonesia.

Sampul oleh

Pandhito Panji Foundation - Art Research Center
<http://arc.pandhitopanji-f.org>
Judul : Hamburan gelombang dari batang pohon menggunakan FDTD
Pertanyaan, saran dan perbaikan silakan menghubungi
Pandhito Panji Foundation - Education Research Center
Jalan Ligar Raya 52B, Bukit Ligar, Bandung 40191 Indonesia
Phone / Fax +62 (0)22 250 8059 Email office@pandhitopanji-f.org

Diterbitkan pertama kali oleh
Penerbit ITB
Bandung, Agustus 2004

Edisi Pertama: Agustus 2004
Cetakan pertama: Agustus 2004
Diterbitkan pertama kali oleh
Penerbit ITB, Agustus 2004

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang No. 12 Th. 1997.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit

SRI SUMANTYO, Josaphat Tetuko; ITO, Koichi;
RAHARDJO, Eko Tjipto dan SAITO, Kazuyuki
Metoda Beda Hingga Kawasan Waktu /
Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D., Ph.D, Prof. Dr. Koichi Ito,
Eko Tjipto Rahardjo, Ph.D. dan Dr. Kazuyuki Saito
- Bandung : Penerbit ITB, 2004

ISBN 979-3507-28-4

Kata kunci : Analisa antenna, metoda beda hingga kawasan waktu, listrikmagnet.

Pasti untuk Johannes Pandhito Panji Herdento dan Innes
Indreswari, serta Michael Suman Juswaljati dan Florentina
Srindadi untuk dukungan moril, semangat dan cinta bagi
kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi Indonesia.

Chiba, 25 Juni 2004

Saya buat dan tinggalkan ilmu pengetahuan untuk negeri ini.

DAFTAR ISI

Halaman

	Daftar isi	vi
	Prakata	viii
	Kamus kecil	ix
BAB 1	PENDAHULUAN	1
	Daftar pustaka	2
BAB 2	TEORI DASAR DAN PENURUNAN RUMUS	3
2.1	Algoritma Yee	3
2.1.1	Teori dasar	3
2.1.2	Penurunan rumus dan contoh program	9
2.1.2.1	TM mode (2 dimensi)	9
2.1.2.2	TE mode (2 dimensi)	13
2.1.2.3	Persamaan FDTD (3 dimensi)	17
2.2	Syarat batas serap	24
2.2.1	Pendahuluan	24
2.2.2	Syarat batas serap Mur	25
2.2.3	Syarat batas serap Higdon yang telah distabilisasi	31
2.2.4	Syarat batas serap Liao yang telah distabilisasi	32
2.2.5	Metoda koefisien matrik	34
2.2.6	Contoh model analisa numerik	37
2.2.7	Syarat batas serap Berenger - PML	40
	1. Syarat batas serap PML 2 dimensi	41
	a) PML untuk TE mode	41
	b) PML untuk TM mode	51
	2. Syarat batas serap PML 3 dimensi	51
	3. Contoh analisa numerik	54
2.3	Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam program	59
2.3.1	Ukuran sel	59
2.3.2	Step waktu	60
2.3.3	Sumber daya memori komputer	60
2.3.4	Pemakaian sifat kesimetrisan	62
2.3.5	Contoh kesalahan yang mudah terjadi	63
	Daftar pustaka	63
BAB 3	ANALISA HAMBURAN MEDAN LISTRIKMAGNET	67
3.1	Medan hamburan dalam FDTD	67
3.2	Analisa metoda FDTD untuk masalah hamburan 2 dimensi	68
3.2.1	Sumber gelombang masuk	68
3.2.2	Contoh program metoda FDTD TM mode	72
3.2.3	Contoh program metoda FDTD TE mode	87
	Latihan	89
3.3	Cara penghitungan medan jauh	91
3.3.1	Medan jauh tipe 3 dimensi	93
3.3.2	Medan jauh tipe 2 dimensi	102

