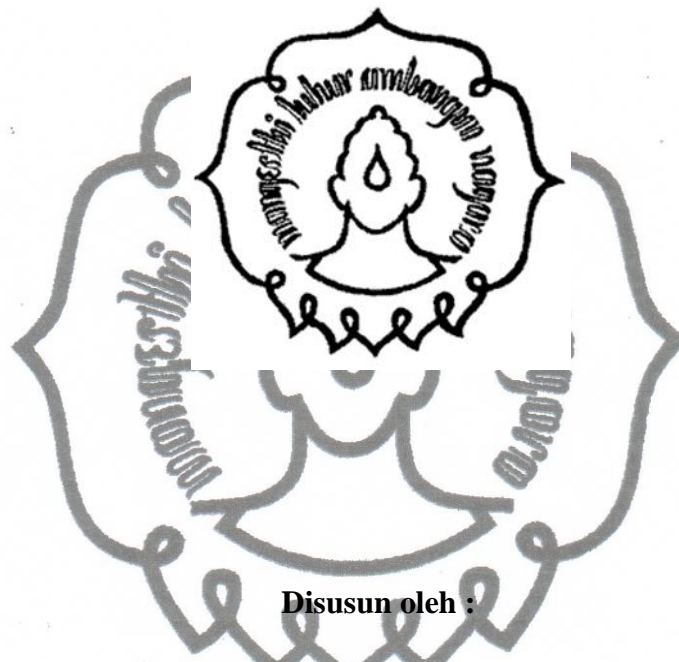


**KARAKTERISASI OPTIK DAN MEKANIK SENSOR SERAT OPTIK  
BERKONFIGURASI KOIL PADA SENSOR BEBAN BERGERAK  
DENGAN MENGGUNAKAN INTERAKSI  
ARDUINO UNO DAN LABVIEW**



**Disusun oleh :**

**HENDRO NOVIANTO  
M0210030**

**SKRIPSI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Juli, 2014**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul:

Karakterisasi Optik dan Mekanik Sensor Serat Optik Berkonfigurasi Koil Pada Sensor Beban Bergerak dengan Menggunakan Interaksi Arduino Uno dan Labview.

Yang ditulis oleh:

Nama : Hendro Novianto  
NIM : M0210030

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 23 Juli 2014

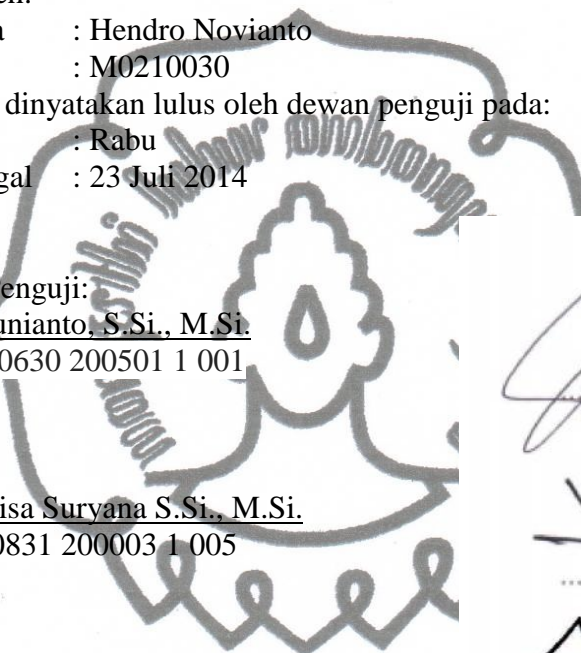
Anggota Tim Penguji:

1. Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si.  
NIP. 19800630 200501 1 001

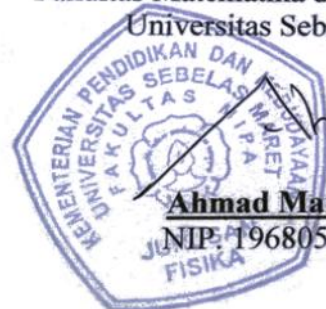
2. Dr. Eng. Risa Suryana S.Si., M.Si.  
NIP. 19710831 200003 1 005

3. Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.  
NIP. 19680508 199702 1 001

4. Ir. Ary Setyawan, M.Sc, Ph.D.  
NIP. 19661204 199512 1 001



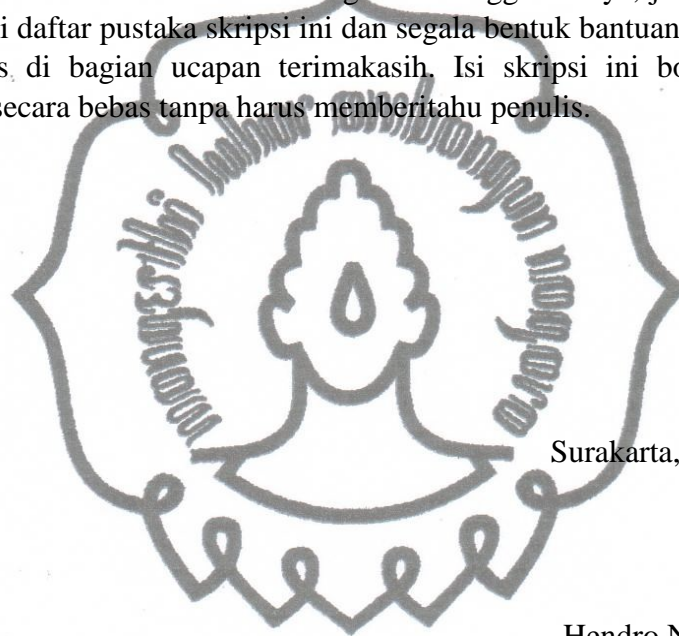
Disahkan oleh  
Ketua Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Ahmad Marzuki S.Si, Ph.D  
NIP. 19680508 199702 1 001

### PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “KARAKTERISASI OPTIK DAN MEKANIK SENSOR SERAT OPTIK BERKONFIGURASI KOIL PADA SENSOR BEBAN BERGERAK DENGAN MENGGUNAKAN INTERAKSI ARDUINO UNO DAN LABVIEW” 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 terimakasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, Juli 2014

Hendro Novianto

NIM M0210030

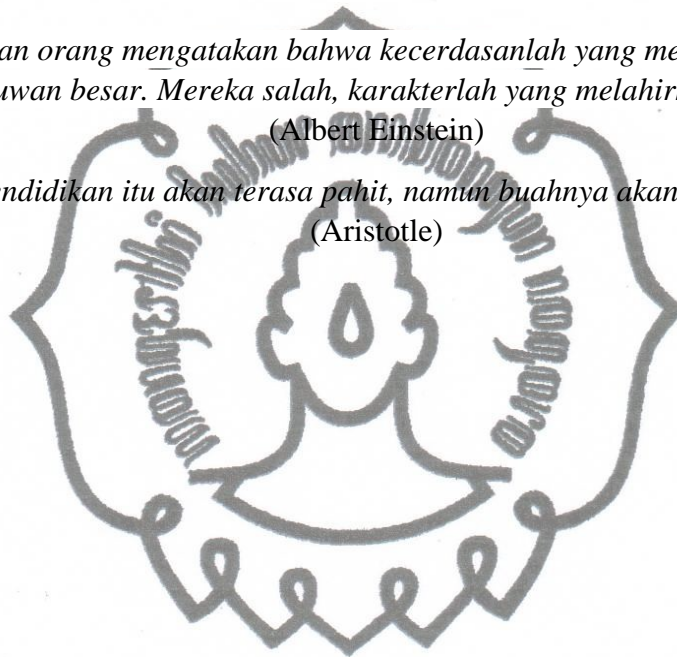
## MOTTO

*“Life is like riding a bicycle. To keep your balance you must keep moving.”*  
(Albert Einstein)

