

**DESAIN DAN SIMULASI SENSOR OPTIK KADAR SALINITAS
BERBASIS MEDAN *EVANESCENT* UNTUK APLIKASI BUDI DAYA
PERIKANAN MENGGUNAKAN SOFTWARE COMSOL
MULTIPHYSICS**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains
Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika
Konsentrasi Fisika Instrumentasi



oleh
RUSYDAH WULANDARI
NIM 1401641

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

DESAIN DAN SIMULASI SENSOR OPTIK KADAR SALINITAS BERBASIS
MEDAN *EVANESCENT* UNTUK APLIKASI BUDI DAYA PERIKANAN
MENGUNAKAN *SOFTWARE* COMSOL MULTIPHYSICS

Oleh
Rusydah Wulandari

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Rusydah Wulandari 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
RUSYDAH WULANDARI**

**DESAIN DAN SIMULASI SENSOR OPTIK KADAR SALINITAS
BERBASIS MEDAN *EVANESCENT* UNTUK APLIKASI BUDI
DAYA PERIKANAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* COMSOL
MULTIPHYSICS**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:
Pembimbing I



Dr. Lilik Hasanah, M.Si
NIP. 197706162001122002

Pembimbing II



Dr. Gandi Sugandi, M.T
NIP. 196405261985031003

Mengetahui
Ketua Departemen Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si
NIP. 195904011986011001

**DESAIN DAN SIMULASI SENSOR OPTIK KADAR SALINITAS
BERBASIS MEDAN EVANESCENT UNTUK APLIKASI BUDI DAYA
PERIKANAN MENGGUNAKAN SOFTWARE COMSOL
MULTIPHYSICS**

RUSYDAH WULANDARI
NIM 1401641

Pembimbing I : Dr. Lilik Hasanah, M.Si
Pembimbing II : Dr. Gandi Sugandi, M.T

ABSTRAK

Banyak sekali faktor yang memengaruhi budiaya perikanan, diantaranya adalah kualitas air. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan dilakukan desain dan simulasi sensor optik kadar salinitas pada air berbasis medan *evanescent* pada budi daya ikan menggunakan *software* Comsol Multiphysics. Serat optik memiliki banyak kelebihan terutama dari segi performa dan ketahannya menghantarkan data, dapat dirancang dan digunakan pada sistem pengukuran jarak jauh, serta memiliki sensitivitas yang tinggi. Dalam penelitian ini telah dirancang dan disimulasikan sensor serat optik berbasis medan *evanescent* jenis *single mode step index* dan *macrobending single mode step index* dengan panjang gelombang 1310 nm dan 1550 nm pada indeks bias *cladding* tertentu. Dan didapatkan hasil, perubahan indeks bias *cladding* berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang ditransmisikan dalam serat optik. Pada panjang gelombang 1550 nm menyebabkan nilai rugi (*loss*) yang signifikan dan dapat menghasilkan serat optik yang potensial untuk sensor. Dan nilai optimal indeks bias *cladding* pada pengaplikasian sensor adalah ketika nilainya mendekati nilai indeks bias *core*. Serta nilai rugi (*loss*) akan dipengaruhi oleh nilai indeks bias. Ketika mengalami pembengkokkan, serat optik mengalami rugi (*loss*) karena adanya tegangan (*stress*) yang mengakibatkan nilai indeks bias bahan serat optik berubah.

Kata kunci : sensor optik, sensor salinitas, alat ukur, medan *evanescent*, *single mode step index*, *macrobending*, comsol multiphysics.

DESIGN AND SIMULATION OF SALINITY OPTICAL SENSOR BASED ON EVANESCENT FIELD FOR AQUACULTURE USING COMSOL MULTIPHYSICS

RUSYDAH WULANDARI

NIM 1401641

Pembimbing I : Dr. Lilik Hasanah, M.Si

Pembimbing II : Dr. Gandi Sugandi, M.T

ABSTRACT

Many factors affect aquaculture, including water quality. Therefore, in this research, an optical sensor design and simulation of salinity levels in water based on evanescent fields in aquaculture using Comsol Multiphysics software will be conducted. Optical fiber has many advantages, especially in terms of performance and durability of delivering data, can be designed and used in remote measurement systems, and has high sensitivity. In this research, an evanescent field-based single-mode step-index and macro bending single mode step index have been designed and simulated with optical wavelength 1310 nm and 1550 nm at certain cladding refractive indices. And the results obtained, changes in the refractive index cladding affect the intensity of the light transmitted in optical fibers. At a wavelength of 1550 nm, it causes a significant loss and can produce potential optical fibers for the sensor. And the optimal value of the refractive index cladding on the sensor application is when the value approaches the core refractive index value. And the value of loss (loss) will be influenced by the value of the refractive index. When experiencing is bending, optical fiber loses (loss) due to stress (stress) which causes the refractive index value of optical fiber material to change.

