



TUGAS AKHIR - SF 184801

**DESAIN DAN FABRIKASI SENSOR pH
MENGUNAKAN *MACROBENDING* FIBER
OPTIK PLASTIS *MULTIMODE* DENGAN
CLADDING BERUPA LAPISAN PANI-PVA**

RIZQI NUR AINUN
NRP 0111154000066

Dosen Pembimbing
Dr. Gatut Yudoyono, M.T.
Sudarsono, S.Si., M.Si.

DEPARTEMEN FISIKA
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR - SF 184801

**DESAIN DAN FABRIKASI SENSOR pH
MENGUNAKAN *MACROBENDING* FIBER
OPTIK PLASTIS *MULTIMODE* DENGAN
CLADDING BERUPA LAPISAN PANI-PVA**

**RIZQI NUR AINUN
NRP 0111154000066**

Dosen Pembimbing
Dr. Gatut Yudoyono, M.T.
Sudarsono, S.Si., M.Si.

**DEPARTEMEN FISIKA
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**



FINAL PROJECT - SF 184801

**DESIGN AND FABRICATION OF pH SENSORS
USING MACROBENDING MULTIMODE PLASTIC
OPTICAL FIBER WITH CLADDING OF PANI-
PVA LAYER**

**RIZQI NUR AINUN
NRP 0111154000066**

**Advisor
Dr. Gatut Yudoyono, M.T.
Sudarsono, S.Si., M.Si.**

**PHYSICS DEPARTEMENT
Faculty Of Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
DESAIN DAN FABRIKASI SENSOR
PHMENGUNAKAN MACROBENDING FIBER
OPTIK PLASTIS MULTIMODE DENGAN CLADDING
BERUPA LAPISAN PANI-PVA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Studi Optoelektronika
Program Studi S-1 Departemen Fisika
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

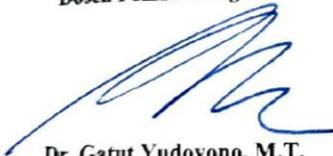
Oleh:

RIZQI NUR AINUN
NRP 0111154000066

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dr. Gatut Yudovono, M.T.
NIP. 19640616 198903 1 004



Sudarsono, S.Si., M.Si.
NIP. 19822018 11002



LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN DAN FABRIKASI SENSOR
pHMENGGUNAKANMACROBENDING FIBER
OPTIK PLASTIS *MULTIMODE* DENGAN *CLADDING*
BERUPA LAPISAN PANI-PVA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Studi Optoelektronika
Program Studi S-1 Departemen Fisika
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZQI NUR AINUN
NRP 0111154000066

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Gatut Yudoyono, M.T.
NIP. 19640616 198903 1 004

Sudarsono, S.Si., M.Si.
NIP. 19822018 11002

SURABAYA
JULI 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**DESAIN DAN FABRIKASI SENSOR
pH MENGGUNAKAN MACROBENDING FIBER
OPTIK PLASTIS MULTIMODE DENGAN CLADDING
BERUPA LAPISAN PANI-PVA**

Nama : Rizqi Nur Ainun
Nrp : 0111154000066
Departemen : Fisika, FS – ITS
Pembimbing : Dr. Gatut Yudoyono, M.T.
Sudarsono, S.Si., M.Si.

Abstrak

Pengukuran pH sangatlah penting dalam dunia medis, industri, maupun penelitian. Tiap – tiap bidang, membutuhkan alat ukur dengan sensitivitas yang berbeda – beda. Pengukuran pH merupakan pengukuran ion Hidrogen dalam suatu larutan. Larutan dengan nilai pH rendah dinamakan “asam” sedangkan yang harga pH-nya tinggi dinamakan “basa”. Skala pH terentang dari 0 (asam kuat) sampai 14 (basa kuat) dengan 7 adalah harga tengah mewakili air murni (netral). Pada penelitian ini bagian *cladding* fiber optik dikupas dan dilapisi dengan PANI-PVA. Pengukuran larutan dilakukan pada pH=2 sampai pH=10. Pembuatan larutan dengan larutan pH *up* dan pH *down* diukur dengan pH meter sebagai indikator. Dilakukan pengujian padalarutan yang memiliki pH=2 sampai dengan pH=10. Variasi bending $d=2,5$ cm, $d=2$ cm dan $d=1,5$ cm. Hasil penelitian didapatkan fiber hasil fabrikasi dengan *cladding* PANI-PVA dapat digunakan pada rentang pH=2 sampai dengan pH=10 semakin besar nilai pH semakin kecil intensitas keluaran.

Kata kunci: cladding, intensitas, PANI-PVA, pH

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DESIGN AND FABRICATION OF pH SENSORS USING MACROBENDING MULTIMODE PLASTIC OPTICAL FIBER WITH CLADDING OF PANI-PVA LAYER

Name : Rizqi Nur Ainun
Nrp : 01111540000066
Major : Fisika, FS – ITS
Advisor : Dr. Gatut Yudoyono, M.T.
Sudarsono, S.Si., M.Si.

Abstract

pH measurement is very important in the medical, industrial and research world. Every fields, require a measuring instrument with different sensitivity. pH measurement means measure hydrogen ions in a solution. Solutions with a low pH value are called "acids" while those with high pH value are called "bases". The pH scale ranges from 0 (strong acid) to 14 (strong base) with 7 being the middle price representing pure water (neutral). In this research the cladding on the optical fiber is peeled and coated with PANI-PVA. The measurement of the solution consisted of a solution containing pH = 2 to pH = 10. The process of making the solution is helped by pH up and pH down solution. Then the laser intensity is tested against solutions that have pH = 2 to pH = 10 by using bending variations $d=2,5$ cm, $d=2$ cm and $d=1,5$ cm. From the results of the study, it was found that the fabricated fiber with PANI-PVA cladding can be used in the pH range = 2 to pH = 10. Where the greater the pH value of a solution means the smaller the intensity of the output obtained.