*“God still loves the world and He sends you and me to be His love and His compassion”*  
(Mother Teresa of Calcutta)

*“Kebanyakan orang mengatakan bahwa kecerdasanlah yang melahirkan seorang ilmuwan besar. Mereka salah, karakterlah yang melahirkannya. “*  
(Albert Einstein)

*"Akar pendidikan itu akan terasa pahit, namun buahnya akan terasa manis"*  
(Aristotle)



## PERSEMBAHAN



*Karya ini kupersembahkan kepada :*

- ❖ *Ibu dan Bapak-Ku Tercinta*
- ❖ *Abangku Harry dan Ibrahim tersayang*
- ❖ *Adik-Ku Arif tersayang*
- ❖ *Teman - Teman Inersia 2010*
- ❖ *Almamaterku*

*commit to user*

**KARAKTERISASI OPTIK DAN MEKANIK SENSOR SERAT OPTIK  
BERKONFIGURASI KOIL PADA SENSOR BEBAN BERGERAK  
DENGAN MENGGUNAKAN INTERAKSI  
ARDUINO UNO DAN LABVIEW**

HENDRO NOVIANTO

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

**ABSTRAK**

Skripsi ini berisi hasil penelitian tentang pembuatan prototipe sensor beban bergerak berbasis serat optik berkonfigurasi koil dengan menggunakan interaksi Arduino dan Labview. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perubahan nilai transmitansi dan rugi-rugi serat optik akibat pergeseran, membuat suatu sistem akuisisi data dengan menggunakan interaksi Arduino Uno sebagai hardware ADC dan Labview 2013 sebagai software akuisisi, membuat suatu piranti sensor beban bergerak berbasis serat optik dengan konfigurasi koil yang digunakan sebagai referensi dalam penerapan skala lapangan. Pengujian nilai transmitansi dan rugi-rugi dilakukan dengan menggunakan variasi lilitan 1-4 lilitan dengan diameter koil 1,0 cm; 1,5 cm; 2,0 cm; 2,5 cm. Sensitifitas dari sensor yang dibuat berdasarkan nilai diameter pada koil. Dimana perubahan kelengkungan koil yang kecil menyebabkan perubahan intensitas cahaya yang besar. Peforma prototipe sensor beban bergerak dilakukan dengan menggunakan variasi bobot model kendaraan untuk nilai 10 kg; 11 kg; 12 kg; 13 kg; 14 kg; 15 kg. Peforma prototipe dari eksperimen dapat ditunjukkan dengan hasil puncak-puncak transmitansi yang lebih tinggi untuk beban lebih besar.

Kata Kunci : Serat Optik, Sensor Beban Bergerak, Labview, Arduino Uno.

**OPTICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION OF FIBER OPTIC SENSOR WITH COIL CONFIGURATION ON MOVING LOAD SENSOR USING INTERACTION OF *ARDUINO UNO AND LABVIEW***

HENDRO NOVIANTO

Department of Physics, Mathematics and Natural Science Faculty,  
Sebelas Maret University

**ABSTRACT**

This thesis is a report of a research about making a prototype of Weight In Motion based on fiber optic with coil configuration using interaction of Arduino Uno and labview. The purpose of this research is to measure the change of transmittance value and loss of fiber optic because of displacement, making an acquisition data system using interaction of Arduino Uno as ADC hardware and Labview 2013 as acquisition software, making a censor device of Weight In Motion based on fiber optic with coil configuration which use as reference at field scale. The test of transmittance value and loss done by variation of number of coil are 1 to 4 with coil diameters are 1,0 cm; 1,5 cm; 2,0 cm; 2,5 cm. The sensitivity of this device made by value of coil diametres. Small change of the shape of the coil produced large amount of change of light intensity. The test of this Weight In Motion prototype is done by variation of vehicle with value 10 kg; 11 kg; 12 kg; 13 kg; 14 kg; and 15 kg. The performance of this prototype from experiment is presented by peak of transmittance which is higher for more loads.

