

**PEMBUATAN PROTOTIPE SENSOR TANAH LONGSOR
BERBASIS FIBER OPTIK POLIMER DENGAN
KONFIGURASI KOIL MENGGUNAKAN
PIRANTI LINIER MEKANIK**



Disusun oleh :

**MUHAMMAD HERIYANTO
M0209034**

SKRIPSI

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

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

**SURAKARTA
Juli, 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Pembuatan Prototipe Sensor Tanah Longsor Berbasis Fiber Optik Polimer
dengan Konfigurasi Koil Menggunakan Piranti Linier Mekanik

Yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Heriyanto

NIM : M0209034

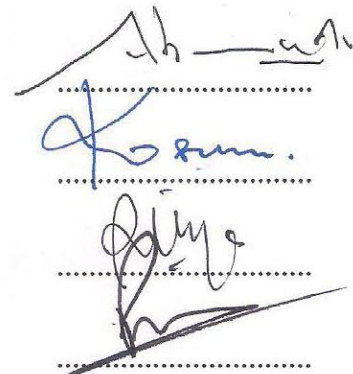
Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Kamis

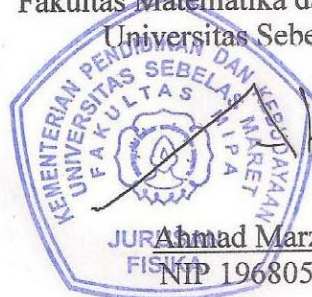
Tanggal : 25 Juli 2013

Dewan Penguji:

1. Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.
NIP. 19680508 199702 1 001
2. Sorja Koesuma, S.Si., M.Si
NIP. 19720801 200003 1 001
3. Dra. Riyatun, M.Si
NIP. 19680226 199402 2 001
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 skripsi saya yang berjudul “**Pembuatan Prototipe Sensor Tanah Longsor Berbasis Fiber Optik Polimer dengan Konfigurasi Koil Menggunakan Piranti Linier Mekanik**” adalah hasil kerja saya atas arahan pembimbing 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 terima kasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, Juli 2013

Muhammad Heriyanto

MOTTO

Belajarliah dari hari kemarin, lakukanlah untuk hari ini, dan berharaplah untuk hari esok. yang penting jangan pernah berhenti bertanya.
(Albert Einstein)

“Tholabul ‘ilmi faridhotun ‘alaa kulli muslimin wal muslimat
minal mahdi ilal lahdi”
(Muhammad SAW)



PERSEMBAHAN



Karya ini Aku Persembahkan Kepada:

Ibu dan Bapak
Dosen Pembimbing Skripsi & Akademik
Kakak & Adikku Tersayang
Rekan lab. Optic and Photonic Research Center (OPRC)
Teman-teman Seperjuangan M02090(01-57) (COMPTON)

**PEMBUATAN PROTOTIPE SENSOR TANAH LONGSOR BERBASIS
FIBER OPTIK POLIMER DENGAN KONFIGURASI KOIL
MENGUNAKAN PIRANTI LINIER MEKANIK**

MUHAMMAD HERIYANTO

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

ABSTRAK

Tulisan ini berisi tentang laporan penelitian pembuatan prototipe sensor tanah longsor berbasis fiber optik polimer dengan konfigurasi koil menggunakan piranti linier mekanik. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat piranti linier mekanik yang mampu mengkonversi pergeseran berorde m menjadi mm, mengetahui hubungan pergeseran dengan banyaknya cahaya yang terdeteksi oleh detektor, dan mengetahui pengaruh jumlah lilitan atau koil fiber optik yang digunakan dengan efisiensi sensor yang dibuat.

Piranti linier mekanik yang dibuat dalam penelitian ini mempunyai faktor konversi 100:1. Diameter coil yang digunakan adalah 1,7 cm; 1,4 cm; 1 cm. Jumlah variasi lilitan yang digunakan yaitu 1-4 lilitan. Akibat dari pergeseran akan terjadi perubahan kelengkungan dari bentuk lingkaran menjadi ellips. Dari eksperimen diperoleh bahwa fiber optik dengan jumlah lilitan lebih banyak dan diameter yang lebih kecil akan menghasilkan sensitivitas yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat dari diameter coil 1cm dengan jumlah lilitan 4 lilitan diperoleh sensitivitas dari gradien transmitansinya sebesar $-4,446 \text{ mm}^{-1}$ dengan tingkat kepercayaan sebesar $R^2=0,99$.