Keyword: *cladding, intensity, PANI-PVA, pH*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya, petunjuk-Nya serta kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Desain dan Fabrikasi Sensor pH Menggunakan Macrobending Fiber Optik Plastik Multimode Dengan Cladding Berupa Lapisan PANI-PVA**”. Laporan tugas akhir ini penulis susun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Departemen Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Atas bantuan, dorongan, dan juga bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua serta adikpenulis yang selalu memberikan dukungan dan selalu mendoakan penulis.
2. Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng., sebagai kepala departemen Fisika ITS.
3. Dr. Gatut Yudoyono, M.T. dan Sudarsono, S.Si., M.Si., sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan selama proses penelitian dan penyusunan proposal serta laporan.
4. Pak Ghofar sebagai pegawai laboratorium yang sabar menolong semua keperluan penulis.
5. Teman seperjuangan laboratorium optoelektronika yang sabar menemani penulis dalam segala kegiatan yang berhubungan dengan tugas akhir.
6. Teman-teman Fisika ITS angkatan 2015 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | v |
| Abstrak..... | viii |
| Abstract..... | ix |
| KATA PENGANTAR | x |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Cahaya..... | 5 |
| 2.2 Fiber Optik | 7 |
| 2.3 Bending | 10 |
| 2.4 PANI-PVA | 11 |
| 2.5 pH Asam Basa | 13 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 15 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian..... | 15 |
| 3.2 Peralatan dan Bahan..... | 15 |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| 3.3 | Langkah Kerja | 19 |
| 3.3.1 | Pembuatan Larutan PANI-PVA..... | 19 |
| 3.3.2 | Pengujian Tingkat <i>Absorbansi</i> | 20 |
| 3.3.3 | Pengupasan Cladding..... | 20 |
| 3.3.4 | Pelapisan dengan PANI – PVA | 21 |
| 3.3.5 | Pembuatan Larutan dengan pH Berbeda | 22 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 25 |
| 4.1 | Absorbansi PANI-PVA..... | 25 |
| 4.2 | Lapisan PANI-PVA pada Fiber Optik | 26 |
| 4.3 | Hubungan Intensitas Cahaya dengan pH Larutan..... | 28 |
| 4.4 | Pengaruh Bending..... | 29 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 31 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 31 |
| 5.2 | Saran | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 33 |
| LAMPIRAN | | 35 |
| BIODATA PENULIS | | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik..... | 5 |
| Gambar 2.2 | Struktur fiber optik..... | 7 |
| Gambar 2.3 | Jenis-jenis fiber optik | 8 |
| Gambar 2.4 | Pemantulan dalam total | 10 |
| Gambar 2.5 | <i>Macrobending</i> dan <i>microbending</i> | 11 |
| Gambar 2.6 | Struktur molekul PANI..... | 12 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian | 15 |
| Gambar 3.2 | Alat dan bahan yang digunakan | 17 |
| Gambar 3.3 | Hasil kaca preparat yang dilapisi PANI-PVA... | 20 |
| Gambar 3.4 | Proses pelapisan menggunakan PANI-PVA..... | 21 |
| Gambar 3.5 | Hasil setelah pelapisan menggunakan PANI-PVA | 22 |
| Gambar 3.6 | Set up alat | 23 |
| Gambar 4.1 | Grafik absorbansi PANI-PVA | 25 |
| Gambar 4.2 | (a)fiber sebelum di amplas; (b)fiber setelah di amplas;(c)fiber setelah dilapisi PANI-PVA..... | 27 |
| Gambar 4.3 | Data intensitas cahaya keluaran (d=2,5 cm dan d=1,5 cm)..... | 28 |
| Gambar 4.4 | Data intensitas cahaya keluaran (d=2,5cm dan d =1,5cm..... | 30 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|-----------------------------|----|
| Lampiran A | Data Sheet PANI-PVA | 37 |
| Lampiran B | Data Hasil Penelitian | 37 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fiber optik banyak digunakan dalam sistem komunikasi, biasanya fiber optik digunakan untuk kabel transmisi cahaya. Seiring dengan perkembangan zaman, selain sebagai transmisi cahaya, fiber optik juga digunakan sebagai sensor. Prinsip dasar fiber optik digunakan sebagai sensor adalah adanya karakteristik cahaya fiber optik yang mempunyai perubahan indeks bias, intensitas serta pembacaan nilai yang diharapkan. Karakteristik-karakteristik fiber optik tersebut akan mengalami perubahan jika diberikan perlakuan seperti pembengkokan, pemberian tegangan ataupun perubahan temperatur.

Agar suatu fiber optik dapat digunakan harus diketahui terlebih dahulu spesifikasi yang dimiliki oleh fiber optik. Hal ini dilakukan agar dapat menganalisis besaran fisis apa yang mengalami perubahan akibat kesensitifitasan dari fiber optik. Spesifikasi yang dimiliki oleh fiber optik adalah diameter *core* – *cladding* serta indeks bias dari *core* – *cladding*. Dimana indeks bias dari *core* – *cladding* bergantung pada bahan yang digunakan (Kholilah, 2011).

Pengukuran pH sangatlah penting dalam dunia medis, industri, maupun penelitian. Tiap – tiap bidang, membutuhkan alat ukur dengan sensitivitas yang berbeda – beda. Pengukuran pH sendiri yaitu pengukuran ion hydrogen dalam suatu larutan. Larutan dengan nilai pH rendah dinamakan “asam” sedangkan yang harga pH-nya tinggi dinamakan “basa”. Skala pH terentang dari 0 (asam kuat) sampai 14 (basa kuat) dengan 7 adalah harga tengah mewakili air murni (netral) (Arenholt, 2009).

Dalam perkembangannya, fiber optik dapat dimanfaatkan dan difungsikan sebagai sensor pH. Sensor yang bekerja berdasarkan fiber optik memiliki beberapa keunggulan dari sensor yang

bekerja berdasarkan listrik. Beberapa diantaranya adalah ketelitian yang tinggi, tidak dipengaruhi medan listrik dan magnet, tidak menimbulkan percikan api, dan mengirim informasi dengan sangat cepat.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Khanikar and Singh, 2019) tentang pembuatan sensor pH dengan fiber optik yang dilapisi PANI-PVA, telah terbukti bahwa fiber dapat digunakan sebagai sensor pH. Selain itu juga terbukti bahwa PANI-PVA dapat dijadikan pengganti *cladding*. Fiber yang digunakan adalah jenis *multimode* dengan *cladding* dikupas dan diganti dengan lapisan PANI-PVA. Sementara disain yang digunakan berbentuk lurus. Larutan pH yang digunakan adalah larutan yang memiliki nilai pH=2 hingga pH=9. Hasil yang didapatkan adalah daya keluaran. Dimana dari penelitian tersebut menunjukkan tren menurun seiring bertambahnya nilai pH larutan. Telah dilakukan pula penelitian oleh (Matiin,2012) tentang pengaruh variasi bending sensor pH menggunakan lapisan sol gel terhadap sensitivitas. Disain yang dibentuk adalah *U-bending*. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa dengan jika dibandingkan dengan konfigurasi sensor pH fiber optik plastik dengan *cladding* silica sol-gel tanpa lekukan atau lurus (Wibisono, 2009), maka diperoleh peningkatan sensitivitas maupun resolusi.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan tersebut, akhirnya peneliti mencoba untuk melakukan penelitian fiber optik sebagai sensor pH. Pada penelitian kali ini *cladding* yang digunakan berupa lapisan PANI-PVA serta digunakan disain *U-bending*. Variasi yang digunakan adalah variasi diameter *bending* yaitu $d=2,5$ cm; $d=2$ cm dan $d=1,5$ cm serta pada larutan dengan pH=2 hingga pH=10.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perbedaan karakteristik pengukuran apabila sensing fiber didesain lurus dan diberi bending?
2. Bagaimana pengaruh diameter u-bending terhadap intensitas keluaran pada fiber optik *multimode*?
3. Bagaimana pengaruh PANI-PVA sebagai *cladding* terhadap karakteristik sensing fiber?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Elemen sensing berupa fiber optik plastis FD-620-10 berbentuk *u-bending* dengan diameter 2,5 cm; 2 cm dan 1,5 cm.
2. *Cladding* fiber pada elemen sensing berupa PANI-PVA
3. Menggunakan sumber cahaya laser BF5R-D1-N.
4. Nilai pH larutan dari pH=2 hingga pH=10.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Fabrikasi sensor pH menggunakan fiber optik.
2. Mengetahui karakteristik fiber tipe FD-620-10 sebagai sensor pH.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah dapat memberikan referensi penelitian mengenai pengaruh pH terhadap intensitas keluaran pada fiber optik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan beberapa teori penunjang yang digunakan untuk mencapai tujuan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi diagram alir penelitian, alat dan bahan serta langkah kerja penelitian.