Keywords: Fiber Optics, Weight In Motion, Labview, Arduino Uno.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Doa dan kasih senantiasa penulis haturkan kepada-Nya sebagai pembimbing dan seluruh manusia.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains ini penulis beri judul "Karakterisasi Optik dan Mekanik Sensor Serat Optik Berkonfigurasi Koil Pada Sensor Beban Bergerak dengan Menggunakan Interaksi Arduino Uno dan Labview". terselesaikannya skripsi ini adalah suatu kebahagiaan bagi saya. Setelah sekitar satu semester penulis harus berjuang untuk bisa menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Dengan segala suka dan dukanya, pada akhirnya skripsi ini terselesaikan juga. Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini penulis ucapkan terima kasih. Atas bantuannya yang sangat besar selama proses pengerjaan skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis 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.
2. Bapak Ir. Ari Setyawan, M.Sc, Ph.D selaku Pembimbing II yang telah memberikan semangat dan bimbingan yang pantang menyerah dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak. Drs. Iwan Yahya, M.Si selaku Pembimbing Akademis
4. Bapak, Ibu dosen serta Staff di Jurusan Fisika FMIPA UNS.
5. Ibu dan Bapak, atas semua dukungan doa, kasih sayang, dan kesabaran dalam mendidik.
6. Abang Harry, Ibrahim, dan adikku Arif yang telah memberikan doa dan semangat.
7. Rekan kerja Lab Optik Dan Fotonik Universitas Sebelas Maret Surakarta
8. Rekan - rekan angkatan INERSIA 2010 yang telah memberikan semangat.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Amin. Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini dapat bermanfaat.

*commit to user*



### PUBLIKASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “KARAKTERISASI OPTIK DAN MEKANIK SENSOR SERAT OPTIK BERKONFIGURASI KOIL PADA SENSOR BEBAN BERGERAK DENGAN MENGGUNAKAN INTERAKSI ARDUINO UNO DAN LABVIEW” telah dipublikasikan pada tiga tempat diantaranya

Second International Conference on Technological Advances in Electrical Electronics and Computer Engineering (TAECE), April 2014, Kuala Lumpur, Malaysia.

Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII dengan ISSN 0853-0823 dalam Seminar Nasional Himpunan Fisika Nasional 2014 cabang DIY-Jateng, Mei 2014 Universitas Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.

Sebelas Maret University Institutional Repository (UNS-IR), pada tanggal 13 Juni 2014, Universitas Sebelas Maret Surakarta



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
HALAMAN PUBLIKASI .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pemantulan Internal Sempurna .....	6
2.2. Konsep <i>Numerical Aperture</i> Serat Optik .....	7
2.3. Gelombang <i>Evanescence</i> .....	10
2.4. Jenis Serat Optik.....	11
2.5. Prinsip Sensor Serat Optik .....	13
2.6. Jenis Sensor Serat Optik.....	14
2.7. Rugi-Rugi Makrobending Serat Optik .....	15
2.8. Radius Kritis Pada Serat Optik.....	16
2.9. Rugi-Rugi pada Serat Optik Secara Melingkar.....	17
2.10. Pelemahan Cahaya Pada Serat Optik .....	19

2.11. Sejarah Perkembangan dan Penggunaan <i>Weight In Motion</i> (WIM) .....	20
2.12. Teknologi Sensor Pada Sistem <i>Weight In Motion</i> (WIM) .....	22
2.13. Perbandingan Nilai Penggunaan Sensor Dalam Teknologi <i>Weight In Motion</i> (WIM) .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	28
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	28
3.2.1. Alat yang Digunakan .....	28
3.2.2. Bahan yang Digunakan.....	29
3.2.3. Software Penunjang yang Digunakan.....	30
3.3. Metode Penelitian.....	31
3.3.1. Proses Pembuatan Hardware dan Software Arduino Uno.....	32
3.3.2. Proses Pembuatan Software Akusisi Data Labview 2013.....	34
3.3.3. Proses Pembuatan Alat .....	35
3.3.4. Set Up Alat.....	42
3.3.5. Pengujian Alat .....	43
3.3.6. Proses Pengambilan Data.....	45
3.3.7. Analisis Data.....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	47
4.1. Hubungan Jari-Jari Kritis Terhadap Rugi-Rugi dan Transmitansi .....	48
4.2. Hubungan Pergeseran dengan Transmitansi Serat Optik.....	50
4.3. Hubungan Antara Tranmitansi dengan Rugi-Rugi Serat Optik.....	55
4.4 Hubungan Puncak Tranmitansi dengan Bobot Kendaraan.....	63
4.5 Karakterisasi Mekanik Pada Karet RTV 588.....	69
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	74
5.1. Kesimpulan .....	74
5.2. Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	76
<b>LAMPIRAN</b> ..... <i>commit to user</i> .....	80

