



**STUDI PENGGUNAAN *FIBER BRAGG GRATING*
SEBAGAI SENSOR *TSUNAMI***

NAMA : DESNIA LESTARI
NPM : 15320005

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
FEBRUARI 2019**



**STUDI PENGGUNAAN *FIBER BRAGG GRATING*
SEBAGAI SENSOR *TSUNAMI***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

NAMA : DESNIA LESTARI

NPM : 15320005

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA**

FEBRUARI 2019

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Desnia Lestari

NPM : 15320005

Tanggal : 18 Februari 2019



HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desnia Lestari

NPM : 15320005

Mahasiswa : Fisika

Tahun Akademik : 2018/2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Skripsi yang berjudul "*Studi Penggunaan Fiber Bragg Grating Sebagai Sensor Tsunami*".

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 18 Februari 2019



(Desnia Lestari)

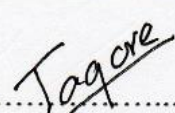
HALAMAN PENGESAHAN

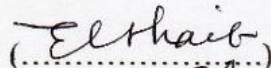
Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Desnia Lestari
NPM : 15320005
Program Studi : Fisika
Judul Skripsi : "Studi Penggunaan *Fiber Bragg Grating* Sebagai Sensor *Tsunami*"

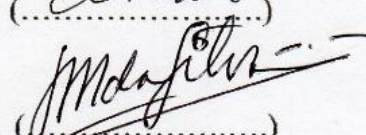
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Institut Sains Dan Teknologi Nasional.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Bambang Widiyatmoko, M.Eng (.....) 

Pembimbing II : Prof. Dr. Masbah R.T. Siregar, APU (.....) 

Penguji : Dra. Elda Rayhana, M.Si (.....) 

Penguji : Prof. Dr. B.E.F Da Silva, M.Sc, DEA (.....) 

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Februari 2019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Institut Sains dan Teknologi Nasional. Shalawat teriring salam semoga tercurah kepada suri teladan Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam* beserta keluarga, sahabat, *tabi'in-tabi'at*, serta kita selaku umatnya.

Dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini penulis mengalami beberapa kendala seperti pengumpulan literatur dan pengambilan data. Namun berkat bimbingan dan motivasi dari dosen pembimbing serta bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan judul **“Studi Penggunaan Fiber Bragg Grating Sebagai Sensor Tsunami”**. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- a) Dr. Bambang Widiyatmoko, M.Eng, selaku dosen pembimbing dari LIPI yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran dan motivasi dalam penyusunan skripsi maupun pelaksanaan penelitian.
- b) Bapak/Ibu Staff Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2F LIPI) yang telah membantu kelancaran administrasi pengajuan penelitian dan bantuan dalam memperoleh data yang diperlukan.
- c) Prof. Dr. Masbah R.T. Siregar, APU, selaku dosen pembimbing dari ISTN yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
- d) Dra. Elda Rayhana, M.Si selaku Kepala Program Studi Fisika ISTN.
- e) Seluruh Bapak/Ibu dosen Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi ISTN yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
- f) Tata Usaha Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi ISTN yang telah membantu kelancaran dalam administrasi penyusunan skripsi.

- g) Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh baik moril maupun materil kepada penulis, sehingga *Alhamdulillah* penulis dapat menyelesaikan program Sarjana Sains di Program Studi Fisika ISTN.
- h) Kakak dan adik yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
- i) Teman-teman Jurusan Fisika dan Matematika 2015 ISTN yang telah memberikan banyak bantuan dan semangat kepada penulis.
- j) Imas Tri Kurniasih dkk dari Jurusan Fisika Universitas Jendral Soedirman sebagai teman satu tim penelitian di Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2FLIPI) atas bantuannya dalam proses pengambilan data penelitian.
- k) Keluarga besar HIMMAFI dan LDK UKRI ISTN yang telah membuat penulis mempunyai rumah dan keluarga baru di ISTN serta memberikan penulis pengalaman dalam berorganisasi selama menjalani perkuliahan.
- l) Keluarga Indonesia Quran *Foundation* atas do'a, dukungan dan semangat yang diberikan.
- m) Teman-teman Asrama Sumayyah yang telah bersedia membantu penulis dalam melengkapi data penelitian maupun dorongan semangat yang diberikan.
- n) Dan kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian skripsi ini, penulis ucapkan terima kasih. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan limpahan keberkahan dari Allah *Subhanahu wa Ta'ala. Aamiin.*

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan dan perbaikannya sehingga skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu fisika terutama dalam bidang fisika instrumentasi elektronika.