BABI V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan data yang diperoleh dari penelitian atau pengujian yang dilakukan, analisa tentang hasil-hasil yang telah diperoleh selama penelitian dilakukan, serta pembahasan mengenai hubungan data yang diperoleh dengan tujuan dari dilakukannya penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil analisis data dan pembahasan serta saran-saran yang digunakan untuk mendukung penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

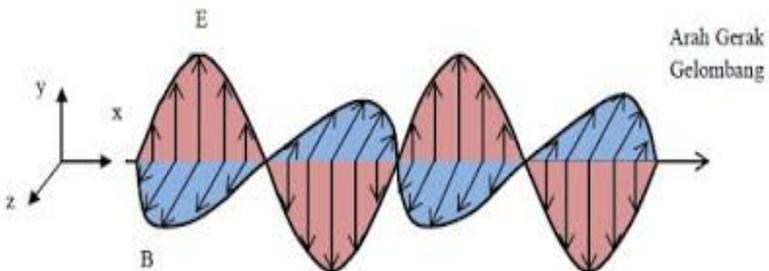
Berisi data-data yang digunakan dalam penelitian beserta beberapa gambar yang menunjang penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cahaya

Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang sangat penting yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di bumi. Tanpa adanya cahaya kehidupan di bumi pun dipastikan tidak dapat berjalan sempurna. Semua makhluk hidup menggantungkan hidupnya baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap keberadaan cahaya.

Cahaya merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang dalam kondisi tertentu dapat berkelakuan seperti suatu partikel. Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang terdiri dari gelombang medan listrik E dan gelombang medan magnet B yang saling tegak lurus dan selalu pada arah transversal terhadap arah rambatnya seperti terlihat pada Gambar 2.1. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat, sehingga cahaya dapat merambat tanpamedium. Oleh karena itu, cahaya matahari dapat sampai ke bumi dan memberi kehidupan di dalamnya. Cahaya merambat dengan sangat cepat, yaitudengan kecepatan 3×10^8 m/s (Sunardi, 2012).



Gambar 2.1 Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik
(kajianpustaka.com, 2017)

Eksperimen mengenai arah sinar masuk, sinar yang di refleksikan dan sinar yang direfraksikan pada permukaan memberikan kesimpulan bahwa:

1. Sinar masuk, sinar pantul, dan garis normal berada pada satu bidang yang sama
2. Sudut datang θ_a sama dengan sudut pantul θ_r untuk semua panjang gelombang dan untuk semua medium

$$\theta_a = \theta_r \dots \dots \dots (2.1)$$

3. Perbandingan antara sinus sudut datang θ_a dan sudut bias θ_b dimana kedua sudut diukur dari normal terhadap permukaan, sama dengan kebalikan dari rasio kedua indeks bias refraksi

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n_b}{n_a} \dots \dots \dots (2.2)$$

atau

$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b \dots \dots \dots (2.3)$$

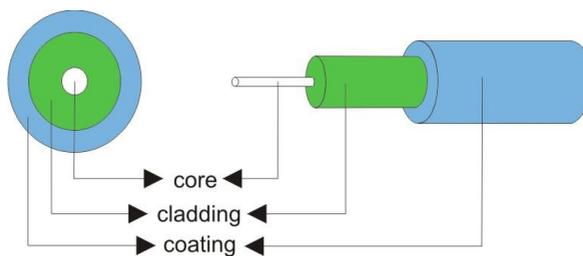
(Young, 2003)

Terdapat dua jenis cahaya berdasarkan panjang gelombang dari cahaya tersebut, yaitu cahaya polikromatik dan cahaya monokromatik. Cahaya polikromatik adalah cahaya yang terdiri atas banyak warna dan panjang gelombang. Contoh cahaya polikromatik adalah cahaya putih. Adapun cahaya monokromatik adalah cahaya yang hanya terdiri atas satu warna dan satu panjang gelombang. Contoh cahaya monokromatik adalah cahaya merah dan ungu. Cahaya-cahaya monokromatik memiliki panjang gelombang yang berbeda.

Cahaya kasat mata berada pada daerah panjang gelombang 380nm sampai dengan 750nm. Diluar daerah tersebut mata manusia tidak sensitif. Radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang dibawah 380nm disebut sinar ultraviolet, sedangkan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang diatas 750nm disebut inframerah (Giancoli, 2001).

2.2 Fiber Optik

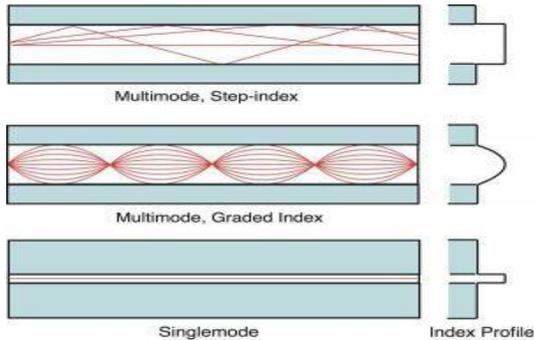
Fiber optic adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ketempat lain. Sumber cahaya yang biasa digunakan adalah laser atau LED. Perkembangan teknologi kabel fiber optik sampai saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (*attenuation*) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (*bandwidth*) yang besar sehingga kemampuan dalam mengirimkan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional seperti kabel UT (Effendi, 2013).



Gambar 2.2 Struktur fiber optik (Kumalasari, 2012)

Secara garis besar kabel fiber optik terdiri dari 3 bagian utama, yaitu *coating*, *cladding* dan *core* seperti pada Gambar 2.2. *Coating* adalah plastik pelapis yang melindungi fiber optik dari kerusakan. *Cladding* adalah selubung dari inti (*core*). *Cladding* mempunyai indeks bias lebih rendah dari pada *core*. Sedangkan *core* adalah tempat merambatnya sinar atau cahaya. Inti fiber optik biasanya terbuat dari kaca yang berkualitas baik dan berindeks bias tinggi. Alasan digunakannya kaca berindeks bias tinggi adalah karena material berindeks bias tinggi mempunyai sudut kritis (sudut batas) yang kecil sehingga sinar datang dengan sudut tidak terlalu besar akan mengalami pemantulan sempurna. Inti fiber optik dibungkus oleh material yang indeks biasnya lebih

rendah. Bagian luar fiber optik terbuat dari plastik atau material lain untuk melindungi inti kaca itu.