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Perbandingan Penggunaan Sensor <i>Weight In Motion</i> .....	26
Tabel 3.1. Jenis dan Fungsi Tombol Dalam Sistem Akusisi Data Labview 2013 .....	34
Tabel 3.2. Format Pengambilan Data Pengujian Puncak-Puncak Transmitansi .....	46
Tabel 3.3. Format Pengambilan Data Pengujian Roda Depan dan Roda Belakang .....	46
Tabel 4.1. Persamaan Garis pada Grafik Hubungan Pergeseran dan Transmitansi dengan Pendekatan Linear (Tanpa Pemotongan). .....	54
Tabel 4.2. Persamaan Garis pada Grafik Hubungan Pergeseran dan Transmitansi Pendekatan Linear (Pemotongan) .....	54
Tabel 4.3. Persamaan Garis pada Grafik Hubungan Pergeseran dan Loss dengan Pendekatan Linear (Tanpa Pemotongan) .....	59
Tabel 4.4. Persamaan Garis pada Grafik Hubungan Pergeseran dan Loss dengan Pendekatan Linear (Pemotongan) .....	59
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Karet RTV 588 .....	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses Pembiasan dan Pemantulan Gelombang Cahaya Antara Dua Medium Berbeda .....	6
Gambar 2.2. Proses Perambatan Sinar dari Medium Rapat ke Medium Rengang .....	7
Gambar 2.3. Proses Perambatan Cahaya Pada Serat Optik .....	8
Gambar 2.4. Peristiwa Gelombang <i>Evanescent</i> Pada Serat Optik .....	10
Gambar 2.5. (a) Diagram Skematik Jenis Serat Optik (b) Diagram Skematik Sistem Perambatan Cahaya Dalam Serat Optik....	12
Gambar 2.6. Sistem Dasar Perancangan Sensor Serat Optik .....	13
Gambar 2.7. Jenis Sensor Serat Optik Berdasarkan Penggunaan .....	15
Gambar 2.8. Skema Rugi-Rugi Makrobending Pada Serat Optik .....	16
Gambar 2.9. Set Alat Pengujian Rugi-Rugi Makrobending Pada Serat Optik Secara Melingkar .....	17
Gambar 2.10. Struktur Perubahan Jari-Jari Kelengkungan Pada Serat Optik .....	17
Gambar 2.11. Grafik Rugi-Rugi dari Bending Terhadap Variasi Jumlah Lilitan .....	20
Gambar 2.12. Diagram Komponen Dasar WIM ( <i>Weight In Motion</i> ) .....	21
Gambar 2.13. Skema WIM Dengan Menggunakan Teknologi Sensor Piezoelektrik.....	22
Gambar 2.14. Skema WIM Dengan Menggunakan Teknologi <i>Bending Plate</i> .....	23
Gambar 2.15. Skema WIM Dengan Menggunakan Teknologi Sensor <i>Load Cell</i> .....	24
Gambar 2.16. Skema WIM Dengan Menggunakan Teknologi <i>Capacitive Mats</i> .....	24
Gambar 2.17. Skema WIM Dengan Menggunakan Teknologi Sensor Serat Optik (a) Posisi Penempatan Pada Lapangan (b) Perbesaran Sistem Bending Serat Optik Pada Teknologi WIM (c) Perbesaran Sistem Triple Bending Serat Optik Pada Teknologi WIM.....	25
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian .....	31
Gambar 3.2. Block Diagram Skematik IC ATmega328 .....	32
Gambar 3.3. Listing Program Arduino Uno Sebagai ADC .....	33
Gambar 3.4. Flow Chart Pembuatan Sistem Software Arduino Uno .....	33