Jakarta, 18 Februari 2019

Desnia Lestari

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Sains Dan Teknologi Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desnia Lestari

NPM : 15320005

Program Studi : Fisika

Fakultas : FSTI

Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains Dan Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

STUDI PENGGUNAAN *FIBER BRAGG GRATING* SEBAGAI SENSOR *TSUNAMI*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Sains Dan Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalihmedia/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 dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 18 Februari 2019

Yang menyatakan,

(Desnia Lestari)

ABSTRAK

Nama : Desnia Lestari
Program Studi : Fisika
Judul : “Studi Penggunaan *Fiber Bragg Grating* Sebagai Sensor
Tsunami”

Telah dilakukan penelitian mengenai sistem sensor deteksi *tsunami* dengan pengujian pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang pada sensor serat optik berbasis *Fiber Bragg Grating*. Penelitian ini menggunakan serat optik jenis *single mode* dan *Optical Spectrum Analyzer* YOKOGAWA tipe AQ 6370. Pengujian dilakukan menggunakan 2 sensor dengan bahan PVC dan variasi ukuran ketebalan dinding sensor A sebesar 1 cm dan ketebalan dinding sensor B sebesar 1,5 cm. Dari hasil pengujian diperoleh perubahan panjang gelombang yang linear. Sensor A dengan gradien perubahan panjang gelombang $y = 0,0009$ menunjukkan tingkat sensitivitas pada sensor A lebih besar dibanding sensor B dengan gradien $y = 0,0006$. Ketinggian air yang dapat diukur oleh sensor FBG pada pengujian ini yaitu 119,69 – 122,96 meter.

Kata kunci: Sensor *tsunami*, sensor tekanan serat optik, *Fiber Bragg Grating*, *Optical Spectrum Analyzer*.

ABSTRACT

Name : Desnia Lestari
Study Program : Physics
Title : “*Study of the Use of Fiber Bragg Grating as a Tsunami Sensor*”

Research has been conducted on the tsunami detection sensor system by testing the effect of pressure on wavelengths on Fiber Bragg Grating based optical fiber sensors. This study uses a single mode optical fiber and Optical Spectrum Analyzer YOKOGAWA type AQ 6370. The test was carried out using 2 sensors with PVC material and variations in the size of the wall thickness of sensor A was 1 cm and the thickness of the sensor wall B was 1.5 cm. From the results of the test it is obtained that changes in the wavelength are linear. Sensor A with a gradient of change in wavelength $y = 0,0009$ indicates that the sensitivity level of sensor A is greater than sensor B with a gradient of $y = 0,0006$. The water level that can be measured by the FBG sensor in this test is 119.69 - 122.96 meters.

Keywords: *Tsunami sensor, optical fiber pressure sensor, Fiber Bragg Grating, Optical Spectrum Analyzer.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR SATUAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Serat Optik	5
2.1.1 Definisi Serat Optik.....	5
2.1.2 Struktur Serat Optik	5
2.1.3 Jenis-jenis Serat Optik.....	6
2.1.4 Karakteristik Serat Optik.....	8
2.2 Transmisi Cahaya Pada Serat Optik.....	9
2.3 <i>Fiber Bragg Grating</i>	11
2.3.1 Prinsip Sensor Tekanan Berbasis FBG	12
2.3.2 FBG Sebagai Sensor <i>Tsunami</i>	12
2.4 <i>Polyvinyl Chloride</i>	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	13