Kata kunci : fiber optik sensor, tanah longsor, dan piranti linier mekanik

FABRICATION OF LANDSLIDE SENSOR PROTOTYPE BASED POLYMER OPTICAL FIBER WITH COIL CONFIGURATION USING LINEAR MECHANICAL DEVICES

MUHAMMAD HERIYANTO

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

ABSTRACT

This article reports the experimental result of fabrication of designing landslide fiber sensor prototype with coil configuration using a mechanical linear device. The purpose of this research is to fabricate a mechanical linear device that can convert meter displacement into millimeter scale, to find relationship between displacement and the amount of light detected by a detector, and to learn the effect of optical fiber coil amount used with sensor efficiency made.

Conversion factor of the linear mechanical device is 100:1. Coil diameters used are 1.7 cm, 1.4 cm, and 1 cm. with number of coil is varied from 1 to 4. An result of that displacement is curvature change from circle shape into ellips shape. Result of the experiment is that optical fiber with more coil number and smaller diameter coil would result in higher sensitivity. The most sensitive fiber sensor obtained from this experiment is that made of coil with diameter of 1 cm and coil number of 4 coils, with the sensitivity of transmission gradient valued -4.446 mm^{-1} with level of confidence of $R^2 = 0.99$.

Keywords: fiber optic sensors, landslides, and linear mechanical devices

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas semua limpahan nikmat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan umatnya.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains ini penulis beri judul “Pembuatan Prototipe Sensor Tanah Longsor Berbasis Fiber Optik Polimer dengan Konfigurasi Koil Menggunakan Piranti Linier Mekanik”. Skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan beberapa pihak yang telah membantu dalam penulis. Atas bantuannya selama proses pengerjaan skripsi ini, penulis ucapan terima kasih sampaikan kepada:

1. Bapak Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D., selaku Pembimbing I serta Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNS yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Sorja Koesuma, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan sarannya.
3. Ibu Dra. Soeparmi, M.A., Ph.D., selaku Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dra. Riyatun, M.Si. dan Bapak Drs. Hery Purwanto, M.Sc., selaku Penguji yang telah memberikan sarannya.
5. Bapak, Ibu dosen serta Staff di Jurusan FISIKA FMIPA UNS.
6. Ibu dan Bapak, atas semua support, kasih sayang dan kesabaran dalam mendidik.
7. Rekan kerja Laboratorium Optics & Photonics: Kusnanto, Eryn, Evi, Zaza, Deajeng, Mas Wahyudi, Mas Adi, dan Mbak Arin.
8. Pak Budi Purnama yang telah mengajarkan software Sma4Win.

Semoga Allah SWT membalas atas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan, dengan balasan yang terbaik menurut-Nya. Amin. Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bisa bermanfaat.

commit to user

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
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. Pemantulan Sempurna	5
2.2. Perambatan Cahaya Pada Fiber Optik	6
2.3. Medan <i>Evanescent</i>	10
2.4. Rugi-Rugi Pembengkokan	11
2.5. Kelengkungan dan Jari-Jari Kelengkungan	12
2.6. Hubungan Transmittansi dengan <i>Loss</i> Cahaya	15
2.7. Fiber Sensor	16
2.8. Macam-Macam Sensor Tanah Longsor	17
2.9. Hubungan Kecepatan Sudut dan Linier Pada Roda	19

