

**PROTOTIPE SENSOR DETEKSI FREKUENSI DENYUT  
JANTUNG BERBASIS FIBER OPTIK**



**Disusun oleh :**

**DINI LESTARI  
M0211020**

**SKRIPSI**

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

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
September, 2015**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

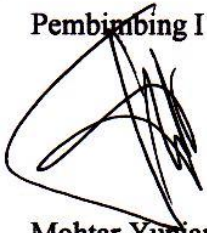
**SKRIPSI**

**Prototipe Sensor Deteksi Frekuensi Denyut Jantung Berbasis Fiber Optik**

Oleh:  
**DINI LESTARI**  
**M0211020**

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I



**Mohtar Yumianto, S.Si., M.Si.**  
**NIP.19800630 200501 1 001**

Tanggal: **31 Agt 2015**

Pembimbing 2



**Dra. Riyatun, M.Si.**  
**NIP.19680226 199402 2 001**

Tanggal: **31/8/15**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Prototipe Sensor Deteksi Frekuensi Denyut Jantung Berbasis Fiber Optik

Yang ditulis oleh:

Nama : Dini Lestari

NIM : M0211020

Telah diuji di depan dewan penguji pada

Hari : Rabu

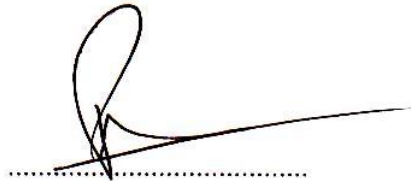
Tanggal : 16 September 2015

Dewan Penguji:

1. Ketua Penguji

Drs. Hery Purwanto, M.Sc.

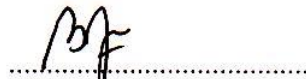
NIP.19590518 198703 1 002



2. Sekretaris Penguji

Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si.

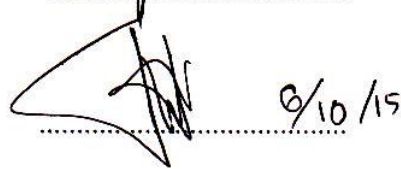
NIP.19731109 200003 1 001



3. Anggota Penguji 1

Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si.

NIP. 19800630 200501 1 001

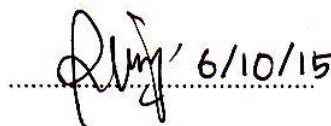


8/10/15

4. Anggota Penguji 2

Dra. Riyatun, M.Si.

NIP. 19680226 199402 2 001



6/10/15

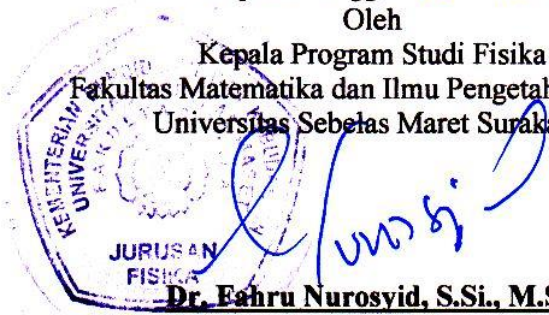
Disahkan pada Tanggal 16 - 10 - 2015

Oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fehru Nurosyid, S.Si., M.Si.

NIP. 19721013 200003 1 002

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Prototipe Sensor Deteksi Frekuensi Denyut Jantung Berbasis Fiber Optik” adalah hasil kerja saya berdasarkan arahan dari pembimbing saya. Sampai saat ini, menurut sepengetahuan saya, isi dari skripsi saya 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, September 2015

Dini Lestari

## **MOTTO**

*Do not look for friends there, you won't find them.  
None of them have the capacity to understand you, they never will.*

*(Cristina Yang)*

*The only way to fail is not to fight. So you fight until you can't fight anymore,  
never let go, never give up, never run, never surrender.*

*(Amelia Shepherd)*

*You just don't give up, it's a lame. You're not a quitter. That's not who you are.*

*(Alex Karev)*

*Your life is in your hands. So take it just as far as you can.*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Salah satu keindahan di dunia ini yang akan selalu dikenang adalah ketika kita bisa melihat atau merasakan sebuah impian menjadi kenyataan. Dan bagi saya, skripsi ini adalah salah satu keindahan itu. Dengan penuh rasa syukur, Kupersembahkan karya ini kepada:*