Gambar 3.5. Tampilan Sistem Akusisi Data Labview 2013 .....	34
Gambar 3.6. Diagram Skematik Pengujian Jari-Jari Kritis (a) Tampak Samping (b) Tampak Samping .....	35
Gambar 3.7. Cetakan Karet dengan Konfigurasi Koil .....	36
Gambar 3.8. Proses Pengujian Sistem Bending .....	36
Gambar 3.9. Proses Pengujian Sistem Atenuator Cahaya.....	37
Gambar 3.10.Diagram Pembuatan Sistem Pencetak Koil Sensor Beban Bergerak.....	38
Gambar 3.11.Prototipe Sensor Beban Bergerak dengan Bentuk Koil (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping.....	39
Gambar 3.12. Prototipe Truck Pembebanan Sensor Beban Bergerak (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping .....	40
Gambar 3.13.Rangkaian Detektor Cahaya.....	41
Gambar 3.14.Set Up Alat Pengujian Jari-Jari Kritis Serat Optik.....	42
Gambar 3.15.Set Up Alat Pengujian Karet RTV 588 .....	42
Gambar 3.16.Set Up Alat Pengujian Sistem Sensor Beban Bergerak .....	43
Gambar 3.17.Teknik Pengujian Prototipe Sensor Beban Bergerak .....	45
Gambar 3.18.Hasil Pengujian Prototipe Sensor Beban Bergerak .....	45
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Jari-Jari Kritis Terhadap (a) Loss (b)Transmitansi .....	48
Gambar 4.2. Analogi Pengaruh Kelengkungan Terhadap Perubahan Indeks Bias.....	49
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Pergeseran dengan Transmitansi pada Diameter Lilitan (a) 1 cm; (b) 1,5 cm; (c) 2 cm; (d) 2,5 cm (Tanpa Atenuator Cahaya) .....	51
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Pergeseran dengan Transmitansi pada Diameter Lilitan (a) 1 cm; (b) 1,5 cm; (c) 2 cm; (d) 2,5 cm (Dengan Atenuator Cahaya).....	52
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Jumlah Lilitan dan Gradien Transmitansi (Tanpa Pematangan) .....	53
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Jumlah Lilitan dan Gradien Transmitansi (Dengan Pematangan).....	53
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Pergeseran dengan Loss Pada Diameter Lilitan (a) 1 cm; (b) 1,5 cm; (c) 2 cm; (d) 2,5 cm .....	57
Gambar 4.8. Grafik Hubungan Pergeseran dengan Loss Pada Diameter Lilitan (a) 1 cm; (b) 1,5 cm; (c) 2 cm; (d) 2,5 cm (Dengan Pematangan).....	58