commit to user

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan.....	20
3.3. Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1. Penyiapan Alat dan Bahan	21
3.3.2. Pembuatan dan Pengujian Piranti Linier	21
3.3.3. Pembuatan Silinder Berulir.....	24
3.3.4. <i>Set-up</i> Alat Lilitan	26
3.3.5. Pengambilan, Pengolahan, dan Analisis Data	27
3.4. Pembuatan Software Pendeteksian Tanah Longsor	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil Penelitian.....	30
4.1.1. Piranti Linier Mekanik.....	31
4.1.2. Rugi-Rugi Karena Pergeseran.....	33
4.2. Analisis Data.....	39
4.3. Hubungan Antara Loss Cahaya dengan Transmittansi.....	44
4.4. Prediksi Hubungan Pergeseran Besar di Tanah Longsor dengan <i>Loss</i> Cahaya.....	47
4.5. Software Pendeteksian Tanah longsor	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN-LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Data Hubungan Pergeseran Besar Sa_1 dengan Pergeseran Kecil Sb_2	27
Tabel 3.2. Data Intensitas Keluaran.....	28
Tabel 3.3. Hubungan Jumlah Lilitan dengan Transmittansi.....	28
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Piranti Linier Mekanik.....	33
Tabel 4.2. Persamaan Garis pada Grafik Hubungan Pergeseran dengan Transmittansi.....	37
Tabel 4.3. Gradien Garis <i>Loss</i> Cahaya Pada Fiber.....	46
Tabel L1.1. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,7 cm 1 lilitan.....	55
Tabel L1.2. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,7 cm 2 lilitan.....	55
Tabel L1.3. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,7 cm 3 lilitan.....	56
Tabel L1.4. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,7 cm 4 lilitan.....	56
Tabel L2.1. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,4 cm 1 lilitan.....	58
Tabel L2.2. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,4 cm 2 lilitan.....	58
Tabel L2.3. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,4 cm 3 lilitan.....	59
Tabel L2.4. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,4 cm 4 lilitan.....	59
Tabel L3.1. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1 cm 1 lilitan.....	60
Tabel L3.2. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1 cm 2 lilitan.....	60
Tabel L3.3. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1 cm 3 lilitan.....	61
Tabel L3.4. Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1 cm 4 lilitan.....	61
Tabel L4.1. Data Uji Pergeseran Piranti Linier Mekanik.....	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pembiasan dan Pemantulan Seberkas Sinar pada Bidang Batas Dua Material.....	5
Gambar 2.2. Proses Terjadinya Pemantulan Sempurna.....	6
Gambar 2.3. Struktur Fiber Optik.....	7
Gambar 2.4. Perbedaan Tipe Fiber Optik.....	8
Gambar 2.5. Perambatan Cahaya dalam Fiber Optik.....	8
Gambar 2.6. Fenomena Gelombang <i>Evanescent</i>	10
Gambar 2.7. (a) Geometri dari Fiber Optik yang melengkung (b) yang Disetarakan dengan Distribusi Indeks Bias Fiber Lurus.....	11
Gambar 2.8. <i>Loss</i> Energi pada Bengkokan Fiber.....	12
Gambar 2.9. Kurva $y=f(x)$	13
Gambar 2.10. <i>Loss</i> Karena Lengkungan dengan Variasi Jari-Jari.....	14
Gambar 2.11. <i>Loss</i> Karena Lengkungan dengan Variasi Jari-Jari dan Jumlah Lilitan.....	14
Gambar 2.12. Struktur Umum Sebuah Sistem Fiber Optik Sensor.....	16
Gambar 2.13. Gambar Sensor Fiber Optik (a) Ekstrinsik dan (b) Intrinsik..	17
Gambar 2.14. Mekanisme OTDR dan Grafik Output Intensitas.....	18
Gambar 2.15. Dua Buah Roda yang Dihubungkan dengan Rantai.....	19
Gambar 2.16. Dua Roda yang Dihubungkan di Titik Pusatnya.....	19
Gambar 3.1. Skema Tahap-Tahap Pembuatan dan Penelitian Sensor Tanah Longsor.....	21
Gambar 3.2. Prinsip Piranti Linier.....	23
Gambar 3.3. Desain Silinder Rubber Berulir.....	24
Gambar 3.4. Bahan Pembuatan Silinder.....	25
Gambar 3.5. Cetakan Berulir Diameter (a) 1,7 cm; (b) 1,4 cm; (c) 1 cm.....	26
Gambar 3.6. Skema <i>Set-up</i> Alat.....	26
Gambar 3.7. Gambar Fiber Optik (a) Sebelum Ada Pergeseran (b) Setelah Ada Pergeseran.....	27
Gambar 3.8. <i>Flowchart Software</i> Pendeteksian Tanah Longsor.....	29
Gambar 4.1. Sistem Fiber Optik yang Terlilit	30
Gambar 4.2. Piranti Linier Mekanik.....	31
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Antara Pergeseran Riil Tanah dengan Pergeseran ke Fiber Optik.....	32
Gambar 4.4. Fiber Optik yang Dililitkan pada Rubber.....	34
Gambar 4.5. Jari-Jari Kelengkungan dengan Nilai Transmittansinya.....	34
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Pergeseran dengan Transmittansi (%) pada Diameter (a) 1,7 cm; (b) 1,4 cm; (c) 1 cm	36
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Jumlah Lilitan dengan Gradien Garis Transmittansi.....	38
Gambar 4.8. Hubungan Diameter Lilitan dengan Gradien	38
Gambar 4.9. Gambaran Rugi-Rugi Fiber Optik yang Dililitkan	39

