

RANCANG BANGUN SENSOR SERAT OPTIK EVANESCENT WAVE UNTUK MENGUKUR KONSENTRASI ALKOHOL DALAM LARUTAN

DINI DZAHAUDY BAYE



**PROGRAM STUDI SARJANA FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang Bangun Sensor Serat Optik *Evanescent Wave* untuk Mengukur Konsentrasi Alkohol dalam Larutan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Dini Dzahaudy Baye
G7401221044



ABSTRAK

DINI DZAHAUDY BAYE. Rancang Bangun Sensor Serat Optik *Evanescent Wave* untuk Mengukur Konsentrasi Alkohol dalam Larutan. Dibimbing oleh HENDRADI HARDHIENATA dan RIMA FITRIA ADIATI.

Pengukuran konsentrasi alkohol sangat penting di berbagai industri, namun metode konvensional yang biasa dipakai untuk mendeteksi alkohol biasanya memerlukan biaya tinggi, waktu analisis yang lama, dan kurang praktis. Penggunaan serat optik berbasis gelombang *evanescent* menawarkan solusi alternatif untuk pengukuran yang ekonomis dan respon yang cepat. Penelitian ini bertujuan merancang sistem sensor serat optik berbasis gelombang *evanescent* untuk mendeteksi konsentrasi alkohol. Metode eksperimen dilakukan dengan memvariasikan panjang kupasan *cladding* serat optik sebesar 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm. Pengujian dilakukan pada rentang konsentrasi alkohol 0%-3,5% dengan mengukur intensitas daya keluaran. Performa sensor dilihat dari nilai sensitivitas, *limit of detection* (LOD), dan waktu respon. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan panjang kupasan berbanding lurus dengan kenaikan sensitivitas. Masing-masing bernilai (4,63, 6,28, 8,21, 8,98) nW/%. Optimasi panjang kupasan sangat krusial, dimana pada penelitian ini, panjang kupasan 3 cm memberikan kinerja paling optimal dengan nilai sensitivitas yang tidak jauh berbeda dengan 4 cm, nilai LOD terendah sebesar 0,55%, dan rata-rata waktu respon 5,24 detik.

Kata kunci: alkohol, gelombang *evanescent*, kupasan *cladding*, sensor, serat optik

ABSTRACT

DINI DZAHAUDY BAYE. Design and Fabrication of an Evanescent Wave Optical Fiber Sensor for Alcohol Concentration. Supervised by HENDRADI HARDHIENATA and RIMA FITRIA ADIATI.

Measuring alcohol concentration is crucial in various industries, but conventional methods for detecting alcohol are typically expensive, require long analysis times, and are impractical. The use of evanescent wave-based optical fiber offers an alternative solution for economical measurement and fast response. This study aimed to design an evanescent wave-based fiber optic sensor system to detect alcohol concentration. The experimental method used varying the strip length of the optical fiber cladding to 1 cm, 2 cm, 3 cm, and 4 cm. Testing was conducted over a range of alcohol concentrations from 0% to 3.5% by measuring the output power intensity. Sensor performance was assessed by sensitivity, limit of detection (LOD), and response time. The results showed that increasing strip length was directly proportional to the increase in sensitivity. Each has a value of (4.63, 6.28, 8.21, 8.98) nW/%. Optimization of the strip length is crucial, where in this study, a strip length of 3 cm provides the most optimal performance with a sensitivity value that is not much different from 4 cm, the lowest LOD value of 0.55%, and an average response time of 5.24 seconds.

Keywords: alcohol, cladding removed, evanescent wave, optical fiber, sensor



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

RANCANG BANGUN SENSOR SERAT OPTIK *EVANESCENT WAVE* UNTUK MENGUKUR KONSENTRASI ALKOHOL DALAM LARUTAN

DINI DZAHAUDY BAYE

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**PROGRAM STUDI SARJANA FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Dr. Sitti Yani, S.Si., M.Si.