*Allah SWT, terima kasih yang tak terhingga atas nikmat yang tak pernah berujung, terima kasih atas berjuta kesempatan untuk selalu menengok ke atas, melihat ke langit demi mensyukuri segala nikmat dan cobaan yang penuh dengan pelajaran yang sangat berharga.*

*Terima kasih dan sembah sujud kepada baginda Nabi Muhammad SAW, atas segala perjuangan dan amanah yang tak pernah padam sampai akhir zaman.*

*Teruntuk keluarga tercinta, Bapak dan Mama (telapak kaki surgaku), terima kasih atas segenap doa dan pengorbanan yang senantiasa mengiringi setiap langkahku.*

# **PROTOTIPE SENSOR DETEKSI FREKUENSI DENYUT JANTUNG BERBASIS FIBER OPTIK**

DINI LESTARI

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret

## **ABSTRAK**

Penelitian sensor deteksi frekuensi denyut jantung berbasis fiber optik telah dilakukan menggunakan konfigurasi pemantulan. Fiber optik yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Plastic Optical Fiber* (POF) dengan diameter 0,5. Sistem fiber optik dibuat dengan dua buah fiber, fiber pertama berfungsi sebagai *transmitter* yang mentransmisikan cahaya dari sumber menuju membran *reflector*. Fiber kedua berfungsi sebagai *receiver*. Salah satu ujung dari kedua fiber dihimpitkan dan dihadapkan tegak lurus membran *reflector* yang diletakkan pada permukaan dada. Sensor bekerja dengan prinsip perubahan intensitas yang ditangkap *receiver fiber* ketika membran *reflector* mendapat getaran dari jantung. Sumber cahaya yang digunakan berupa *Light Emitting Diode* (LED) dan *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai sensor cahaya. Variasi dilakukan pada diameter membran *reflector*. Intensitas cahaya yang diterima detektor meningkat seiring penambahan lebar diameter membran *reflector*. Hasil penelitian menunjukkan sensor ini dapat mendeteksi puncak harmonik pada frekuensi 1,5 Hz; 7,5 Hz; 10,5 Hz; dan 22,5 Hz pada jantung manusia yang sehat dengan rata-rata nilai *Beat Per Minute* (BPM) sebesar 78 kali. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dapat disimpulkan sensor yang telah dibuat bekerja dengan performansi baik.

Kata kunci : fiber optik, pemantulan, frekuensi, denyut jantung

# **PROTOTYPE HEART RATE DETECTION SENSOR BASED ON OPTICAL FIBER**

**DINI LESTARI**

Physics Departement, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sebelas Maret University

## **ABSTRACT**

Experimental analysis of heart rate detection optical fiber sensor based on reflection method is presented. Optical fiber used in this research is Plastic Optical Fiber with diameter 0,5 mm. The sensor systems comprises of two strands of fiber. One transmits light to membran reflector and the other used as a receiver. Two strands of fiber attached and confronted in front of membrane reflector which placed on the surface of the chest. The sensor works based on the change of the intensity which captured by the receiver fiber when membrane reflector got vibrations from the heart. Light Emitting Diode (LED) is used as light source whereas Light Dependent Resistor (LDR) is used as light sensor. Experiment was performed by varying the diameter of membran reflector. The intensity of light that received by the detector increases with increasing the diameter of membrane reflector. The result showed that this sensor can detect peak harmonics at frequencies of 1,5 Hz; 7,5 Hz; 10,5 Hz; and 22,5 Hz in healthy human subjects with the average value of BPM is 78 Beats Per Minute. This results are consistent with other published results. The conclusion of this research is sensor works with good performance.

Keywords: optical fiber, reflection, frequency, heart rate



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Rosulullah SAW, keluarga, sahabat, serta umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains ini berjudul “Prototipe Sensor Deteksi Frekuensi Denyut Jantung Berbasis Fiber Optik”. terselesaikannya skripsi ini adalah suatu kebahagiaan tersendiri bagi penulis. Setelah sekitar satu semester penulis berjuang untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala suka dan duka, pada akhirnya skripsi ini terselesaikan juga. Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam 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. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama penyusunan skripsi ini.
3. Dra. Riyatun, M.Si. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
4. Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan selalu memberi nasehat selama masa studi penulis.
5. Keluarga tercinta, Bapak dan Mama atas semua doa, kasih sayang, bimbingan, semangat, dan perhatian yang luar biasa kepada penulis.