Keywords : optical sensor, salinity sensor, measuring instrument, evanescent field, single mode step index, macrobending, comsol Multiphysics.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Budi daya Perikanan	4
2.2 Salinitas.....	6
2.3 Sensor Serat Optik.....	8
2.3.1 Jenis dan Struktur Serat Optik	9
2.3.2 Keunggulan dan Kelemahan Serat Optik	12
2.4 Redaman Pada Serat Optik.....	12
2.4.1 <i>Macrobending</i> atau Pembengkokan Makro.....	14
2.4.2 <i>Microbending</i> atau Pembengkokan Mikro	15
2.5 Sensor Serat Optik Berbasis Medan <i>Evanescent</i>	15
2.6 COMSOL Multiphysics 5.2	18

BAB III	20
METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Metode Penelitian.....	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.3 Prosedur Penelitian	20
3.3.1. Studi Pustaka.....	21
3.3.2. Mendesain Sensor Optik Kadar Salinitas	22
3.3.3. Menentukan Parameter-Parameter Konfigurasi Sensor Optik Kadar Salinitas.....	23
3.3.4. Menggunakan Aplikasi COMSOL Multiphysics untuk Pemodelan dan Simulasi	23
3.3.5. Analisis.....	25
BAB IV.....	26
HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Hasil Simulasi pada <i>Single Mode Step Index</i>	26
4.2. Hasil Simulasi pada <i>Macrobending Single Mode Step Index</i>	31
BAB V	37
PENUTUP.....	37
5.1. Simpulan	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indeks bias terhadap konsentrasi salinitas dalam air.....	8
Tabel 3. 1 Komponen penyusun serat optik	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema bagian penyusun serat optik	10
Gambar 2. 2 <i>Multimode Step Index</i>	10
Gambar 2. 3 <i>Multimode Graded Index</i>	11
Gambar 2. 4 <i>Monomode Step Index</i>	11
Gambar 2. 5 <i>Macrobending</i>	13
Gambar 2. 6 <i>Microbending</i>	13
Gambar 2. 7 Model Berkas Cahaya pada Lengkungan Serat Optik.....	14
Gambar 2. 8 Peristiwa rugi-rugi akibat pembengkokan makro.....	14
Gambar 2. 9 Peristiwa rugi-rugi akibat pembengkokan mikro	15
Gambar 2. 10 Geometri gelombang terbias ke dalam <i>cladding</i>	16
Gambar 2. 11 Skema penetrasi gelombang <i>evanescent</i> ke dalam <i>cladding</i>	18
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 <i>Monomode/Single mode step index</i>	22
Gambar 3. 3 <i>Macrobending single mode step index</i>	22
Gambar 3. 4 Diagram alur penggunaan aplikasi COMSOL Multiphysics.....	24
Gambar 4. 1 Hasil simulasi <i>single mode step index</i> pada panjang gelombang 1310 nm dan 1550 nm.....	26
Gambar 4. 2 Perbedaan intensitas listrik pada batas <i>core</i> dan <i>cladding</i> pada panjang gelombang 1310 nm dan 1550 nm.....	27
Gambar 4. 3 Hasil simulasi <i>single mode step index</i> untuk berbagai konsentrasi NaCl pada panjang gelombang 1310 nm	28
Gambar 4. 4 Perbedaan intensitas listrik untuk berbagai konsentrasi salinitas pada panjang gelombang 1310 nm	28
Gambar 4. 5 Hasil simulasi <i>single mode step index</i> untuk berbagai konsentrasi NaCl pada panjang gelombang 1550 nm	29
Gambar 4. 6 Perbedaan intensitas listrik untuk berbagai konsentrasi salinitas pada panjang gelombang 1550 nm	30
Gambar 4. 7 Hasil simulasi <i>macrobending single mode step index</i> pada panjang gelombang 1310 nm dan 1550 nm.....	31
Gambar 4. 8 Perbedaan aliran daya pada batas <i>core</i> dan <i>cladding</i> pada panjang gelombang 1310 nm dan 1550 nm.....	32