Gambar 4.9. Grafik Hubungan Jumlah Lilitan dan Gradien Rugi-Rugi Serat Optik .....	60
Gambar 4.10. Analogi Terjadinya Rugi Rugi dengan Jumlah Lilitan Pada Serat Optik .....	61
Gambar 4.11. Analisis Kelengkungan dan Jari-Jari Kelengkungan Pada Serat Optik.....	61
Gambar 4.12. Diagram Skematik Daerah Renggang dan Kritis Serat Optik .....	62
Gambar 4.13. Diagram Skematik Perambatan Cahaya Serat Optik (a) Sebelum Diberikan Pergeseran (b) Sebelum Diberikan Pergeseran .....	63
Gambar 4.14. Grafik Pengujian Puncak Transmittansi Posisi Beban Bagian Depan Konstan dan Beban Bagian Belakang Variasi (a) 12 kg (b) 13 kg.....	64
Gambar 4.15. Grafik Pengujian Puncak Transmittansi Posisi Beban Bagian Belakang Konstan dan Beban Bagian Depan Variasi (a) 12 kg (b) 13 kg.....	65
Gambar 4.16. Grafik Pengujian Puncak Transmittansi Posisi Beban Tengah Kendaraan (a) 12 kg (b) 13 kg .....	66
Gambar 4.17. Grafik Linieritas Puncak Transmittansi Terendah Bobot Kendaraan Posisi Beban Bagian Depan Konstan dan Beban Bagian Belakang Variasi (uji 1).....	67
Gambar 4.18. Grafik Linieritas Puncak Transmittansi Terendah Bobot Kendaraan Posisi Beban Bagian Depan Konstan dan Beban Bagian Belakang Variasi (uji 2).....	67
Gambar 4.19. Grafik Linieritas Puncak Transmittansi Terendah Bobot Kendaraan Transmittansi Posisi Beban Bagian Belakang Konstan dan Beban Bagian Depan Variasi.....	68
Gambar 4.20. Grafik Linieritas Puncak Transmittansi Terendah Bobot Kendaraan Transmittansi Posisi Beban Bagian Tengah Kendaraan .....	68
Gambar 4.21. Grafik Hubungan Gaya dan Pertambahan Panjang Untuk Karet RTV 588.....	70
Gambar 4.22. Analogi Secara Grafik Gaya Terhadap Pertambahan Panjang Pegas.....	71
Gambar 4.23. Analogi Pengujian Sifat Mekanik Pengujian Pada Bahan Karet.....	72

## DAFTAR SIMBOL

		Satuan
$n_1$	= Indeks Bias Medium Pertama	
$n_2$	= Indeks Bias Medium Kedua	
$\theta_1$	= Sudut Sinar Datang Dengan Garis Normal	Derajat
$\theta_2$	= Sudut Sinar Bias Dengan Garis Normal	Derajat
$\theta_c$	= Sudut Kritis	Derajat
$\phi_i = \phi_1$	= Sudut Datang	Derajat
$\phi_r$	= Sudut Pantul	Derajat
$\theta_{maks}$	= Sudut Maksimum	Derajat
$\Delta$	= Indeks Bias Relatif <i>Core</i> dengan <i>Cladding</i>	
$NA$	= Numerical Aperture	Derajat
$V$	= Parameter Serat Optik	
$\pi$	= 3,14	
$\lambda$	= Panjang Gelombang	m
$d$	= Diameter Core	m
$z$	= Jarak Penjalaran Gelombang Cahaya	m
$E_0$	= Medan Gelombang Awal	J
$E_z$	= Medan Evanescent	J
$d_p$	= Penetration Depth	m
$R$	= Radius Kelengkungan Serat Optik	m
$R_c$	= Jari-jari Kritis ( <i>Critical Radius</i> )	m
$K$	= Kelengkungan	$m^{-1}$
$K_{maks}$	= Kelengkungan Maksimum	m
$T$	= Transmittansi Cahaya	a.u
$I_{mod}$	= Intensitas Modulasi	Watt/m <sup>2</sup>
$I_{ref}$	= Intensitas Referensi	Watt/m <sup>2</sup>
$dB$	= <i>Deci-Bell</i> (Satuan Atenuasi)	dB
$P_{mod}$	= Daya Modulasi	Watt
$P_{ref}$	= Daya Referensi	Watt
$C_1$	= Konstanta	
$C_2$	= Konstanta	
$\alpha$	= Koefisien Atenuasi	$km^{-1}$
$I_{in}$	= Intensitas Cahaya Masuk	Watt/m <sup>2</sup>
$I_{out}$	= Intensitas Cahaya Keluar Setelah N Lilitan	Watt/m <sup>2</sup>
$^{\circ}C$	= suhu	Celcius
$r$	= Radius <i>Core</i>	m
$\Delta_i$	= Indeks Bias Relatif <i>Core</i> Dengan <i>Cladding</i>	
$\gamma_B$	= Pelemahan Intensitas Cahaya	dB
$V_{mod}$	= Tegangan Modulasi	Volt
$V_{ref}$	= Tegangan Referensi	Volt
$P_{det}$	= Daya Diterima Detektor	Watt
$P_{listrik}$	= Daya Masuk	Watt
$a$	= Faktor Kesebandingan	