6. Bapak dan Ibu dosen serta Staff di Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan ilmu tidak ternilai besarnya bagi penulis.
7. Marta Dewi Kusumastuti, S.Si. *Thank you for believing in me when I was too weak and exhausted to believe in myself. Thank you for pushing me, for repeating those affirmations that don't mean anything in inspirational films but mean everything when someone who cares about you says them.*
8. Lidya Nur De Vega, Ratna Dwi Sejati, Dinasti Dwi P, Diah Ayu Erymawati, Ari Maya H, dan Endang Wulandari, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama ini.
9. Teman-teman di Laboratorium Optik & Fotonik, Adi, Mas Edi, Mas Gio, Mas Ghosan terima kasih atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Teman-teman Fisika angkatan 2011 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
11. Teman-teman Deva kost, Furi, Azizah, Dila, Nury, Risti, Shofy, Annin, Ayik, Devy terima kasih atas segala kebersamaannya.

Semoga Allah SWT membalas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat.

Surakarta, September 2015

Dini Lestari

## **HALAMAN PUBLIKASI**

Sebagian skripsi saya yang berjudul "Prototipe Sensor Deteksi Frekuensi Denyut Jantung Berbasis Fiber Optik" telah dipublikasikan di Repositori Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN ABSTRAK.....	vii
HALAMAN ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
HALAMAN PUBLIKASI.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Teori Dasar Optik.....	4
2.2. Konsep <i>Numerical Aperture</i> Fiber Optik.....	5
2.3. Struktur Fiber Optik.....	7
2.4. Fiber Optik Plastik (POF).....	8
2.5. Rugi-Rugi Fiber Optik.....	9
2.5.1. Absorpsi.....	9
2.5.2. Hamburan Rayleigh.....	10
2.5.3. Pemantulan Fresnel.....	10
2.6. Sensor Fiber Optik.....	11
2.6.1. <i>Light Emitting Diode</i> (LED).....	13

2.6.2. <i>Light Dependent Resistor (LDR)</i> .....	13
2.6.3. <i>Analog to Digital Converter (ADC)</i> .....	14
2.7. Prinsip EKG.....	14
2.8. Sistem Akuisisi Data.....	15
2.9. <i>Analysis Fourier</i> .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
3.2. Alat dan bahan yang Digunakan.....	18
3.2.1. Alat yang Digunakan .....	19
3.2.2. Bahan yang Digunakan .....	20
3.2.3. <i>Software</i> Penunjang.....	21
3.3. Prosedur Penelitian .....	21
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan .....	22
3.3.2. Rancangan Sistem Fiber Optik.....	23
3.3.3. Pembuatan Membran <i>Reflector</i> .....	23
3.3.4. Pembuatan Sumber Cahaya.....	24
3.3.5. Pembuatan Detektor.....	24
3.3.6. Pembuatan <i>Interface</i> .....	24
3.3.7. Pembuatan Program Akuisisi Data.....	25
3.3.8. Pengujian Alat.....	28
3.3.9. <i>Set Up</i> Alat.....	29
3.3.10. Pengambilan Data.....	29
3.3.11. Analisis Data.....	30
3.3.12. Kesimpulan.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
4.1. Hasil Pengujian Komponen.....	31
4.1.1. Uji Detektor.....	31
4.1.2. Uji Sumber Cahaya.....	34
4.1.3. Uji Membran <i>Reflector</i> .....	35
4.1.4. Uji ADC.....	37
4.2. Data dan Pembahasan.....	39
4.2.1. Pengaruh Variasi Diameter Membran <i>Reflector</i> Terhadap Keluaran Sensor.....	40
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	46
5.1. Kesimpulan .....	46
5.2. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	47
<b>LAMPIRAN</b> .....	50

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data empat frekuensi tertinggi yang muncul pada variasi diameter membran 4 cm, 5 cm, 6 cm.....	44