3.4	Permukaan hambur	102
	Daftar pustaka	103
BAB 4	ANALISA ANTENA	104
4.1	Pemodelan antenna batang lurus	104
4.2	Cara pencatuan	107
4.2.1	Pencatuan menggunakan gap udara	107
4.2.2	Pencatuan menggunakan kabel co-axial	108
4.2.3	Pencatuan menggunakan pita-mikrostrip	110
4.3	Metoda sub-sel	111
4.4	Metoda penghitungan karakteristik antenna	113
4.4.1	Impedan	113
4.4.2	Patern pancaran antenna	114
4.4.3	Gain	114
4.5	Contoh analisa antenna	115
	Soal latihan	115
4.6	Pemakaian elemen tetapan kumpul	120
4.6.1	Hambatan	121
4.6.2	Kondensator	122
4.6.3	Kumparan	122
4.6.4	Dioda	123
	Daftar pustaka	123
BAB 5	APLIKASI LAINNYA	125
5.1	Metoda FDTD sel konformal	125
5.2	Metoda impedan permukaan	127
5.3	Metoda FDTD tergantung frekuensi	130
5.4	Medium tak homogen	134
5.5	Contoh aplikasi analisa menggunakan FDTD	134
5.5.1	Antena slot untuk pengobatan kanker	135
5.5.2	Aplikasi di bidang penginderaan jarak jauh	137
	Daftar pustaka	140
BAB 6	PENUTUP	144
	Daftar pustaka	145
	BIODATA	146

PRAKATA

Buku ini merupakan bagian dari penerbitan berseri yang membahas metoda-metoda untuk menganalisa dan merancang antena, khususnya antena pada gelombang mikro. Buku ini disusun oleh penulis sebagai pegangan mahasiswa tugas akhir Strata 1 (S1) hingga Strata 3 (S3). Para peneliti dan industri di bidang telekomunikasi dapat pula menggunakan buku ini sebagai acuan dalam pembuatan program untuk perancangan antena dan perangkat gelombang mikro.

Berdasarkan pengalaman penulis di bidang pendidikan dan penelitian di perguruan tinggi luar dan dalam negeri, khususnya dalam bidang telekomunikasi dan perancangan antena, sering ditemukan mahasiswa dan staf pendidik yang kesulitan untuk mengekspresikan suatu fenomena alam dengan menggunakan persamaan matematika, khususnya persamaan-persamaan dalam bidang listrikmagnet. Oleh karena itu, buku ini disusun sebagai jawaban atas permasalahan tersebut, sehingga para mahasiswa dan staf pendidik dapat dengan mudah mengerti arti suatu fenomena fisik melalui masing-masing persamaan yang disajikan dalam buku ini. Buku ini diharapkan dapat menjadi media bagi para mahasiswa dan staf pendidik untuk lebih peka terhadap fenomena fisik di sekelilingnya dan dapat mengekspresikannya dengan menggunakan persamaan-persamaan yang lahir dari hasil pemikiran para mahasiswa sendiri nantinya. Penulis juga berharap para pembaca dapat melanjutkan karya ini di kemudian hari untuk menganalisa permasalahan gelombang listrikmagnet yang dihadapi dalam proses pendidikan maupun penelitian.

Selain bidang perancangan antena, metoda dalam buku berseri ini dapat diterapkan pula pada perancangan perangkat radar, navigasi, biomedis, komunikasi wireless, dll. Demikian pula penerapannya untuk analisa propagasi dan hamburan (*scattering*) bagi penginderaan jarak jauh (*remote sensing*) di bidang kelautan, arkeologi, geologi, pertambangan, cuaca, deteksi petir dll.

Buku ini juga merupakan realisasi nyata dari kerjasama di bidang pendidikan dan penelitian antara Chiba University (Jepang), Universitas Indonesia dan Pandhito Panji Foundation - Education Research Center (Indonesia). Penulis yang juga staf pendidik di Chiba University berharap buku ini dapat mempererat hubungan antara Indonesia dengan Jepang melalui kegiatan pertukaran ilmu pengetahuan dan teknologi dan percepatannya, khususnya di bidang telekomunikasi. Dari pengilhaman buku ini, diharapkan di masa depan dapat dilahirkan banyak karya nyata original dan teori di bidang telekomunikasi dari manusia Indonesia.

Pada akhir prakata ini, penulis mengucapkan terimakasih sebesarnya kepada Prof. Dr. Takayoshi Uematsu dan Ms. Yuko Komai (Center for Frontier Electronics and Photonics), Chiba University; Chiba Bank dan Futaba Foundation atas award dan research grant *Nanohana Competition 2004*, dimana penulis adalah pemenang pertama dalam kompetisi ini dengan judul penelitian *Venture Simple Satellite-Tracking Dual-Band Triangular-Patch Array Antenna for mobile satellite communications* yang dianugerahkan oleh rektor Chiba University pada tanggal 19 Januari 2004; dan para staf Pandhito Panji Foundation - Education Research Center, Bandung yang mendukung penelitian penulis dan terealisasinya buku ini.

Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D.
Prof. Dr. Koichi Ito
Eko Tjipto Rahardjo, Ph.D.
Dr. Kazuyuki Saito