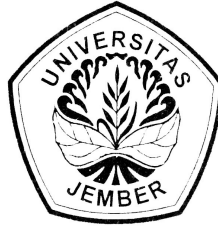


**KARAKTERISTIK PANDU GELOMBANG *Y-BRANCH*  
DENGAN *CLADDING* BAHAN TAK-LINIER  
UNTUK GERBANG LOGIKA X-OR**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Ela Evi Novita**  
**NIM 061810201012**

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



**KARAKTERISTIK PANDU GELOMBANG *Y-BRANCH*  
DENGAN *CLADDING* BAHAN TAK-LINIER  
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  
**Ela Evi Novita**  
**NIM 061810201012**

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

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK PANDU GELOMBANG *Y-BRANCH*  
DENGAN *CLADDING* BAHAN TAK-LINIER  
UNTUK GERBANG LOGIKA X-OR**

Oleh

**Ela Evi Novita**

**NIM 061810201012**

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Misto M.Si.

## MOTO

Tidak ada kekayaan yang melebihi akal,  
dan tidak ada kemelaratan yang melebihi kebodohan.\*)

---

\*)Anonim. (tanpa tahun). *Kumpulan Motto Kehidupan*. <http://www.arif-narendra.co.cc/2010/03/kumpulan-motto-kehidupan.html> (27 Februari 2011)

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Nursiam dan Ayahanda Maksun, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, cinta, nasehat, serta motivasi selama ini;
2. Bapak/Ibu Kusnadi yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang;
3. saudara-saudara tersayang Lia Nurrosita dan Tika Tri Ayunda yang selalu memberi semangat dan kasih sayang;
4. Ahmad Masduki yang selama ini dengan penuh kesabaran telah memberikan nasehat, semangat, kasih sayang, cinta, dan doa;
5. guru-guru mulai dari MI NU Purwoharjo 1, MTs Roudlotul Muta'alimin Simbar, sampai MAN Srono, serta dosen-dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
6. teman-teman kos di Jl. Jawa 7 No. 35 A, yang selama ini memberi semangat dan bersama-sama dalam suka maupun duka;
7. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ela Evi Novita

NIM : 061810201012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Karakteristik Pandu Gelombang Y-branch dengan Cladding Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR* adalah benar-benar karya 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.

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, 25 Februari 2011

Yang menyatakan,

Ela Evi Novita

NIM 061810201012

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Karakteristik Pandu Gelombang Y-Branch dengan Cladding Bahan Tak-linier 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

Sekretaris

(Dosen Pembimbing Utama)

(Dosen Pembimbing Anggota)

Mutmainnah, S.Si., M.Si.

Ir. Misto, M.Si.

NIP 197005101997022001

NIP 195911211991031002

Anggota I

Anggota II

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

Sutisna, S.Pd., M.Si.

NIP 196712151998021001

NIP 197301152000031001

Mengesahkan

Dekan

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

NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Karakteristik Pandu Gelombang *Y-branch* dengan *Cladding* Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR;** Ela Evi Novita, 061810201012; 2006: 27 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pesatnya perkembangan sistem komunikasi optik akan berpengaruh pada kebutuhan suatu model *device* pandu gelombang optik khususnya dengan menggunakan bahan tak-linier yang dapat diaplikasikan untuk *switching* fotonik yang ultra cepat yang memungkinkan untuk dihasilkan suatu gerbang logika tertentu seperti X-OR (hal tersebut sebagai perkembangan dari penelitian sebelumnya). Karena *device* fotonik ukurannya sangat kecil (berorde 2 – 50  $\mu\text{m}$ ), sedangkan perilaku cahaya sangat dipengaruhi oleh struktur dan pola pandu gelombangnya, maka untuk mencapai hasil yang optimal di dalam proses fabrikasi perlu diperhitungkan terlebih dahulu ukuran parameter dan model struktur pandu gelombangnya agar penjalaran berkas cahaya lasernya sesuai yang diharapkan. Dengan kata lain perlu dilakukan simulasi penjalaran gelombang terhadap struktur dan model pandu gelombang yang akan difabrikasi dimana analisis penjalaran gelombangnya menggunakan metode FDBPM (*Finite Difference Beam Propagation Method*). Metode FDBPM dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mempelajari karakteristik pandu gelombang *Y-branch* dengan *cladding* bahan tak-linier yang berfungsi sebagai gerbang logika X-OR.

