

**ANALISA RUGI-RUGI SERAT OPTIK AKIBAT
MACROBENDING SEBAGAI POTENSI APLIKASI SENSOR
BEBAN BERGERAK (*WEIGHT IN MOTION*)**



Disusun oleh:

DEAJENG WULANDARI
M 0209012

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA
September, 2013

commit to user

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: ANALISA RUGI-RUGI SERAT OPTIK AKIBAT
MACROBENDING SEBAGAI POTENSI APLIKASI
SENSOR *WEIGHT IN MOTION* (WIM)

Yang ditulis oleh:

Nama : Deajeng Wulandari
NIM : M0209012

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 4 September 2013

Anggota Tim Penguji:

1. Dra. Riyatun, M.Si.
NIP. 19680226 299402 2 001
2. Utari, S.Si, M.Si.
NIP. 19701206 200003 2 001
3. Mohtar Yuniato, S.Si, M.Si.
NIP. 19800630 200501 1 001
4. Drs. Hery Purwanto, M.Sc.
NIP. 19590518 198703 1 002



Disahkan oleh
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta,



Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.
NIP 19680508 199702 1001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Akibat *Macrobending* Sebagai Potensi Aplikasi Sensor Beban Bergerak (*Weight In Motion*)” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini, isi skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya, jika ada maka telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, 21 Juli 2013

Deajeng wulandari
M0209012

MOTTO

“Dengan cara yang lembut, Anda dapat mengguncang dunia”

(Mahatma Gandhi)

“Menjadi jujur mungkin tidak membuat Anda mendapatkan banyak teman tetapi akan selalu mendapatkan Anda pada kebenaran”

(John Lennon)

“Pertempuran hidup tak selalu dimenangkan oleh orang yang lebih kuat atau lebih cepat, karena cepat atau lambat, dia yang berjaya, adalah dia yang berpikir dia bisa”

(Napoleon Hill)

“Ketekunan mengalahkan bakat, kepintaran bahkan jenius, maka orang-orang yang tekun akan menggapai cita-citanya bahkan walaupun cita-cita tersebut adalah memindahkan gunung, mengeringkan danau”

(Darwis Tere Liye)

*“Hati-hati dengan keinginan Anda, karena akan menjadi pikiran Anda
Hati-hati dengan pikiran Anda, karena akan menjadi kata-kata Anda
Hati-hati dengan kata-kata Anda, karena akan menjadi tindakan Anda
Hati-hati dengan tindakan Anda, karena akan menjadi kebiasaan Anda
Hati-hati dengan kebiasaan Anda, karena akan menjadi takdir Anda”*

(Mahatma Gandhi)

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

Ibu dan Bapak Tercinta,

Kakakku,

Dosen Pembimbing Skripsi & Akademik,

Teman-teman Fisika FMIPA UNS angkatan 2009

Rekan-rekan seperjuangan grup *Optics & Photonics*

(Evi, Fatimah, Egyn, Kusnanto, Heri),

Grup iARG

(Erna, Arifatul, Nining, Eki),

Riana, Jane dan Brian,

Sahabat-sahabat ku,

Almamater ku

**Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Akibat *Macrobending* sebagai Potensi
Aplikasi Sensor Beban Bergerak (*Weight in Motion*)**

Deajeng Wulandari

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Sebelas Maret, Surakarta

ABSTRAK

Penelitian rugi-rugi serat optik akibat lekukan makro (*macrobending*) telah dilakukan menggunakan model lima lekukan sebagai potensi aplikasi sensor beban bergerak. Alat utama yang digunakan adalah alat lekukan dan alat gores dengan sumber cahaya LED yang diterima oleh LDR sebagai detektor. Sinyal cahaya diubah oleh konverter menjadi tegangan listrik dan kemudian ditampilkan pada komputer. Pengukuran rugi rugi dilakukan berdasarkan perubahan intensitas yang disebabkan oleh goresan dan penekanan pada serat optik plastik (POF). POF yang digunakan berdiameter 0,4 mm; 0,5 mm; dan 3 mm.

Hasil penelitian berdasarkan variasi diameter POF menunjukkan semakin kecil diameter POF menghasilkan rugi-rugi yang semakin besar. Berdasarkan variasi jumlah goresan (tanpa gores, 2 gores dan 3 gores) menunjukkan semakin banyak jumlah goresan menghasilkan rugi-rugi yang semakin besar. Berdasarkan hasil ini, prototype alat lima lekukan yang dibuat berpotensi untuk diaplikasikan dalam sensor beban bergerak yaitu suatu sensor yang mengukur beban kendaraan dalam keadaan bergerak.

