



**ANALISA EKSTENSOMETER SERAT OPTIK SEBAGAI
SENSOR PERGESERAN BERBASIS *MACROBENDING*
DENGAN VARIASI UKURAN DIAMETER PELENGKUNGAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
(S.Si)**

NAMA : DWI IKA ISMAYA

NPM : 15320004

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI INFORMASI

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

JAKARTA

FEBRUARI 2019

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dwi Ika Ismaya

NPM : 15320004

Tanggal : 26 Februari 2019

TTD di atas Materai

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Ika Ismaya

NPM : 15320004

Mahasiswa : Fisika

Tahun Akademik : 2018/2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tugas Akhir yang berjudul **Analisa Ekstensometer Serat Optik Sebagai Sensor Pergeseran Berbasis *Macrobending* Dengan Variasi Ukuran Diameter Pelengkungan.**

Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 26 Februari 2019

Dwi Ika Ismaya

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dwi Ika Ismaya
NPM : 15320004
Program Studi : Fisika
Judul Skripsi : **Analisa Ekstensometer Serat Optik Sebagai Sensor
Pergeseran Berbasis *Macrobending* Dengan Variasi
Ukuran Diameter Pelengkungan**

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Masbah R.T Siregar, APU (.....)
Pembimbing : Imam Mulyanto, ST, MT (.....)
Penguji : Drs. Asep Yuyu, MT (.....)
Penguji : Drs. Endang Iriawan, M.Si (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Februari 2019

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Alhamdulillah, Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul **“Analisa Ekstensometer Serat Optik Sebagai Sensor Pergeseran Berbasis *Macrobending* Dengan Variasi Ukuran Diameter Pelengkungan”**. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada suri tauladan kita semua, yang mencintai umatnya sampai akhir hayatnya yakni Nabi Muhammad SAW, dan juga kepada keluarga, sahabat serta kita semua selaku umatnya. *Aamiin*.

Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Informasi Institut Sains dan Teknologi Nasional. Penulis menyadari bahwa tanpa pertolongan Allah SWT serta bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Imam Mulyanto S.T, M.T selaku dosen pembimbing dari LIPI yang sudah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Masbah R.T. Siregar, APU dan bapak Imam Mulyanto ST, MT selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, mengarahkan, memberikan ilmu dan saran, sejak proposal skripsi, pelaksanaan penelitian, dan penyusunan skripsi.
3. Ibu Elda Rayhana S.Si, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Informasi Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta.
4. Seluruh Bapak dan ibu staf pengajar dan staf administrasi serta rekan-rekan mahasiswa di Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Informasi Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta.

5. Kedua orang tua penulis, Bapak Imam Sunaryo dan Ibu Kastinih tersayang, yang telah membesarkan, mendidik, dan memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materil pada penulis sehingga *Alhamdulillah* penulis dapat menyelesaikan program Sarjana Sains di Program Studi Fisika ini. Semoga semua kebaikan Bapak dan Ibu dibalas dengan kemuliaan, kebaikan dan pahala yang berlipat dari Allah SWT.
6. Kakak dan adik penulis yang selalu mendukung serta memberikan semangat agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Jurusan Fisika dan Matematika ISTN 2015 yang telah berjuang bersama dan banyak membantu penulis disaat kesulitan. Terima kasih untuk Linda Stephanie Boi, Jaenudin Ridwan, Selvia Pratiwi, Desnia Lestari, Dalina Legitawuri, Hikmah Setia Wati, Hamdan Fadillah Rasyid, Muhammad Yusuf Avianto, dan Tri Mulyono.
8. Keluarga besar HIMMAFI dan LDK UKRI ISTN yang telah membuat penulis mempunyai rumah dan keluarga baru di ISTN serta memberikan pengalaman berharga bagi penulis dalam berorganisasi selama menjalani perkuliahan.
9. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang turut membantu, mendukung, dan berkontribusi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Terima kasih atas bantuan dan dukungan semua pihak terhadap penulis. Semoga amal dan kebaikan dibalas Allah SWT dengan pahala yang berlimpah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna tercapainya kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu fisika terutama dibidang fisika instrumentasi dan elektronika.

Jakarta, 26 Februari 2019

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Sains dan Teknologi Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Ika Ismaya

NPM : 15320004

Program Studi : Fisika

Fakultas : FSTI

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains dan Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul “**Analisa Ekstensometer Serat Optik Sebagai Sensor Pergeseran Berbasis *Macrobending* Dengan Variasi Ukuran Diameter Pelengkungan**” beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Sains dan Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalih-media/ format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) *soft copy* dan *hard copy*, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 26 Februari 2019

Yang menyatakan

(Dwi Ika Ismaya)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS	
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1. Serat Optik	6
2.2. Struktur Serat Optik	7
2.2.1. <i>Core</i> (Inti)	7
2.2.2. <i>Cladding</i> (Kulit)	8
2.2.3. <i>Coating</i> (Mantel)	8
2.3. Jenis-Jenis Serat Optik	8
2.3.1. Serat Optik Moda Tunggal (<i>Singlemode</i>)	8
2.3.2. Serat Optik Moda Jamak (<i>Multimode</i>)	9
2.3.3. Serat Optik <i>Singlemode Step-Index</i>	10
2.3.4. Serat Optik <i>Multimode Step-Index</i>	10
2.3.5. Serat Optik <i>Multimode Graded-Index</i>	10
2.4. Rambatannya Cahaya di Dalam Serat Optik	11
2.4.1. Pemantulan Internal Sempurna	11
2.4.2. <i>Numerical Apperture</i> (NA)	12
2.4.3. Memasukkan Cahaya ke Dalam Serat Optik	14