Gambar 4. 9 Hasil simulasi macrobending single mode step index untuk berbagai konsentrasi NaCl pada panjang gelombang 1310 nm	33
Gambar 4. 10 Perbedaan aliran daya untuk berbagai konsentrasi salinitas pada panjang gelombang 1310 nm.....	34
Gambar 4. 11 Hasil simulasi <i>macrobending single mode step index</i> untuk berbagai konsentrasi NaCl pada panjang gelombang 1550 nm	35
Gambar 4. 12 Perbedaan aliran daya untuk berbagai konsentrasi salinitas pada panjang gelombang 1550 nm.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahapan Penggunaan Aplikasi COMSOL Multiphysics 5.2.....	41
Lampiran 2. <i>Curriculum Vitae</i> Penulis Skripsi	44

DAFTAR PUSTAKA

- Andre, PS, dkk. (2006). *Modelling of Bend Losses in Single Mode Optical Fibers*. Portugal: Aveiro University.
- Anggoro, S. (1984). *Tropi Tropic Saprobic Analisis : Metode Evaluasi Kelayakan Lokasi Budidaya Biota Aquatic*. Jurusan Ilmu Perairan. Fakultas Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- A. Arifin, A. M. Hatta, M. S. Muntini, and A. Rubiyanto. (2014). Bent of Plastic Pptical Fiber with Structural Imperfections for Displacement Sensor. *Indian J. Pure Appl. Phys.*, vol. 52, no. 8, pp. 520–524, 2014.
- Crespi, V., Coche, A. (2008). *Glossary of Aquaculture*. Food and Agriculture Organization. Rome.
- COMSOL. (2015). *Finite Element Analysis (FEA) Software*. Dipetik April 13, 2019 dari COMSOL : <https://www.comsol.com/multiphysics/fea-software>.
- Davis, C.C. (1955). *The Marine and Fresh-Water Plankton*. Michigan State University Press, East Lansing.
- Effendi, I., & Mulyadi. (2012). *Budi daya Perikanan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Farrel, G. (2002). *Optical Communication System Optical Fibre Coupler and Swtiche*. Dubblin Institute of Technology.
- Fraden, J. (2004). *Handbook of Modern Sensor*. San Diego: Advanced Monitor Corporation.
- Frederick. (1990). *Fiber Optic Handbook for Engineers and Scientists*. New York: McGraw-Hill Education.
- Ghufran, M., Kordi, & Tanjung, A. B. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Golnabi, H., dkk. (2011). *Investigation of Rolling Loss Mechanism in Plastic Optical Fiber*. *Journal of Applied Sciences* 11 (20).
- Hadie, W., Hadie, L.E., & Supangat, A. (2008). *Keternakan Budidaya Ikan*. Jakarta : Universitas Terbuka.
- Hanafiah, A. (2013). Teknologi Serat Optik. *Staf Pengajar Departemen Teknik Elektro. Fakultas Teknik USU*, (Januari 2006), 87-91