Kata kunci: Lima Lekukan, POF, Lekukan Makro, sensor WIM, Rugi-rugi

Analysis Of Optical Fiber Loss Due To Macrobending As A Potential to Weight In Motion (WIM) Sensor Applications

Deajeng Wulandari

Department of Physics, Mathematic and Science Faculty, Sebelas Maret University, Surakarta

ABSTRACT

The study of optical fiber loss due to macrobending has been performed using the fivebending model as a potential weight in motion sensor applications. The main equipment that is used are fivebending and scratch equipment with LED as light source which is received by the LDR as detector. Light signal is converted by the converter into voltage and then displayed on the computer. Measurements of optical fiber loss based intensity changes caused by the scratches and pressure to plastic optical fiber (POF). POF that used is diameter of 0,4 mm; 0,5 mm; and 3 mm.

The study results based to variations of diameter POF showed the smaller of diameter POF yield the loss was greater. Based on the variation of the scratch number (two scratch, three scratch, without a scratch) indicated that increasing number of scratches yield the greater optical fiber loss. Referring to these results, the fivebending prototype has a potential to be applied in the weight in motion (WIM) sensors that is a sensor which measuring vehicle weight while in motion.

Keywords: Fivebending, POF, Macrobending, WIM sensor, Loss

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas semua rahmat, nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada rosulullah, nabi Muhammad SAW yang telah menjadi panutan serta suri tauladan umatnya.

Judul dari skripsi ini adalah “Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Akibat *Macrobending* Sebagai Potensi Aplikasi Sensor Beban bergerak (*Weight In Motion*)”, yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar sarjana. terselesaikannya skripsi ini adalah suatu kebahagiaan dan kebanggaan bagi penulis setelah satu semester tidak patah semangat untuk dapat menyelesaikan skripsi. Kepada banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya. Ucapan terima kasih secara khusus penulis berikan kepada:

1. Bapak Mohtar Yuniarto S.Si, M.Si., selaku pembimbing I
2. Bapak Drs. Hery Purwanto, M.Sc., selaku pembimbing II
3. Rekan kerja laboratorium *Optics & Photonics*.
4. Rekan-rekan fisika FMIPA UNS.

Semoga Allah SWT membalas atas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan sebaik-baiknya. Amin ya Rabb.

PUBLIKASI

Wulandari, D., Yuniarto M., dan Purwanto H. 2013. Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Sebagai Potensi Aplikasi Sensor Weigh In Motion (WIM) Lima Lekukan. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika (JTAF)*. Vol. 1, No.2.



UCAPAN TERIMA KASIH

Dana dari penelitian ini menggunakan Dana Penelitian

Strategis Nasional, STRANAS 2012



ACKNOWLEDGMENT

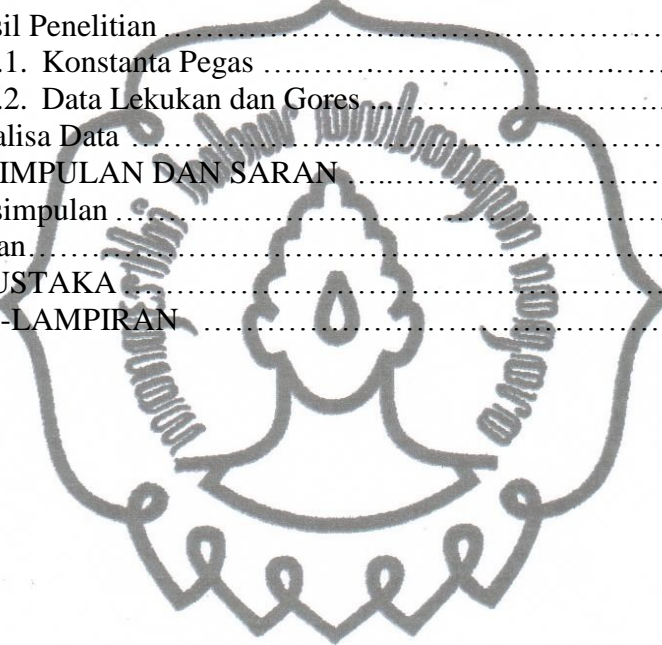
This research is funded from
Strategi Nasional, STRANAS 2012