Gambar 2.3 Jenis – jenis fiber optik (hypernet.co.id, 2018)

Gambar 2.3 menunjukkan jenis-jenis dari fiber optik. Berdasarkan mode yang ditimbulkan fiber optik dibagi menjadi 2 yaitu jenis *singlemode* dan jenis *multimode*. Sedangkan berdasarkan indeks biasnya terbagi menjadi *step indeks* dan *graded indeks*. Sehingga secara keseluruhan fiber optik dibagi menjadi 3 yaitu *singlemode step indeks*, *multimode step indeks* dan *multimode graded indeks*. *Singlemode step indeks* merupakan fiber optik dengan *core* yang sangat kecil, diameternya mendekati panjang gelombang sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak dipantul-pantulkan ke dinding *cladding*. *Singlemode step indeks* ini memiliki diameter *core*nya sangat kecil, digunakan untuk transmisi jarak jauh (>120 km), kecepatan tinggi, serta hanya terdapat 1 berkas cahaya yang dapat melewatinya,

Multimode step indeks merupakan fiber optik yang berdiameter *core* agak besar. Fiber optik memiliki ukuran *core* sekitar 50 μm -125 μm , diameter *cladding* 125 μm -500 μm . Diameter *core*nya besar digunakan untuk transmisi kecepatan rendah dan jarak tempuh yang pendek. Keuntungan menggunakan fiber optik jenis ini adalah mudah dibuat, *core* tebal dan mudah dalam penyambungan. Kerugian menggunakan fiber ini adalah

terjadi disperse, jarak tempuh yang pendek dan transmisi yang berkecepatan rendah.

Fiber optic *multimode graded indeks* merupakan fiber optik dengan diameter *core* yang besar dan mempunyai *cladding* yang indeks biasanya bertingkat sehingga dapat menambah *bandwidth* jika dibandingkan dengan *multimode step indeks*. Fiber optik *multimode grade indeks* ini memiliki ciri-ciri berdiameter *core* 30-60mm, *claddingnya* 100-150mm. Kerugian menggunakan fiber optik jenis ini adalah sukar dalam pembuatannya dan harganya mahal (Pertwi et al., 2015).

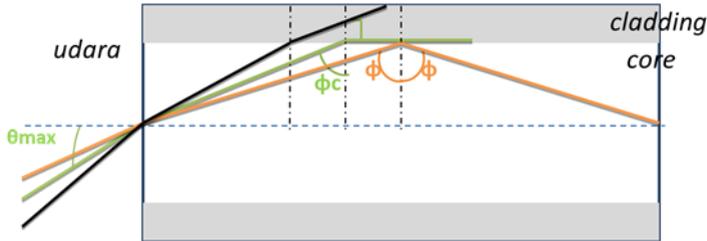
Menurut Hukum Snellius, seberkas sinar datang dari medium dari indeks bias yang rapat menuju medium dengan indeks bias yang kurang rapat, maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal bidang batas kedua bahan tersebut. Sebagian sinar yang datang dipantul dengan sudut yang sama besar dengan sebagian lagi dibiaskan menjauhi normal dengan sudut θ_2 , berlaku hubungan:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \dots\dots\dots(2.4)$$

Jika sudut datang θ_1 diperbesar maka sinar bias akan semakin menjauh garis normal. Sudut kritis θ_c adalah sudut maksimum sinar yang memasuki fiber agar sinar dapat tetap merambat sepanjang fiber. Untuk $n_1 > n_2$, sudut datang θ_1 akan mencapai sudut kritis $\theta_1 = \theta_c$ jika $\theta_2 = 90^\circ$, sehingga

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots(2.5)$$

Pada waktu seberkas cahaya datang pada suatu ujung fiber optik, cahaya ini akan mengalami pemantulan internal total berulang-ulang sampai ia keluar dari ujung lain fiber optik, tanpa kehilangan energinya.



Gambar 2.4 Pemantulan dalam total

Numerical aperture (NA) adalah ukuran kemampuan sebuah fiber untuk menangkap cahaya. NA erat hubungannya dengan θ_{\max} seperti dapat dilihat pada Gambar 2.4. NA adalah parameter yang harganya tergantung pada indeks bias *core* dan *cladding* pada fiber optik. Sedangkan θ_{\max} adalah sudut masukkan maksimum. Dengan begitu terbentuklah persamaan

$$NA = n \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dalam hal ini cahaya merambat melalui udara. Sehingga nilai n adalah indeks bias udara yaitu 1. Sehingga

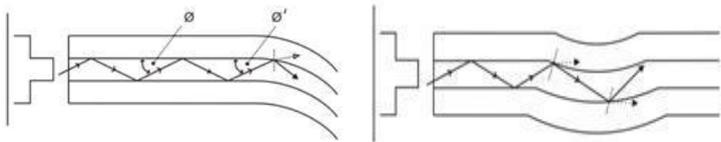
$$NA = \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \dots \dots \dots (2.7)$$

Cahaya pada fiber optik terdistribusi kesegenap sudut ruang, sehingga semakin besar sudut θ_{\max} semakin banyak cahaya yang tertampung ke dalam fiber optik. Dari Persamaan 2.7 di atas terlihat bahwa NA maupun θ_{\max} tidak tergantung pada ukuran (dimensi) fiber optik. Nilai NA biasanya sekitar 0,20 sampai 0,29 untuk fiber gelas, sedangkan fiber plastik memiliki NA yang lebih tinggi dapat melebihi 0,5 (Kholilah, 2011).

2.3 Bending

Cahaya akan merambat didalam fiber optik karena dipantulkan dengan sempurna pada batas antar *core* dan *cladding*.

Dalam perambatannya cahaya mengalami pengurangan daya (loss) akibat adanya penyerapan oleh material fiber hamburan dan adanya lengkungan (bending). *Bending loss* (atau rugi rugi pembengkokan) merupakan salah satu dari beberapa sumber loss fiber optik. Berdasarkan jenisnya yang dapat dilihat pada Gambar 2.5, *bending loss* dibagi menjadi 2 yaitu *macrobending* dan *microbending*. Rugi-rugi *macrobending* terjadi ketika sinar atau cahaya melalui fiber optik yang dilengkungkan dengan jari-jari lebih lebar dibandingkan dengan diameter fiber optik sehingga menyebabkan hilangnya daya. Sedangkan rugi-rugi *microbending* terjadi akibat adanya permukaan yang tidak rata (dalam orde mikro) sebagai akibat proses perbaikan bahan yang kurang sempurna (Pramono, 2012).



