



**ANALISIS PANDU GELOMBANG Y-BRANCH MIRING KIRI  
DENGAN SISIPAN BAHAN TAK-LINIER PADA *CLADDING*  
UNTUK GERBANG LOGIKA X-OR**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Wahyudi Pramono**  
**NIM 061810201042**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**ANALISIS PANDU GELOMBANG Y-BRANCH MIRING KIRI  
DENGAN SISIPAN BAHAN TAK-LINIER PADA *CLADDING*  
UNTUK GERBANG LOGIKA X-OR**

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**Wahyudi Pramono**  
**NIM 061810201042**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayahanda Purnomo dan Ibunda tercinta Elya Rosanti yang selalu memberikan motivasi, do'a dan restunya kepada ananda dengan segenap cinta kasih, rasa sayang, dan kesabaran dalam mendidik ananda selama ini;
2. adik Ria Dwi Rahayu yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada penulis;
3. Reny Dwi Widyarini yang selalu memberikan rasa sayang, cinta kasih, do'a, dan semangat kepada penulis;
4. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
5. Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTO**

Orang-orang yang berhenti belajar akan menjadi pemilik masa lalu. Orang-orang yang masih terus belajar, akan menjadi pemilik masa depan.

(Mario teguh)<sup>\*</sup>)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyudi Pramono

Nim : 061810201042

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Analisis Pandu Gelombang Y-Branch Miring Kiri dengan Sisipan Bahan Tak-linier pada Cladding untuk Gerbang Logika X-OR* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 24 Februari 2011  
Yang menyatakan,

Wahyudi Pramoo  
NIM 061810201042

**SKRIPSI**

**Analisis Pandu Gelombang Y-Branch Miring Kiri dengan Sisipan Bahan  
Tak-linier pada *Cladding* untuk Gerbang Logika X-OR**

Oleh

Wahyudi Pramono  
NIM 061810201042

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama (DPU) : Mutmainnah, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota (DPA) : Ir. Misto. M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Analisis Pandu Gelombang Y-Branch Miring Kiri dengan Sisipan Bahan Tak-linier pada Cladding untuk Gerbang Logika X-OR* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Jember pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

**Tim Penguji**

Ketua (DPU)

Sekretaris (DPA)

Mutmainnah, S.Si., M.Si.  
NIP 197005101997022001

Ir. Misto, M.Si.  
NIP 195911211991031002

Anggota I

Anggota II

Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si.  
NIP 196712151998021001

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

Mengesahkan

Dekan

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

## RINGKASAN

**Analisis Pandu Gelombang Y-Branch Miring Kiri dengan Sisipan Bahan Tak-linier pada Cladding untuk Gerbang Logika X-OR;** Wahyudi Pramono, 061810201042; 2011; 32 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pandu gelombang merupakan medium yang memiliki kemampuan untuk memandu gelombang, khususnya gelombang elektromagnetik. Kemampuan transmisi gelombang dari medium tersebut sangat tinggi hingga mencapai 1 Gbit/s bahkan kemampuan *switching* dapat mencapai kecepatan *terabyte* perdetik jika menggunakan rekombinasi bahan tak-linier dan foton. Kestabilan indeks bias dari bahan tak-linier terhadap intensitas cahaya serta ukuran *device* pandu gelombang sangat kecil hingga berskala mikro, maka untuk mencapai hasil yang optimal didalam proses fabrikasi perlu diperhitungkan terlebih dahulu ukuran dan struktur pandu gelombang agar penjalaran berkas cahaya lasernya sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu perlu dilakukan simulasi dan analisis pada pandu gelombang Y-Branch miring kiri dengan sebagian *cladding* bahan tak-linier untuk gerbang logika X-OR. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pandu gelombang Y-Branch miring kiri dengan sisipan bahan tak-linier di *cladding* untuk gerbang logika optik X-OR. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan pada *Optoelectronic Integrated Circuit* (OEIC) pada sistem transmisi komunikasi optik.

Penelitian yang dilakukan merupakan simulasi numerik dengan menggunakan metode FDBPM yang dilakukan dalam tiga tahap dan dilakukan secara berkesinambungan. Tahap pertama adalah perancangan struktur pandu gelombang Y-Branch miring kiri. Pada tahap ini akan diperoleh struktur pandu gelombang yang mempunyai penjalaran gelombang yang bagus. Prancangan struktur pandu



gelombang dilakukan dengan cara perubahan terhadap beberapa variabel yaitu panjang larik, lebar pandu, sudut ( $\theta$ ), dan syarat batas untuk penjaran gelombangnya.

Tahap kedua dilakukan segera setelah diperoleh struktur pandu gelombang *Y-Branch* miring kiri. Tahap kedua merupakan penyisipan bahan tak-linier pada *cladding* sebelah kiri. Penyisipan dilakukan dengan cara merubah nilai konstanta linier pada *cladding* sebelah kiri. Hasil yang diperoleh pada tahap ini adalah struktur pandu gelombang yang mempunyai karakteristik daya luaran sesuai gerbang logika X-OR.

Tahap ketiga adalah optimalisasi data daya luaran yang dihasilkan oleh struktur pandu gelombang pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini akan diperoleh grafik hubungan antara daya masukan dan daya luaran yang optimum untuk gerbang logika X-OR. Percobaan akan kembali ke tahap pertama apabila hubungan antara daya masukan dan daya luaran yang dihasilkan pada tahap ketiga tidak optimum untuk diterapkan sebagai gerbang logika X-OR.