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
PUBLIKASI	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Perumusan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Teori Cahaya	5
2.2. Teori Perambatan Cahaya dalam Serat Optik	6
2.3. Struktur Dasar Serat Optik	12
2.4. Material Serat Optik	14
2.4.1. Serat Optik Kaca	14
2.4.2. Serat Kaca Halide	14
2.4.3. Serat Optik Aktif	14
2.4.4. Serat Optik <i>Plastic-calding</i>	15
2.4.5. Serat Optik Plastik (POF)	15
2.5. Redaman Serat Optik	15
2.6. Sensor Serat Optik	19
2.7. Komponen Dasar Sistem Beban bergerak	20
2.8. Hukum Hooke	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3. Metode Penelitian	25
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	26
3.3.2. Pembuatan Alat	27
3.3.2.1. Alat Gores	27

commit to user

3.3.2.2. Alat Lekukan	27
3.3.3. Set Up Alat dan Bahan	28
3.3.2.1. Penentuan Nilai Konstanta Pegas	28
3.3.2.2. Alat Gores	29
3.3.2.3. Alat Lekukan	29
3.3.4. Pengambilan Data	30
3.3.5. Pengolahan Data	31
3.3.6. Analisa Data	31
3.3.7. Hasil Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil Penelitian	32
4.1.1. Konstanta Pegas	34
4.1.2. Data Lekukan dan Gores	36
4.2. Analisa Data	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN-LAMPIRAN	55



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Pegas	35
Tabel 4.2. Gradien pada POF 0,4 mm	39
Tabel 4.3. Gradien pada POF 0,5 mm	41
Tabel 4.4. Gradien pada POF 3 mm	43
Tabel 4.5. Gradien dari Setiap Perlakuan dengan Variasi Diameter POF.....	45
Tabel 4.6. Perbandingan Gradien Tiga Lekukan dan Lima Lekukan	47
Tabel 4.7. Gradien Rugi-rugi terhadap Massa	51



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Cahaya Berubah Kecepatannya	6
Gambar 2.2. Cahaya Mengalami Pembiasan	7
Gambar 2.3. Polarisasi Gelombang Elektromagnetik	9
Gambar 2.4. Bidang Batas Antara Dua Medium Berbeda	9
Gambar 2.5. Perambatan Sinar Dalam Serat Optik	11
Gambar 2.6. Struktur Serat Optik	12
Gambar 2.7. Struktur Serat Optik <i>Single-mode</i>	13
Gambar 2.8. Struktur Serat Optik <i>Multi-mode</i>	13
Gambar 2.9. Struktur Serat Optik <i>Multi-mode</i> , (a) <i>Step-index</i> (b) <i>Graded-index</i>	14
Gambar 2.10. Rugi-rugi yang Terjadi Pada Serat Optik	16
Gambar 2.11. Cahaya Terpencar ke Segala Arah	17
Gambar 2.12. Pemantulan Fresnel	18
Gambar 2.13. Pemantulan Fresnel di Setiap Bidang Batas	18
Gambar 2.14. <i>Macrobending</i> Pada Serat Optik	19
Gambar 2.15. <i>Microbending</i> Pada Serat Optik	19
Gambar 2.16. Sistem Serat Optik	20
Gambar 3.1. Alat-alat Utama yang Digunakan untuk Penelitian Analisa Rugi-rugi Serat Optik Akibat <i>Macrobending</i> , 1. Sumber Cahaya LED, 2. Alat Penekan, 3. Detektor LDR dan Konverter, 4. PC	25
Gambar 3.2. Skema Penelitian Analisa Rugi-rugi Serat Akibat <i>Macrobending</i>	26
Gambar 3.3. Desain Alat Gores, 1. Serat optik, 2. Silet, 3. Mikrometer Sekrup, 4. Gabus, 5. <i>Acrylic</i>	27
Gambar 3.4. Desain Alat Lekukan, 1. Pegas, 2. Pin, 3. Serat optik	28
Gambar 3.4. Skema Kerja Desain Alat yang Digunakan untuk Lima Lekukan	26
Gambar 3.5. Pemberian Beban pada Pegas	28
Gambar 3.6. Set Up Alat yang Digunakan untuk Lima Lekukan dengan Modifikasi Mikrometer sekrup, 1. Sumber Cahaya (LED), 2. Detektor, 3. PC, 4. Serat optik, 5. Mikrometer Sekrup, 6. Sensor <i>Macrobending</i> , 7. Pegas 8. Konverter	30
Gambar 3.7. Skema Kerja Desain Alat yang Digunakan untuk Lima Lekukan	30
Gambar 4.1. Alat Goresan, 1. Mikrometer sekrup, 2. Gabus, 3. Milimeter, 4. Pengunci Serat Optik, 5. Silet, 6. Penggeser Serat Optik, 7. Serat Optik	33
Gambar 4.2. Alat Lima Lekukan, 1. Mikrometer Sekrup, 2. Pegas, 3. Pin Bagian Atas, 4. POF, 5. Pengunci POF, 6. Pin Bagian Bawah ..	34
Gambar 4.3. Penentuan Nilai Konstanta Pegas, a. Klem, b. Pegas, c. Beban, d. Statif	35