Metode FDBPM sukses digunakan untuk menganalisa berbagai struktur pandu gelombang dan telah dibuktikan ketelitiannya dengan hasil eksperimen oleh beberapa peneliti yaitu Chung, Dagli, Huang, Pramono dan Endarko. FDBPM lebih handal, lebih cepat *runtime*-nya dan lebih akurat bila dibandingkan dengan metode sebelumnya yaitu FFT (*Fast Fourier Transform*) dan *Finite Elemen*.



Dari hasil simulasi numerik menggunakan FDBPM dan variasi parameter baik sudut kemiringan maupun panjang pandu gelombang pada struktur pandu gelombang *Y-branch* dengan *cladding* bahan tak-linier, diperoleh daya luaran yang optimal, yaitu daya luaran 0,81 W/m untuk logika masukan 1, 1; daya luaran 2,51 W/m untuk logika masukan 0, 1; dan daya luaran 2,46 W/m untuk logika masukan 1, 0 dengan daya masukan 3,10 W/m. Data yang dihasilkan dalam penelitian ini sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika X-OR.

Berdasarkan hasil *on/off* dari struktur pandu gelombang untuk gerbang logika X-OR menunjukkan besarnya daya luaran dimana “1” menunjukkan besarnya daya luaran lebih dari 2,00 W/m dan “0” menunjukkan daya luaran sebesar 0,81 W/m. Dari hasil tersebut kita dapat melihat bahwa *port* luaran yang menunjukkan karakteristik logika gerbang X-OR adalah pada *port3*.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Pandu Gelombang *Y-branch* dengan *Cladding* Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1).

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih 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 Sutisna, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Agung Tjahjo Nugroho S.Si., M.Phill., yang pernah menjadi Dosen Penguji I;
3. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si., yang pernah menjadi Dosen Pembimbing Anggota dan Yoyok Yulianto yang telah membantu dalam mengatasi permasalahan mengenai FreeBSD;
4. teman-teman seangkatan 2006 (Dewi, Neni, Lia, Ita, Ruli, Tufa, Alfa, Ato'illah, Fikru, Rosyid, Wahyu) dan tim penelitian komputasi optoelektronik yang telah memberikan motivasi;
5. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu demi terselesaikannya skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Februari 2011

Ela Evi Novita

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>MOTO</b> .....	iii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3

1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Persamaan Maxwell.....	4
2.2 Bahan Tak-linier.....	7
2.3 Teori <i>Y-branch</i> .....	8
2.4 Gerbang Logika.....	10
2.5 FDBPM ( <i>Finite Difference Beam Propagation Method</i> ).....	11
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2 Set-up Komputer dengan <i>Install Freebsd</i> .....	13
3.3 Langkah Penelitian.....	14
3.4 Prosedur Perancangan.....	15
3.4.1 Perancangan Struktur Pandu Gelombang <i>Y-branch</i> .....	15
3.4.2 Perancangan Struktur Pandu Gelombang <i>Y-branch</i> dengan <i>Cladding</i> Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR.....	15
3.5 Simulasi Numerik dan Analisis.....	16
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Hasil Simulasi Numerik.....	19

4.2 Pembahasan.....	22
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>25</b>
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>26</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>A. <i>FLOWCHART</i> KOMPUTASI YANG DILAKUKAN</b>	
<b>DALAM PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
<b>B. HASIL DARI VARIASI PARAMETER.....</b>	<b>29</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai Koefisien Tak-linier Beberapa Bahan Bersama Respon Panjang Gelombangnya.....	7
2.2 Gerbang Logika Digital.....	10
4.1 Parameter Pandu Gelombang <i>Y-branch</i> .....	19
4.2 Hasil <i>On/off</i> dari Struktur Pandu Gelombang Gerbang Logika X-OR.....	24