Berdasarkan hasil simulasi numerik dengan metode FDBPM menunjukkan bahwa desain pandu gelombang *Y-Branch* miring kiri dengan sisipan bahan tak-linier di *cladding* sesuai Tabel kebenaran gerbang logika X-OR, yaitu dengan daya masukan sebesar 4,99 W/m nilai daya luarannya 0,29 W/m untuk logika masukan 1-1, sedangkan untuk logika masukan 1-0 dan 0-1 masing-masing daya luarannya adalah 3,21 W/m dan 3,52 W/m dengan daya masukan yang sama. Struktur ini dapat diterapkan untuk gerbang logika X-OR.

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Analisis Pandu Gelombang *Y-Branch* Miring Kiri dengan Sisipan Bahan Tak-linier pada *Cladding* untuk Gerbang Logika X-OR”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat 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 menyampaikan terimakasih kepada:

1. Mutmainnah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji I, dan Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si., selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si. dan Yoyok Yulianto yang telah membantu dalam penginstalan FreeBSD dan membantu memecahkan permasalahan mengenai FreeBSD;
3. Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc., Ph.D. selaku dosen wali selama masa studi di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. rekan kerja Ela Evi Novita, Heri Kurniawan, Sudarmadi, dan Ihtiari yang telah membantu analisis dan memberi dorongan semangat;
5. teman-teman 2006 (Neny, Lia, Ita, Alfa, Beta, Atoillah, Wafi, Kurniawan, Rosid, Fakh, Fikru, dan Gofi) yang telah banyak membantu selama penelitian berlangsung;

6. bapak Bambang yang selalu memberikan do'a dan dorongan semangat;

7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu;

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

Jember, Februari 2011

Wahyudi Pramono

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Persamaan Maxwell</b> .....	5
<b>2.2 Persamaan Gelombang Dalam Medium Dielektrik</b> .....	7
<b>2.3 Bahan Tak-linier</b> .....	9
<b>2.4 Teori Y-Branch</b> .....	10
<b>2.5 Gerbang Logika</b> .....	12

2.6 FDBPM ( <i>Finite Difference Beam Propagation Method</i> ).....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 <i>Set-up</i> Komputer dengan <i>Install FreeBSD</i> .....	16
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.4 Perancangan Struktur Pandu Gelombang <i>Y-Branch</i> Miring Kiri .....	19
3.5 Perancangan Struktur Pandu Gelombang <i>Y-Branch</i> Miring Kiri dengan <i>Cladding</i> Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR .....	19
3.6 Simulasi Numerik dan Analisis .....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	23
4.1 Hasil .....	23
4.1.1 Parameter Struktur Pandu Gelombang .....	23
4.1.2 Grafik Hubungan Daya Masukan dan Daya Luaran untuk Logika1-1 .....	23
4.1.3 Grafik Hubungan Daya Masukan dan Daya Luaran untuk Logika1-0 .....	24
4.1.4 Grafik Hubungan Daya Masukan dan Daya Luaran untuk Logika 0-1 .....	25
4.1.5 Penjalaran Gelombang untuk Logika 1-1 .....	25
4.1.6 Penjalaran Gelombang untuk Logika 1-0 .....	26
4.1.7 Penjalaran Gelombang untuk Logika 0-1 .....	27
4.2 Pembahasan .....	27
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	30
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31

<b>LAMPIRAN</b> .....	33
<b>A. DATA GRAFIK</b> .....	33
<b>B. KARAKTERISTIK DAYA LUARAN SEBAGAI FUNGSI DAYA MASUKAN</b> .....	38
<b>C. FLOWCHART KOMPUTASI YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN</b> .....	41

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Nilai Koefisien Tak-linier Beberapa Bahan Bersama Respon Panjang Gelombangnya .....	10
2.2 Gerbang Logika Digital .....	13
4.1 Parameter Pandu Gelombang Y-Branch Miring Kiri .....	23
4.2 Hasil <i>On/off</i> dari Struktur Pandu Gelombang Gerbang Logika X-OR .....	29

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gelombang Elektromagnetik .....	5
2.2 Kombinasi dan Interferensi dari Dua Mode Terpandu Pada Titik Percabangan, dengan Asumsi $E_a^2 = E_b^2 = 1$ .....	11
2.3 Penyamplingan <i>Device</i> pada FDBPM .....	14
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	18
3.2 Struktur Pandu Gelombang <i>Y-Branch</i> Miring Kiri .....	21
3.3 Struktur Pandu Gelombang <i>Y-Branch</i> Miring Kiri dengan <i>Cladding</i> Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR .....	22
4.1 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan untuk Logika 1-1 .....	24
4.2 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan untuk Logika 1-0 .....	24
4.3 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan untuk Logika 0-1 .....	25
4.4 Penjalaraan Gelombang dengan Masukan pada <i>Port 1 = Port 2 = 4,99 W/m</i> ...	26
4.5 Penjalaraan Gelombang dengan Masukan pada <i>Port 1 = 4,99 W/m</i> .....	26
4.6 Penjalaraan Gelombang dengan Masukan pada <i>Port 2 = 4,99 W/m</i> .....	27



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Data Grafik dari Gambar 4.1 .....	33
A.2 Data Grafik dari Gambar 4.2 .....	34
A.3 Data Grafik dari Gambar 4.3 .....	36
B.1 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,22^0$ untuk logika 1-1 .....	38
B.2 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,24^0$ untuk logika 1-1 .....	39
B.3 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,25^0$ untuk logika 1-1 .....	40
C. <i>Flowchart</i> Komputasi yang Dilakukan Dalam Penelitian.....	41