commit to user

Gambar 4.4.	Grafik Penentuan Hasil Pengujian Pegas	36
Gambar 4.5.	Grafik Pengaruh Pergeseran terhadap Rugi-rugi Menggunakan POF 0,4 mm dengan Perlakuan, a. Tanpa Gores, b. 2 Gores, c. 3 Gores	38
Gambar 4.6.	Grafik Pengaruh Pergeseran terhadap Rugi-rugi Menggunakan POF 0,5 mm dengan Perlakuan, a. Tanpa Gores, b. 2 Gores, c. 3 Gores	40
Gambar 4.7.	Grafik Pengaruh Pergeseran terhadap Rugi-rugi Menggunakan POF 3 mm dengan Perlakuan, a. Tanpa Gores, b. 2 Gores, c. 3 Gores	42
Gambar 4.8.	Grafik Pengaruh Pergeseran terhadap Rugi-rugi Menggunakan POF, a. Diameter 0,4 mm, b. Diameter 0,5 mm, c. Diameter 3 mm	44
Gambar 4.9.	Grafik Masing-masing Gradien Untuk Perlakuan Goresan dan Tanpa Goresan	46
Gambar 4.10.	Grafik Masing-masing Gradien Untuk Setiap Diameter POF ..	46
Gambar 4.11.	Grafik Pengaruh Pergeseran terhadap Rugi-rugi pada Model Tiga Lekukan Menggunakan POF, a. Diameter 0,5 mm, b. Diameter 3 mm	48
Gambar 4.12.	Grafik Hubungan Massa terhadap Perubahan Rugi-rugi	50

DAFTAR SIMBOL

		Satuan
θ_1	= Sudut Datang	Radian Atau Derajat
θ_2	= Sudut Bias	Radian Atau Derajat
θ_c	= Sudut Kritis	Radian Atau Derajat
n_1	= Indeks Bias Medium Pertama	
n_2	= Indeks Bias Medium Kedua	
NA	= Apertur Numerik	
λ	= Panjang Gelombang	m
π	= 3,14	
P_{in}	= Daya Awal yang Masuk	Watt
P_{out}	= Daya yang Diterima Detektor	Watt
\vec{F}	= Gaya	N
k	= Konstanta Pegas	Nm ⁻¹
$\overline{\Delta x}$	= Jarak Pertambahan Pegas dari Posisi Normal	m
\vec{W}	= Gaya Berat	N
\vec{g}	= Percepatan gravitasi Bumi (9,8 ms ⁻²)	
m	= Massa	kg
V_i	= Tegangan Referensi	Volt
V_o	= Tegangan yang diberi perlakuan	Volt
P	= Daya Listrik	Watt
V	= Tegangan Listrik	Volt
R	= Hambatan	Ohm
I	= Arus	Ampere
ν, ω	= Frekuensi	Hz
h	= 6,63 x 10 ⁻³⁴	J.s
E	= Kuat Medan Listrik	N.C ⁻¹
B	= Rapat Fluks Magnet	Wb.m ⁻²
D	= Rapat Fluks Listrik	C.m ⁻²
H	= Kuat Medan Magnet	A.m ⁻¹
ϵ	= Permittivitas Listrik, Ruang Hampa (ϵ_o)	C ² N ⁻¹ m ⁻²
μ	= Permeabilitas, Permeabilitas Ruang Hampa (μ_o)	Wb.m ⁻¹ .A ⁻¹
κ	= Konstanta Propagasi	
δ	= Beda Fase	
c	= Kecepatan Cahaya Diruang Hampa	ms ⁻¹
α	= Koefisien Absorpsi	

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel Data Variasi Goresan POF Berdiameter 0,4 mm	55
Lampiran 2 Tabel Data Variasi Goresan POF Berdiameter 0,5 mm	57
Lampiran 3 Tabel Data Variasi Goresan POF Berdiameter 3 mm	59
Lampiran 4 Tabel Data Massa.....	61