2.5.	Rugi-Rugi Serat Optik	14
2.5.1.	<i>Absorption</i> (Penyerapan)	14
2.5.2.	<i>Scattering</i> (Hamburan)	15
2.5.3.	<i>Bending</i> (Lengkungan)	16
2.6.	Komponen Penyusun Serat Optik	18
2.6.1.	Sumber Cahaya	18
2.6.2.	Detektor Optik	21
2.6.3.	Konektor	22
2.7.	Keunggulan dan Kekurangan Serat Optik	23
2.8.	Ekstensometer	24
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1.	Jenis Penelitian	26
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3.1.	Alat Penelitian	26
3.3.2.	Bahan Penelitian	29
3.4.	Tahap Penelitian.....	29
3.5.	Prosedur Penelitian.....	31
3.6.	Diagram Alur Penelitian	32
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1.	Karakteristik Serat Optik	33
4.2.	Pengukuran Diameter Pelengkungan	33
4.3.	Pengukuran Intensitas Laser pada Power Meter	33
4.4.	Pengukuran Pergeseran dengan Ekstensometer	39
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1.	Kesimpulan	42
5.2.	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kabel Serat Optik	6
Gambar 2.2.	Serat Optik	6
Gambar 2.3.	Struktur Serat Optik	7
Gambar 2.4.	Serat Optik Moda Tunggal (<i>Singlemode</i>) dan Serat Optik Moda Jamak (<i>Multimode</i>)	9
Gambar 2.5.	<i>Singlemode Step-Index</i>	10
Gambar 2.6.	<i>Multimode Step-Index</i>	10
Gambar 2.7.	<i>Graded Index Multimode</i>	11
Gambar 2.8.	Pemantulan Internal Sempurna (<i>Total Internal Reflection</i>)	12
Gambar 2.9.	Sudut dimana Cahaya dapat Diterima oleh Serat Optik	13
Gambar 2.10.	Penyebaran Cahaya di Salah Satu Ujung Serat Optik	14
Gambar 2.11.	<i>Macrobending Loss</i> pada Serat Optik	17
Gambar 2.12.	Profil Indeks Bias dalam Keadaan Lurus dan Dilengkungkan..	17
Gambar 2.13.	Peristiwa <i>Microbending</i> pada Serat Optik	18
Gambar 2.14.	<i>Surface-Emitting</i> dan <i>Edge-Emitting Diodes</i>	20
Gambar 2.15.	Set Up Pengujian Ekstensometer Berbasis Serat Optik	24
Gambar 2.16.	Ekstensometer Lengkung Hati	25
Gambar 3.1.	LD (<i>Laser Diode</i>)	26
Gambar 3.2.	Power Meter	27
Gambar 3.3.	Ekstensometer Serat Optik	27
Gambar 3.4.	<i>Fiber Cleaver</i>	28
Gambar 3.5.	<i>Fiber Stripper</i>	28
Gambar 3.6.	Fusion Splicer	28
Gambar 3.7.	Serat Optik <i>Singlemode</i>	29
Gambar 3.8.	Akrilik Pengukur Diameter Pelengkungan Serat Optik	29
Gambar 3.9.	<i>Set up</i> Percobaan	31
Gambar 3.10.	Diagram Alur Penelitian	32
Gambar 4.1.	Grafik Pengaruh Diameter Terhadap Intensitas Laser pada Serat Optik Plus Corning SMF-28e	35

Gambar 4.2.	Grafik Pengaruh Diameter Terhadap Intensitas Laser pada Serat Optik Patch Cord	36
Gambar 4.3.	Grafik Pengaruh Diameter Terhadap Intensitas Laser pada Serat Optik E-SBF	37
Gambar 4.4.	Grafik Pengaruh Diameter Terhadap Intensitas Laser pada Serat Optik 2ST 9608	38
Gambar 4.5.	Pengukuran Pergeseran dengan Ekstensometer	39
Gambar 4.6.	Mekanisme Pergeseran Serat Optik dengan Perubahan Diameter Lengkungan Sebelum Ditarik dan Sesudah Ditarik..	39
Gambar 4.7.	Grafik Pengaruh Pergeseran terhadap Intensitas	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Karakteristik LED dengan Laser	19
Tabel 2.2.	Karakteristik Fotodetektor	22
Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran Intensitas Laser pada Serat Optik Plus Corning SMF-28e	34
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran Intensitas Laser pada Serat Optik Patch Cord	35
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran Intensitas Laser pada Serat Optik E-SBF.....	36
Tabel 4.4.	Hasil Pengukuran Intensitas Laser pada Serat Optik 2ST 9608..	37
Tabel 4.5.	Hasil Pengukuran Pergeseran terhadap Intensitas Laser	40