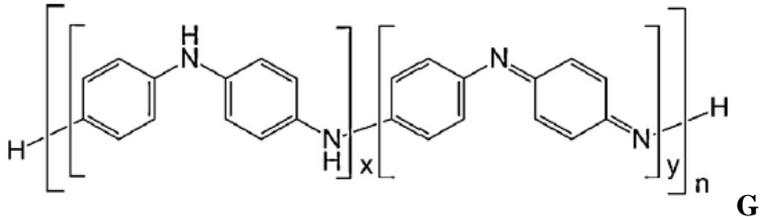
Gambar 2.5 *Macrobending* dan *microbending* (Daniyati et al., 2011)

Namun dari sisi lain fenomena ini dapat dimanfaatkan sebagai sensor. Gelombang cahaya yang merambat didalam inti fiber akan terdistorsi bila fibernya dilengkungkan. Kecepatan cahaya yang merambat pada bagian dalam lengkungan hampir lebih lambat daripada yang bagian luarnya untuk mempertahankan bentuk muka gelombang. Ini berarti nilai indeks bias inti fiber pada bagian tersebut lebih kecil bila dibandingkan saat fiber dalam keadaan lurus. Semakin kecil jari-jari lengkungan maka nilainya semakin mendekati nilai indeks bias selubung cladding sehingga makin banyak cahaya yang keluar dari inti fiber, atau semakin besar ruginya.

2.4 PANI-PVA

Polyaniline (PANI) merupakan salah satu jenis polimer konduktif yang dihasilkan dari proses polimerisasi monomer

anilin. Polianilin pertama kali ditemukan pada tahun 1835 sebagai “aniline black”, yang didapat dengan oksidasi dari anilin. Polimer konduktif ini terkenal karena kemudahan sintesisnya dan stabilitas lingkungannya. Pada tahun 1990 ditemukan bahwa polianilin bersifat fleksibel. PANI juga telah dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti baterai isi ulang, pelindung interferensi gelombang elektromagnetik, microwave dan material absorpsi pada radar. PANI merupakan polimer yang memiliki struktur seperti pada Gambar 2.6 yang terdiri dari gugus tereduksi (x) dan gugur teroksidasi (y). PANI memiliki beberapa bentuk struktur molekul berdasarkan tingkat oksidasinya yang membedakan sifat kimia dan fisiknya sekaligus (Hidayat, 2015).



ambar 2.6 Struktur Molekul PANI(Hidayat, 2015)

Seperti telah umum diketahui bahwa polianilin sebagai bahan polimer konduktif memiliki karakteristik yang unik, yaitu dapat mengalami perubahan sifat listrik dari keadaan isolator (non-konduktif) menjadi konduktor (atau semikonduktor) berdasarkan tingkat protonasi pada bahan polianilin tersebut. Seiring perubahan sifat listrik (konduktivitas) juga mengalami perubahan sifat optik (indeks bias dan absorpsivitas) berdasarkan kondisi protonasi dan perubahan struktur kimianya (Maddu, 2007).

Polimer *Polyvinyl Alcohol* (PVA) merupakan salah satu polimer hidrofilik berbentuk halus, berwarna putih kekuningan dan tidak berbau. PVA merupakan polimer yang larut dalam air, tidak toksik, mempunyai ketercampuran yang baik dan memiliki sifat elastis. Apabila PVA berbentuk padatan kering, butiran atau bubuk memiliki bentuk film yang baik, tidak korosif, lembut dan

bersifat adesif (perekat) serta kekuatan tarik yang baik (Simanjuntak, 2008).

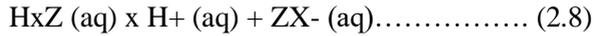
2.5 pH Asam Basa

Asam dan basa merupakan dua golongan zat kimia yang sangat penting. Asam dan basa sudah dikenal sejak zaman dulu. Istilah asam (acid) berasal dari bahasa Latin acetum yang berarti cuka. Istilah basa (alkali) berasal dari bahasa Arab yang berarti abu. Basa digunakan dalam pembuatan sabun. Juga sudah lama diketahui bahwa asam dan basa saling menetralkan. Berkaitan dengan sifat asam dan basa, larutan dikelompokkan dalam tiga golongan yaitu bersifat asam, basa dan netral. Menurut teori Arrhenius, zat dalam air yang menghasilkan ion H^+ disebut asam, sedangkan zat yang didalam air terionisasi menghasilkan ion OH^- adalah basa.

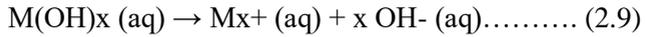
Sifat asam-basa dari suatu larutan juga dapat ditunjukkan dengan mengukur pH nya. pH adalah suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $pH > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $pH < 7$ menunjukkan keasaman. $pH=0$ menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan $pH=14$ menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktifitas ion hidrogen. Jika konsentrasi $[H^+]$ lebih besar dari konsentrasi $[OH^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[OH^-]$ lebih besar dari konsentrasi $[H^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu nilai pH lebih dari 7.

Konsep yang cukup memuaskan tentang asam dan basa, dan yang tetap diterima hingga sekarang, dikemukakan oleh Arrhenius pada tahun 1884. Menurut Arrhenius, asam adalah zat yang dalam air melepaskan ion H^+ sedangkan basa melepaskan ion OH^- . Jadi, pembawa sifat asam adalah ion H^+ sedangkan

pembawa sifat basa adalah OH^- . Asam Arrhenius dirumuskan sebagai HxZ yang dalam air mengalami ionisasi sebagai berikut:



Basa Arrhenius adalah hidroksida logam, M(OH)x , yang dalam air terurai sebagai berikut:

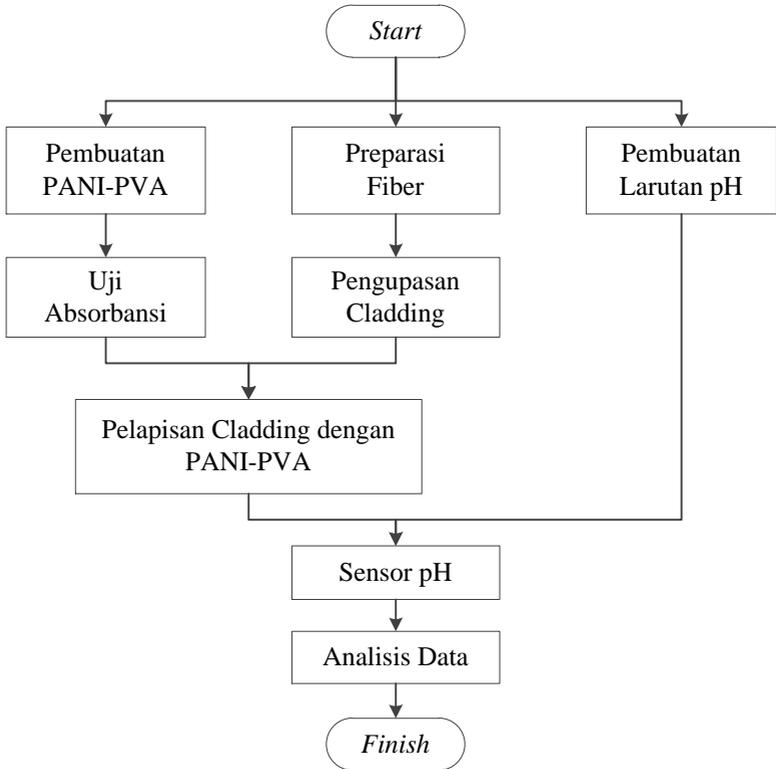


Dengan x adalah nilai valensinya (Ari, 2008).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

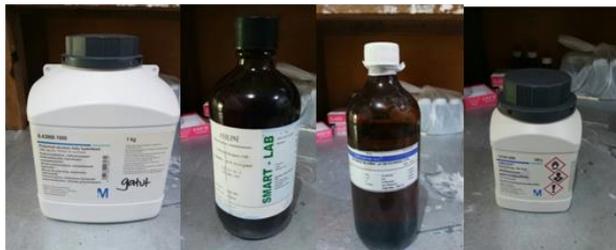
Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini sesuai pada Gambar 3.2.