2 Dr. Setyanto Tri Wahyudi, S.Si., M.Si.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Rancang Bangun Sensor Serat Optik *Evanescent Wave* untuk
Mengukur Konsentrasi Alkohol dalam Larutan
Nama : Dini Dzahaudy Baye
NIM : G7401221044

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr.rer.nat.Hendradi Hardhienata, M.Si.
NIP. 198301142008121001

Pembimbing 2:
Rima Fitria Adiati, M.T.
NIP. 199602252020122003

Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP. 196809161994031001

Tanggal Ujian:

(Selasa, 14 Juli 2026)

Tanggal Lulus:

()



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul Rancang Bangun Sensor Serat Optik *Evanescent Wave* untuk Mengukur Konsentrasi Alkohol dalam Larutan.

Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bimbingan, bantuan serta dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.rer.nat. Hendradi Hardhienata, M.Si, selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Rima Fitria Adiati, M.T, selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingan dan masukannya bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi, serta kesabaran dan kesediaannya untuk selalu membantu penulis.
2. Ibu Dr. Sitti Yani, M.Si dan Bapak Dr. Setyanto Tri Wahyudi, M.Si, selaku dosen penguji atas, masukan dan sarannya yang sangat membantu penulis dalam perbaikan skripsi.
3. Keluarga penulis, mama, papa, dan Kakak Nindi yang selalu mendoakan, memfasilitasi, serta memberikan dukungan moral kepada penulis.
4. Seluruh Dosen Departemen Fisika, IPB University, atas segala bekal ilmu pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Seluruh staf laboratorium Departemen Fisika, IPB University, yang selalu membantu penulis saat pengambilan data di laboratorium.
6. Pak Firman selaku TU Fisika yang telah membantu dalam hal administrasi.
7. Teman-teman yang selalu memberi bantuan, dukungan, serta semangat kepada penulis selama kuliah, khususnya Kinan, Sarmilah, Nabila, Shakila, Puji, Safitri, Aura, Putri, dan Ale.
8. Teman-teman satu bimbingan, Fathya, Mira, Kenneth, Nada, dan Kelfin yang selalu bisa menjadi teman diskusi bagi penulis.
9. Seluruh member Xdinary Heroes yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu yang sudah berpengaruh terhadap kelancaran penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan berkontribusi positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi sensor optik.

Bogor, Juni 2026

Dini Dzahaudy Baye
G7401221044



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Serat Optik	4
2.2 Gelombang <i>Evanescence</i>	5
2.3 Sensor Serat Optik untuk Deteksi Alkohol	7
2.4 Parameter Kinerja Sensor	10
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Penelitian	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Analisis Hasil Simulasi	18
4.2 Analisis Uji Larutan Alkohol	18
4.3 Analisis Performa Sensor	20
V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	38



DAFTAR TABEL

1	Data hasil simulasi perubahan intensitas cahaya terhadap variasi konsentrasi alkohol pada berbagai panjang <i>unclad</i>	19
2	Data hasil eksperimen perubahan intensitas cahaya terhadap variasi konsentrasi alkohol pada berbagai panjang <i>unclad</i>	19
3	Batas deteksi (LOD) dan waktu respon sensor serat optik pada berbagai panjang <i>unclad</i>	21

DAFTAR GAMBAR

1	Perambatan oleh TIR dalam <i>multimode fiber</i> untuk sudut gelombang cahaya datang > dari sudut kritis (Apriyanto <i>et al.</i> 2018)	4
2	Konstruksi serat optik serta propagasi cahaya pada <i>multimode fiber</i> dan <i>single mode fiber</i> .	5
3	Gelombang <i>evanescent</i> ketika cahaya mengalami TIR (Nguyen 2012).	6
4	Gelombang <i>evanescent</i> pada sensor serat optik.	7
5	Diagram alir penelitian	13
6	Diagram skematik <i>set up</i> eksperimen sensor serat optik	16
7	Grafik pemodelan kedalaman penetrasi <i>dp</i> (nm) terhadap konsentrasi	18
8	Grafik perubahan intensitas (<i>nW</i>) terhadap konsentrasi (%) dengan empat variasi panjang <i>unclad</i>	19
9	Grafik sensitivitas (<i>nW/(%)</i>) terhadap variasi panjang <i>unclad</i> (cm)	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Alat-alat yang Digunakan	27
2	Lampiran 2 Perhitungan Pembuatan Larutan	28
3	Lampiran 3 Perhitungan LOD	29
4	Lampiran 4 Perhitungan Waktu Respon	30