- Henry Zanger & Cynthia Zanger. (1991). *Fiber Optics Communication and Other Applications*. Macmillan P.C., New York.
- Indra, A. T., & Harmadi. (2014). Karakterisasi Sistem Sensor Serat Optik Berdasarkan Efek Gelombang Evanescent. *Jurnal Fisika Unand*, Vol.3, No.1, -.
- Kalangi, P., Mandagi, A., Masengi, KWA., Luasunaung, A., Pangalila, FPT., Iwata, M. (2013). Sebaran Suhu dan Salinitas di Teluk Manado. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis Vol. IX-2*, Agustus 2013
- Keiser, G. (1991). *Optical Fiber Communications*. New York: McGraw Hill.
- Kinne, O. (1964). The Effect of Temperature and Salinity on Marine and Brackishwater Animals II. *Jurnal of Oceanography Marine Biology Annual review*, 2 : hal. 281-339.
- Knauss, J.A. (1997). *Introduction to Physical Oceanography*. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Krohn, D.A. (2000). *Fiber Optic Sensor, Fundamental and Application*, Third Edition, ISA : USA.
- Laevastu, T. & M.L. Hayes. (1982). *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books, Farnham.
- Lemlem, Mekuanint. (2012). *Investigation Of The Effects Of Macro Bending Loss On Step Index Single Mode Fiber*. Ethiopia: Addis Ababa University.
- Lide, D. R., ed. (2005). *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (86th ed.). Boca Raton (FL): CRC Press. pp. 8–71, 8–116. [ISBN 0-8493-0486-5](#).
- Malik, A., & Bhatnagar, A. (2011). Single Mode Optical Fiber based Refractive Index Sensor using Etched Cladding. *Journal of the Instrument Society of India*, 80-83.
- Maddun, Akhiruddin (2007). Pengembangan Sensor Amonia Berbasis Serat Optik dengan Cladding Termodifikasi Nanoserat Polinalin. *Jurnal Sains Tek*. Vol 12, No.3.
- Mandasari, O., Sugesti, E. S., Nugroho, B. S. (2016). Analisis Daya Hilang pada Serat Optik Melengkung. *Tetrika*, 1, 32-39.
- Mayang, Dewi. (2010). Kajian Karakteristik Rugi-rugi pada Serat Optik Telkom Karena Pembengkokan Makro. *Universitas Sebelas Maret*. Surakarta.

- Mohamad, A., Bahadoran, M., Daud, S., Chaudhary, K. T., Aziz, M. S., Jalil, M. A., & Yupapin, P. P. (2015). ANALYSIS OF TEMPERATURE SENSOR IN ALL-PASS MICRORING RESONATOR. *www.jurnalteknologi.utm.my*, 61-65.
- Muhammadi, A., Sugesti, E.S., & Mahmudin, D. (2015). Simulasi Filter Optik *Single Microring Resonator* sebagai *Optical Add Drop Multiplexer*. *e-Proceeding of Engineering : Vol.2*, Page 7308 ISSN : 2355-9365.
- Mulyanti, B., Hasanah, L., P, A. B., & Budi, A. H. (2016). Desain dan Fabrikasi Sistem Sensor Optik Terintegrasi Berbasis Polimer untuk Aplikasi Budidaya Perikanan. *Usulan Penelitian Perguruan Tinggi*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Murniani, D.S. (2016). *Laporan Pengaruh Kualitas Air Terhadap Biota Budidaya "Pengenceran Salinitas Air Tambak"*. Sidoarjo : Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo.
- Mustina, & Arifin. (2016). Sensor Salinitas Berbasis Serat Optik Plastik Konfigurasi Melengkung. *Jurnal Fisika FMIPA UNHAS*, -.
- Nybakken.(1992). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia: Jakarta.
- Odum, E. P. (1971). *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Raymont, J. E. G. (1963). *Plankton and Productivity in The Ocean*. A Pergamon Press Book. Mc. Millan, Co. New York.
- Samuel Y, Liao. (1988). *Engineering Applications of Electromagnetic Theory*. West P.C., St. Paul.
- Suematzu, Y. dan Iga, K,. (1982). *Introduction to Optical Fiber Communication*. John Willey & Sons, Inc., New Jersey.
- Sukadi, M.F. (2002). Peningkatan Teknologi Budidaya Perikanan. *Jurnal Iktiologi Indonesia Vol.2*, No. 2,Th.2002: 61-66 ISSN 1693 - 0339.
- Syafriadiman, P. D. (2009). *Teknik Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Perikanan Pada Era Industrialisasi*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Thomas, S Widodo. (1995). *Optoelektronika, Komunikasi Serat Optik*. Andi Offset, Yogyakarta.

- Valentine, R.Y., dkk. (2011). *Laporan Praktikum Pengaruh Penurunan Kualitas Air (Salinitas) Terhadap Ikan*. Bandung : Universitas Padjadjaran.
- Zakaria, M., Hasanah, L., & Suhendi, E. (2017). Pemodelan dan Simulasi Microring Resonator dengan Variasi Kopling Sebagai Sensor dan Perangkat Telekomunikasi. *Wahana Fisika*, 57-66.
- Yin, S., & Ruffin, P. (2006). Fiber Optics Sensors. Dalam M. Akay, *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering*. John Wiley & Sons, Inc.