(a)



(b)

(c)

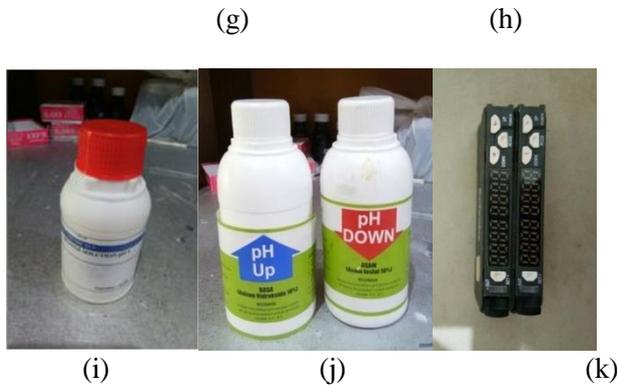


(d)

(e)

(f)





Gambar 3.2 Alat dan Bahan yang digunakan

Berikut adalah penjelasan singkat mengenai alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini sesuai dengan Gambar 3.2.

(a) Polyvinyl Alcohol, Aniline, HCl dan ammonium peroksidisulfat

PVA, Aniline, HCl dan APS merupakan bahan dasar dalam pembuatan PANI-PVA. Dimana larutan PANI-PVA terdiri dari campuran 3 larutan yaitu larutan Polyvynil Alcohol, larutan Aniline HCl serta larutan Amonium Peroksidisulfate.

(b) *Magnetic Stirrer*

Magnetic stirrer digunakan untuk membantu dalam pelarutan larutan PANI-PVA.

(c) Kaca Preparat

Kaca preparat dapat digunakan menjadi 2 fungsi. Pertama sebagai alat uji absorbansi. Kaca preparat yang akan diuji absorbansinya terlebih dahulu dilapisi PANI-PVA. Kedua sebagai tempat untuk melapisi fiber optik dengan PANI-PVA. Kaca preparat ditetesi PANI-PVA, kemudian fiber yang telah menyisakan corenya saja dicelupkan pada kaca yang telah ditetesi PANI-PVA.

- (d)Spektro Phometer
Spektro Photometer digunakan sebagai alat uji absorbansi larutan PANI-PVA.
- (e)Fiber Optik *Multimode* tipe FD-620-10
Fiber optik yang digunakan adalah jenis *multimode* dengan tipe FD-620-10. Fiber optik tersebut memiliki lebar diameter keseluruhan yaitu 2,8 mm. Pada penelitian kali panjang fiber optik yang digunakan sepanjang 1 m.
- (f)*Cutter*
Cutter digunakan untuk memotong jaket fiber.
- (g)Amplas 1000 CC-Cw dan Tisu Optik
Amplas 1000 mesh digunakan untuk mengkupas *cladding* fiber optik. Amplas yang dipilih adalah nomor 1000 CC-Cw dimana amplas tersebut tidak terlalu kasar. Semakin kasar amplas yang digunakan dapat mengakibatkan kerusakan *cladding* ataupun *core* fiber. Sedangkan Tisu Optik digunakan untuk memperhalus *core* fiber optik yang digunakan.
- (h)pH Meter
pH meter digunakan untuk mengetahui nilai pH larutan yang akan dibuat.
- (i)Larutan Buffer pH=4
Larutan buffer pH=4 digunakan untuk mengkalibrasi pH meter.
- (j)pH Up dan pH Down
pH up berfungsi untuk menaikkan nilai pH larutan. Sedangkan pH down berfungsi untuk menurunkan nilai pH larutan. pH up dan pH down dikombinasikan agar didapatkan nilai pH larutan yang diinginkan.
- (k)BF5R-D1-N
BF5R-D1-N yang digunakan sebanyak 2 buah yaitu sebagai sumber cahaya dan sebagai *detector*.

3.3 Langkah Kerja

Langkah kerja pada penelitian ini terdiri dari enam bagian, yaitu pembuatan larutan PANI-PVA, pengujian tingkat *absorbansi*, pengupasan cladding, pelapisan dengan PANI – PVA, pembuatan larutan dengan pH berbeda dan pengujian larutan dengan pH berbeda.

3.3.1 Pembuatan Larutan PANI-PVA

Pembuatan larutan PANI-PVA terdiri dari 3 bagian yaitu pembuatan larutan PVA, pembuatan larutan aniline HCl dan larutan ammonium peroksidisulfat. Pertama dibuat larutan PVA. Disiapkan terlebih dahulu aquades sebagai zat pelarut pada gelas ukur. Aquades yang digunakan adalah sebanyak 50 ml. Dibuat larutan dengan perbandingan 5(w/v)% PVA pada larutan. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mencari massa PVA.

$$5\% = \frac{m_{PVA}}{m_{PVA} + v_{aquades}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan menggunakan rumus tersebut, didapatkan nilai massa PVA adalah 2,78 gr ($\rho_{PVAmw.Aprox6000} = 400 - 670 \text{ kg/m}^3$, mean= $535 \text{ kg/m}^3=0,535 \text{ gr/m}^3$).

Selanjutnya pembuatan larutan aniline HCl. Sebanyak 2 ml aniline dicampurkan dengan 50 ml HCl. Larutan dibiarkan selama 1 jam. Larutan selanjutnya adalah larutan ammonium peroksidisulfat. Sebanyak 6 gr ammonium peroksidisulfat dicampurkan dengan 50 ml aquades. Larutan tersebut juga dibiarkan selama 1 jam.

Setelah dibuat 3 larutan diatas, ketiga larutan kemudian dicampur. Larutan yang sudah tercampur dipanaskan pada suhu 80°C dengan diaduk terus menerus hingga benar-benar larut. Pengadukan dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* agar dapat dicampur secara merata. Skala kecepatan yang digunakan adalah 11 selama 6 jam. Solusi akhirnya adalah larutan berubah menjadi hijau tua yang mengindikasikan warna bahwa polimerisasi telah dimulai. Solusi inilah nantinya yang digunakan untuk melapisi

cladding. Agar solusi tersebut bisa bertahan lama, dapat didinginkan pada *freezer*.