commit to user

Gambar 4.10. <i>Loss</i> Cahaya pada Lekukan Fiber Optik....	40
Gambar 4.11. Daerah Renggang dan Kritis pada Fiber Optik Saat ada Penekanan	40
Gambar 4.12. Penjalaran Cahaya di Dalam Fiber Optik Terlilit (a) Sebelum ditekan (b) Saat Ditekan	41
Gambar 4.13. Geometri <i>Ellips</i>	42
Gambar 4.14. Hubungan antara Pergeseran dengan (a) Kelengkungan (K_{max}), (b) Jari-Jari Kelengkungan (R).....	43
Gambar 4.15. Grafik Hubungan antara Pergeseran dengan <i>Loss</i> Cahaya Pada Lilitan Fiber Optik Berdiameter (a)1,7 cm, (b)1,4 cm, dan (c) 1 cm.....	44
Gambar 4.16. Daerah sensing yang Baik Pada Diameter Lilitan 1 cm dengan 4 lilitan	47
Gambar 4.17. Prediksi Hubungan Pergeseran Tanah dengan <i>Loss</i> Cahaya.....	48
Gambar 4.18. <i>Software</i> Sebelum ada Masukan.....	49
Gambar 4.18. <i>Software</i> saat Mendapat Masukan (a) Ketika Pergeseran < Batas Aman dan (b) Ketika Pergeseran > Batas Aman.....	49

DAFTAR SIMBOL

		Satuan
n_{core}	= Indeks Bias <i>Core</i>	
n_{cladd}	= Indeks Bias <i>Cladding</i>	
NA	= <i>Numerical Aperture</i>	
Δn	= Selisih Indeks Bias	
n_1	= Indeks Bias Medium Pertama	
n_2	= Indeks Bias Medium Kedua	
n_e	= Indeks Bias efektif	
n_0	= Profil Indeks Bias ketika lurus	
Φ_i	= Sudut Datang	Radian Atau Derajat
Φ_r	= Sudut Pantul	Radian Atau Derajat
Φ_t	= Sudut Bias	Radian Atau Derajat
Φ_c	= Sudut Kritis	Radian Atau Derajat
m	= jumlah Mode	
d_{core}	= diameter <i>core</i>	m
dp	= <i>Penetration depth</i>	
E_0	= Energi cahaya Awal dalam Serat	J
E_z	= Energi cahaya Setelah Menempuh z	J
z	= Jarak yang Ditempuh Lintasan Optik	m
α_p	= Kofisien Atenuasi	km ⁻¹
λ	= Panjang Gelombang	m
C_1	= Konstanta	
C_2	= Konstanta	
R	= Jari-Jari Kelengkungan	m
K	= Kelengkungan	m ⁻¹
Δ	= Perbedaan Indeks Bias Relatif Antara <i>Core</i> dengan <i>Cladding</i>	
N_{eff}	= Jumlah Mode Efektif	
N_∞	= Jumlah Total Mode Lengkungan dalam Serat Lurus	
k	= Kostanta Perambatan Gelombang	
π	= 3,14	
R_c	= Jari-jari Kritis (<i>Critical Radius</i>)	m
V_{ref}	= Tegangan Referensi	Volt
V_{mod}	= Tegangan Modulasi	Volt
P	= Daya Listrik	Watt
V	= Tegangan Listrik	Volt
R_Ω	= Hambatan	Ω
χ	= Efek akomodasi elastis fiber optik	

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,7 cm.....	55
Lampiran 2 Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1,4 cm.....	58
Lampiran 3 Data Pergeseran Pada Fiber Koil Berdiameter 1 cm.....	60
Lampiran 4 Data Uji Pergeseran Piranti Linier Mekanik.....	62
Lampiran 5 Listing Program Software Pendeteksian Pergeseran Tanah Longsor.....	63
Lampiran 6 Spesifikasi POF 0,5 mm.....	72