$I$	= Arus Listrik	Ampere
$V_{in}$	= Tegangan Ateuator Cahaya	Volt
$V_{out}$	= Tegangan Modulasi Cahaya	Volt
$\Delta\alpha$	= Perubahan Sudut	Radian Atau Derajat
$\Delta_s$	= Perubahan Jarak	m
$F$	= Gaya	N
$k$	= Kostanta Pegas	N/m
$\Delta L$	= Penambahan Panjang Bahan	m
$A$	= Luas Bahan	$m^2$
$e$	= Nilai Regangan Bahan	$N/m^2$
$\sigma$	= Nilai Tegangan Bahan	$N/m^2$
$E$	= Modulus Elastisitas Bahan	$Nm^{-2}$



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Verify dan Upload Program Arduino Uno.....	80
Lampiran 2. Blok Diagram Sistem Akusisi Data Menggunakan Labview	81
Lampiran 3. Pembuatan Rubber Cair Menjadi Sistem Sensor Beban Bergerak.....	82
Lampiran 4. Data Pengujian Nilai Pergeseran dengan Jari-Jari Kritis.....	83
Lampiran 5. Grafik Hubungan Pergeseran Dengan Transmittansi pada Diameter Lilitan (a) 1 cm; (b) 1,5 cm; (c) 2 cm; (d) 2,5 cm Tanpa Pemotongan.....	84
Lampiran 6. Grafik Hubungan Pergeseran Dengan Rugi-Rugi pada Diameter Lilitan (a) 1 cm; (b) 1,5 cm; (c) 2 cm; (d) 2,5 cm Tanpa Pemotongan.....	85
Lampiran 7. Tabel Data Pengujian Serat Optik Tanpa Menggunakan Atenuator Cahaya.....	86
Lampiran 8. Tabel Data Pengujian Serat Optik dengan Menggunakan Atenuator Cahaya (Tanpa Pemotongan).....	90
Lampiran 9. Tabel Data Pengujian Serat Optik dengan Menggunakan Atenuator Cahaya (Dengan pemotongan).....	94
Lampiran 10. Tabel Data pendekatan Gradien Polinomial Pengujian Serat Optik Dengan Menggunakan Atenuator Cahaya.....	96
Lampiran 11. Grafik Pengujian Puncak-Puncak Transmittansi dengan Beban Roda Depan Konstan dan Roda Belakang Variasi Secara Berurutan (a)10 kg,(b)11 kg,(c) 12 kg, (d) 13 kg, (e) 14 kg, (f) 15 kg .....	97
Lampiran 12. Grafik Pengujian Puncak-Puncak Transmittansi dengan Beban Roda Depan Variasi dan Roda Belakang Konstan Secara Berurutan 11 kg, (c) 12 kg, (d) 13 kg, (e) 14 kg, (f) 15 kg.....	99
Lampiran 13. Grafik Pengujian Puncak - Puncak Transmittansi pada Beban Tengah Kendaraan Secara Berurutan (a) 10 kg , (b) 11 kg, (b) 12 kg, (c) 13 kg, (d) 14 kg, (e) 15 kg .....	100
Lampiran 13. Data pengujian karet RTV 588 antara <i>Force</i> dan <i>Deflection</i>	102
Lampiran 14. Data pengujian karet RTV 588 antara <i>Strain</i> dan <i>Deflection</i>	103
Lampiran 15. Data pengujian karet RTV 588 antara <i>Stress</i> dan <i>Deflection</i>	104

*commit to user*