3.3.2 Pengujian Tingkat *Absorbansi*

Langkah selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menguji tingkat absorbansi bahan yang diuji. Bahan yang diuji disini yang dimaksudkan adalah PANI-PVA. Pertama disiapkan terlebih dahulu lapisan tipis (kaca preparat) yang nantinya akan ditetesi lapisan PANI-PVA. Lapisan tersebut ditetesi PANI-PVA dan kemudian didiamkan hingga kering seperti pada Gambar 3.3. Selanjutnya *film* berlapis PANI-PVA diuji pada alat spektro photometer. Cahaya yang digunakan adalah cahaya yang memiliki panjang gelombang 350-800 nm. Pengujian tingkat absorbansi ini dilakukan agar dapat mengetahui seberapa peka material PANI-PVA dalam menyerap gelombang cahaya yang berdampak pada terdeteksinya cahaya yang keluar dari sumber laser.



Gambar 3.3 Hasil kaca preparat yang dilapisi PANI-PVA

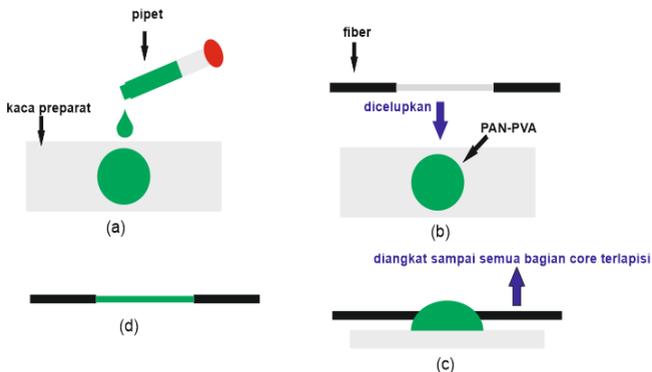
3.3.3 Pengupasan *Cladding*

Pada penelitian kali ini digunakan fiber optik jenis *multimode* tipe FD-620-10 dengan panjang fiber 1 m dan diameter fiber 2,8 mm. Fiber optik ini dilakukan pengupasan *coating* pada bagian tengahnya menggunakan *cutter*. Setelah itu bagian *cladding* juga dikupas dengan cara diampas dengan amplas ukuran 1000 CC/Cw. Selanjutnya dihaluskan dengan tisu optik. Sebagai gantinya, *cladding* pada fiber ini diganti dengan

dilapisi PANI-PVA. Pengupasan dilakukan sepanjang 2; 3; dan 4 cm. Ukuran tersebut dipilih untuk menyesuaikan $\frac{1}{2}$ keliling lingkaran.

3.3.4 Pelapisan dengan PANI – PVA

Setelah dibuat larutan PANI-PVA sebagai pelapis *cladding* dan telah dilakukan pengupasan *cladding*, langkah selanjutnya adalah melapisi bagian *core* fiber yang telah dikupas *cladding*nya dengan PANI-PVA. Langkah pertama teteskan PANI-PVA pada kaca preparat menggunakan pipet. Kaca preparat yang telah ditetesi PANI-PVA tersebut dipanaskan hingga PANI-PVA sedikit mengental. Apabila sudah mengental, fiber optik yang telah dikupas *cladding*nya dicelupkan PANI-PVA yang sudah mengental hingga benar-benar semua bagian *core* telah terlapisi dengan PANI-PVA. Seperti pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5. Selanjutnya dikeringkan hingga PANI-PVA telah melekat pada fiber optik. Setelah PANI-PVA sudah melekat pada bagian *core* fiber optik, selanjutnya fiber diberi perlakuan bending. Bending yang dimaksud adalah *u-bending* dengan diameter $d=2,5$ cm; $d=2$ cm dan $d=1,5$ cm.



Gambar 3.4 Proses pelapisan menggunakan PANI-PVA



Gam

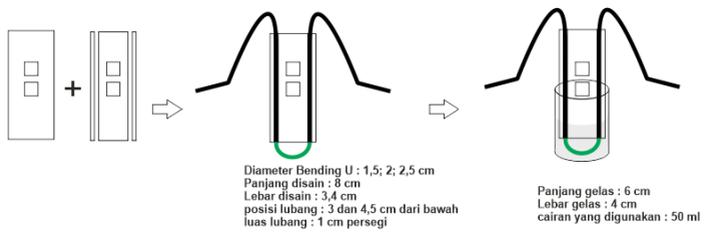
bar 3.5 Hasil setelah pelapisan menggunakan PANI-PVA

3.3.5 Pembuatan Larutan dengan pH Berbeda

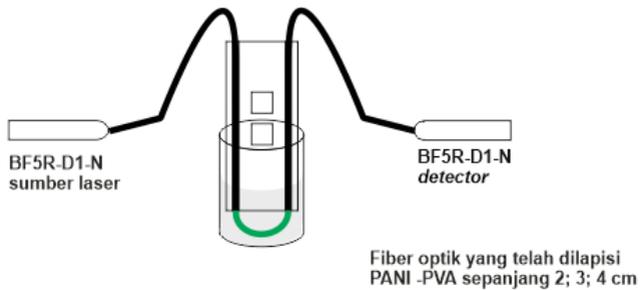
Pada penelitian kali ini dibuat larutan yang berbeda-beda mulai dari pH=2 hingga pH=10. Langkah pertama kita harus mengkalibrasi terlebih dahulu pH meter. Kalibrasi dilakukan dengan cara mencelupkan pH meter kedalam gelas kimia yang berisikan larutan buffer pH=4. Nilai pada pH meter harus menunjukkan nilai 4 pula. Langkah selanjutnya adalah disiapkan aquades pada gelas kimia. Diukur menggunakan pH meter. Setelah itu dilakukan pengukuran nilai pH secara berkala dengan meneteskan *pH up* maupun *pH down* hingga didapatkan nilai pada pH meter yang diinginkan.

3.3.6 Pengujian Larutan dengan pH Berbeda

Setelah fiber optik sudah terlapisi dengan PANI-PVA serta diberi bending dan sudah didapatkan larutan dengan bermacam pH, selanjutnya dilakukan pengujian larutan dengan nilai pH berbeda. Setelah itu ujung fiber optik dihubungkan pada sumber laser sebagai sumber cahaya dan ujung lainnya dihubungkan pada *detector*. Setelah kedua ujung sudah terhubung, kemudian fiber optik dicelupkan pada gelas ukur berisikan larutan dengan nilai pH=10. Selanjutnya dilakukan pengukuran. Data yang didapatkan adalah besarnya intensitas keluaran dari laser yang mampu ditransmisikan oleh fiber optik *multimode* yang telah dilapisi PANI-PVA. Dilakukan secara berkala mulai dari pH=10 hingga pH=2. Dari data yang didapatkan dilakukan analisa agar tujuan dari penelitian dapat tercapai. Untuk set up alatnya bisa dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Rancangan alat