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kombinasi dan Interferensi dari Dua Mode Terpandu Pada Titik Percabangan, dengan Asumsi $E_a^2 = E_b^2$ 1.....	9
2.2 Penyamplingan Devais pada FDBPM.....	11
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
3.2 Struktur Pandu Gelombang <i>Y-branch</i> .....	17
3.3 Struktur Pandu Gelombang <i>Y-branch</i> dengan <i>Cladding</i> Bahan Tak-linier untuk Gerbang Logika X-OR .....	18
4.1 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan untuk Logika 1, 1.....	20
4.2 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan untuk Logika 0, 1.....	20
4.3 Karakteristik Daya Luaran Sebagai Fungsi Daya Masukan untuk Logika 1, 0.....	20
4.4 Penjalaran Gelombang dengan Masukan pada $P_1 = P_2 = 3,10$ W/m.....	21
4.5 Penjalaran Gelombang dengan Masukan pada $P_1 = 3,10$ W/m.....	21
4.6 Penjalaran Gelombang dengan Masukan pada $P_2 = 3,10$ W/m.....	22

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 <i>Flowchart</i> Komputasi yang Dilakukan dalam Penelitian.....	28
B.1 Karakteristik Daya Luaran sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,18^0$ untuk Logika 1, 1.....	29
B.2 Karakteristik Daya Luaran sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,20^0$ untuk Logika 1, 1.....	30
B.3 Karakteristik Daya Luaran sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,21^0$ untuk logika 1, 1.....	31
B.4 Karakteristik Daya Luaran sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,25^0$ untuk logika 1, 1.....	32
B.5 Karakteristik Daya Luaran sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,26^0$ untuk logika 1, 1.....	33
B.6 Karakteristik Daya Luaran sebagai Fungsi Daya Masukan pada $\theta = 0,28^0$ untuk logika 1, 1.....	34



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan dan perubahan teknologi informasi dan komunikasi sekarang ini, tidak lepas dari jerih payah perjalanan penelitian para fisikawan sebelumnya (Suryadi, 2005). Tuntutan tingginya laju pengiriman data dalam komunikasi akan terkendala apabila digunakan saluran transmisi kabel berbasis elektronik. Sebagai contoh, jaringan telepon yang menggunakan kabel berbasis elektronik hanya mampu digunakan untuk transmisi data dengan laju pengiriman 1200 kilobit perdetik (Green, 1995). Kendala untuk sistem transmisi data sudah tidak lagi menjadi masalah karena telah ditemukannya serat optik yang mampu mentransmisikan data dengan laju 10 Gigabit perdetik (Supadi *et al*, 2006).

Pada sistem komunikasi serat optik sangatlah membutuhkan suatu model devais pandu gelombang optik khususnya dengan menggunakan bahan tak-linier seperti Liquid Crystal MBBA (*p-methoxy-benzylidene p-n-butylaniline*), Nematik Liquid Crystal PCH-5 (*Pentylcyclohexil benzonitrile*) (Cotter *et al*, 1992) dan Organosol SnO<sub>2</sub> (Wu & Zao, 1997) yang dapat diaplikasikan untuk *switching* fotonik yang ultra cepat. Proses *switching* ini memiliki kecepatan terrabit perdetik apabila menggunakan kecepatan rekombinasi dan interaksi dari foton dengan bahan tak-linier (Hemyai & Aitchiso, 1992). Oleh karena itu, perlu dipelajari lebih lanjut karakteristik struktur pandu gelombang *Y-branch* dengan *cladding* bahan tak-linier yang berfungsi sebagai gerbang logika X-OR. Bahan tak-linier yang disisipkan pada *cladding* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh mutmainnah dan Pramono yang dipublikasikan pada tahun 2006 dan 2009. Perilaku perubahan sifat optis pada bahan