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1.	Karakteristik Cahaya ketika Mengena Permukaan Bidang Datar.....	4
Gambar 2.2.	Proses Perambatan Cahaya Pada Fiber Optik.....	5
Gambar 2.3.	Konstruksi dasar fiber optik.....	7
Gambar 2.4.	(a) Pemantulan Fresnel.....	11
Gambar 2.4.	(b) Pemantulan Fresnel di setiap Bidang Batas....	11
Gambar 2.5.	Komponen dasar dari sistem sensor serat optik....	11
Gambar 2.6.	(a) Simbol LDR.....	13
Gambar 2.6.	(b) Bentuk fisik LDR.....	13
Gambar 2.7.	Sinyal EKG Normal.....	17
Gambar 3.1.	Skema rangkaian prototipe sensor deteksi frekuensi denyut jantung berbasis fiber optik.....	18
Gambar 3.2.	Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 3.3.	Sistem Fiber Optik.....	23
Gambar 3.4.	Desain membran <i>reflector</i> .....	23
Gambar 3.5.	Rangkaian sumber cahaya.....	24
Gambar 3.6.	Rangkaian Detektor pembagi Tegangan.....	24
Gambar 3.7.	Rangkaian <i>interface</i> .....	25
Gambar 3.8.	<i>Flowchart</i> program.....	26
Gambar 3.9.	Program pengukuran frekuensi denyut jantung....	27
Gambar 4.1.	Hasil pengujian detektor.....	32
Gambar 4.2.	Rangkaian detektor.....	33
Gambar 4.3.	Hasil pengujian sumber cahaya.....	34
Gambar 4.4.	Sumber cahaya dengan LED putih.....	35
Gambar 4.5.	Hasil uji membran <i>reflector</i> .....	35
Gambar 4.6.	Cahaya dipantulkan pada membran <i>reflector</i> .....	36
Gambar 4.7.	Sistem sensor denyut jantung.....	36
Gambar 4.8.	Hasil uji ADC.....	38
Gambar 4.9.	Rangkaian antarmuka yang terhubung dengan detektor.....	38
Gambar 4.10.	Grafik fungsi waktu menggunakan <i>Plastic</i> <i>Optical Fiber</i> .....	40
Gambar 4.11.	Membran <i>reflector</i> dengan diameter 6 cm; 5 cm; dan 4 cm.....	41
Gambar 4.12.	Grafik fungsi waktu pada variasi diameter membran <i>reflector</i> (hitam: 5 cm, merah: 4 cm; dan biru: 6 cm).....	42

Gambar 4.13.	Grafik fungsi frekuensi membran <i>reflector</i> diameter 4 cm, 5 cm, dan 6 cm.....	43
Gambar 4.14.	Hasil Perhitungan <i>Beat per minute</i> (BPM).....	45



## DAFTAR SIMBOL

		Satuan
$\theta_i$	= Sudut Datang	Radian Atau Derajat
$\theta_r$	= Sudut Pantul	Radian Atau Derajat
$\theta_t$	= Sudut Bias	Radian Atau Derajat
$\theta_c$	= Sudut Kritis	Radian Atau Derajat
$n_1$	= Indeks Bias Medium Pertama	
$n_2$	= Indeks Bias Medium Kedua	
NA	= Numerical Apertur	
$L$	= Panjang Serat Optik	km
$dB$	= <i>Deci-Bell</i> (Satuan Atenuasi)	dB
$P_i$	= Daya Awal yang Masuk	Watt
$P_o$	= Daya yang Diterima Detektor	Watt
$f(t)$	= Fungsi Waktu	
$g(\omega)$	= Fungsi Frekuensi	
$P$	= Daya Listrik	Watt
$V$	= Tegangan Listrik	Volt
$R$	= Hambatan	Ohm

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Pengujian Detektor.....	50
Lampiran 2. Data Pengujian Sumber Cahaya.....	50
Lampiran 3. Data Pengujian ADC.....	51
Lampiran 4. Data Pengujian Membran <i>Reflector</i> .....	52
Lampiran 5. Data Variasi Diameter Membran <i>Reflector</i> .....	53
Lampiran 6. <i>Block Diagram</i> Program Pengukuran Frekuensi Denyut Jantung.....	55