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Prosedur Penelitian.....	14
3.4 Alur Penelitian	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengukuran <i>Spectrum</i> Sumber Cahaya	17
4.2 Pengamatan Perubahan <i>Spectrum</i> Pada FBG.....	18
4.3 Tabulasi Hasil Pengujian Sensor FBG	22
4.3.1 Perubahan Tekanan dan Panjang Gelombang Pada Sensor A..	22
4.3.2 Perubahan Tekanan dan Panjang Gelombang Pada Sensor B..	26
4.3.3 Perbandingan Hasil Pengujian Sensor A dengan Sensor B.....	31
4.3.4 Analogi Perhitungan Ketinggian Air Dari Tekanan yang Diberikan Pada Sensor	38
BAB 5 PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR REFERENSI	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur dasar serat optik	6
Gambar 2.2	Jenis-jenis serat optik	7
Gambar 2.3	Pembiasan dan pemantulan berkas cahaya.....	10
Gambar 2.4	Sistem transmisi serat optik.....	10
Gambar 2.5	Spektrum pantulan dan transmisi FBG	11
Gambar 2.6	Prinsip kerja FBG sebagai sensor <i>tsunami</i>	12
Gambar 3.1	Diagram prosedur penelitian	14
Gambar 3.2	Diagram alur penelitian.....	16
Gambar 4.1	Spektrum sumber cahaya yang digunakan dalam pengujian	17
Gambar 4.2	Spektrum cahaya setelah melewati FBG.....	18
Gambar 4.3a	<i>Casing</i> sensor A.....	19
Gambar 4.3b	<i>Casing</i> sensor B.....	19
Gambar 4.4	<i>Spectrum</i> pada sensor A sebelum diberikan tekanan	19
Gambar 4.5	<i>Spectrum</i> pada sensor A sesudah diberikan tekanan.....	20
Gambar 4.6	<i>Spectrum</i> pada sensor B sebelum diberikan tekanan	21
Gambar 4.7	<i>Spectrum</i> pada sensor B sesudah diberikan tekanan	21
Gambar 4.8	Grafik pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang pada sensor A pengujian ke-1	23
Gambar 4.9	Grafik pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang pada sensor A pengujian ke-2	25
Gambar 4.10	Grafik pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang pada sensor A pengujian ke-3	26
Gambar 4.11	Grafik pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang pada sensor B pengujian ke-1	28
Gambar 4.12	Grafik pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang pada sensor B pengujian ke-2	29
Gambar 4.13	Grafik pengaruh tekanan terhadap panjang gelombang	

	pada sensor B pengujian ke-3	30
Gambar 4.14	Grafik perbandingan perubahan panjang gelombang FBG (A) dengan FBG (B) pengujian ke-1	32
Gambar 4.15	Grafik perbandingan perubahan panjang gelombang FBG (A) dengan FBG (B) pengujian ke-2.....	34
Gambar 4.16	Grafik perbandingan perubahan panjang gelombang FBG (A) dengan FBG (B) pengujian ke-3.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil pengujian ke-1 sensor A	22
Tabel 4.2	Hasil pengujian ke-2 sensor A	23
Tabel 4.3	Hasil pengujian ke-3 sensor A	25
Tabel 4.4	Hasil pengujian ke-1 sensor B	27
Tabel 4.5	Hasil pengujian ke-2 sensor B	28
Tabel 4.6	Hasil pengujian ke-3 sensor B	29
Tabel 4.7	Perbandingan hasil pengujian ke-1 sensor A dengan sensor B	31
Tabel 4.8	Perbandingan hasil pengujian ke-2 sensor A dengan sensor B	33
Table 4.9	Perbandingan hasil pengujian ke-3 sensor A dengan sensor B	35

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	DEFINISI
FBG	<i>Fiber Bragg Grating</i>
NA	<i>Numerical Aperture</i>
OSA	<i>Optical Spectrum Analyzer</i>
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
n	Indeks Bias
θ_1	Sudut Datang
θ_2	Sudut Bias
λ	Panjang Gelombang
Δ	Beda Indeks Bias
α	Atenuasi
L	Panjang Serat Optik
P	Daya Pada Serat Optik
λ_{Bragg}	Panjang Gelombang Bragg
Λ	Periode Kisi-kisi FBG
N_{eff}	Indeks Bias Efektif
P	Tekanan
ρ	Massa Jenis
g	Percepatan Gravitasi
h	Ketinggian Air

DAFTAR SATUAN

SATUAN	DEFINISI
KPa	Kilo Pascal
Pa	Pascal
m	meter
cm	<i>centimeter</i>
nm	nanometer
μm	mikrometer
s	sekon
kg	kilogram
km	kilometer

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian.....	43
--	----