Gambar 3.7 Set up alat

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

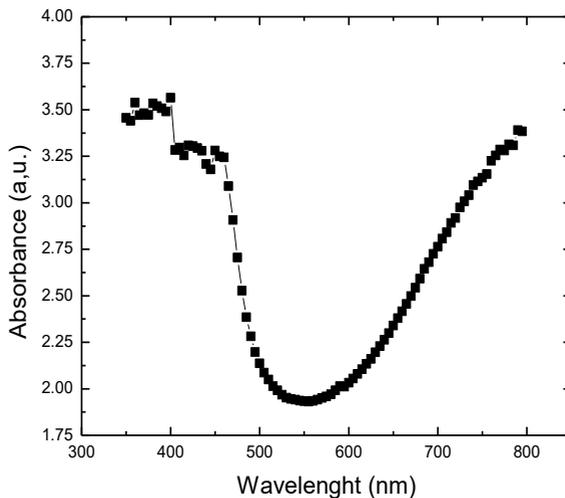
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini dilakukan pengukuran intensitas cahaya keluaran terhadap perbedaan nilai pH suatu larutan. Alat yang digunakan pada pengukuran nilai intensitas kali ini adalah BF5R-D1-N. Pengukuran dilakukan terhadap 3 variasi bending yaitu $d=2,5$ cm; $d=2$ cm dan $d=1,5$ cm. Pengukuran dilakukan dimulai dari larutan dengan $\text{pH}=10$ hingga $\text{pH}=2$.

4.1 Absorbansi PANI-PVA

Tujuan dari pelapisan fiber dengan PANI-PVA adalah untuk mengganti indeks bias dari *cladding*. Indeks bias dari *cladding* harus berubah-ubah agar dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Pelapisan fiber dengan PANI-PVA juga memiliki tujuan lain yaitu membuat cahaya yang tertransmisikan dapat dibaca dengan baik oleh detector. Pengujian absorbansi PANI-PVA dilakukan menggunakan alat spektro photometer.



Gambar 4.1 Grafik absorbansi PANI-PVA

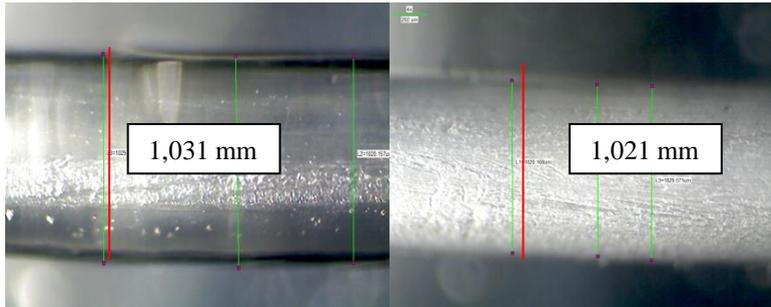
Pada saat pengukuran nilai absorbansi dengan spektrofotometer, digunakan panjang gelombang dengan rentang 350 - 800 nm. Nilai absorbansi yang dicari adalah yang memiliki nilai paling kecil. Semakin kecil nilai absorbansi, maka cahaya yang ditransmisikan akan semakin mendekati nilai cahaya yang dipancarkan oleh sumber. Dari gambar 4.1 dapat diketahui nilai absorbansi paling kecil adalah pada panjang gelombang 555 nm dengan nilai absorbansinya 1,931. Panjang gelombang 555 nm termasuk dalam rentang cahaya berwarna hijau. Namun pada saat pengukuran dilakukan menggunakan laser dengan panjang gelombang 660 nm. Sesuai dengan grafik pada Gambar 4.1, panjang gelombang 660 nm memiliki nilai absorbansi sebesar 2,416. Hal ini dilakukan dengan alasan disesuaikan dengan alat yang ada.

4.2 Lapisan PANI-PVA pada Fiber Optik

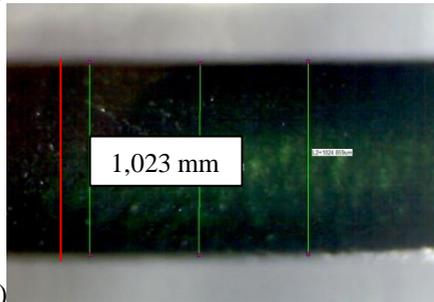
Fiber optik yang digunakan pada penelitian kali ini adalah fiber optik jenis *multimode* dengan tipe FD-620-10. Fiber optik tipe FD-620-10 memiliki tebal diameter 2,8 mm. *Coating* fiber tersebut berwarna hitam sedangkan *cladding* dan *core* berwarna transparan. Secara keseluruhan fiber tipe FD-620-10 terbuat dari plastik. Cara membedakan apakah *cladding* telah terkupas atau belum adalah dengan memberinya cahaya. Apabila cahaya tidak dapat terlihat, maka *cladding* tersebut masih belum terkupas. Sedangkan apabila *cladding* sudah terkupas, maka cahaya akan dapat dilihat. Hal ini sesuai dengan teori bahwa cahaya merambat pada *core* pada fiber optik.

Intensitas cahaya keluaran pada fiber optik sendiri tidak dapat dipengaruhi oleh pH suatu larutan. Oleh karena itu *cladding* suatu fiber harus diganti dengan suatu lapisan yang dapat mempengaruhi indeks bias dari *cladding* pengganti tersebut. Pada penelitian kali ini, *cladding* dikupas dan kemudian diganti dengan lapisan PANI-PVA. Nilai indeks bias dari *cladding* berubah sesuai dengan pH larutan. Sehingga Pengukuran intensitas cahaya

keluaran pada larutan dengan nilai pH yang berbeda dapat dilakukan.



(a)



(b)

(c)

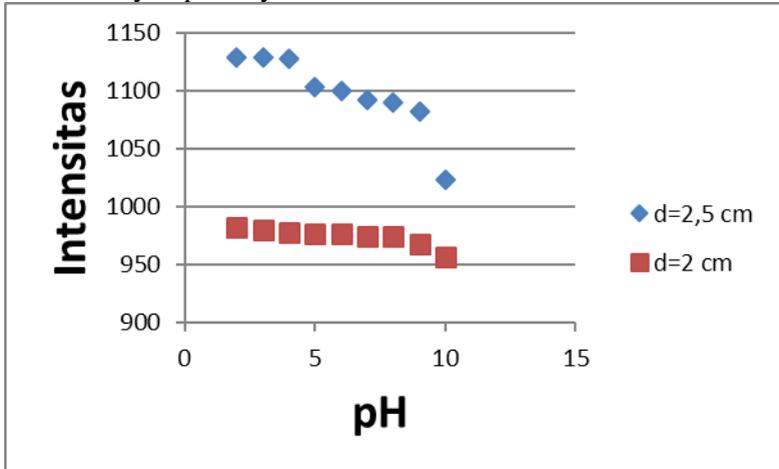
Gambar 4.2 (a)fiber sebelum di amplas; (b)fiber setelah diampas; (c)fiber setelah dilapisi PANI-PVA

Gambar 4.2 menunjukkan ketebalan fiber sebelum diampas, setelah di ampas dan setelah diberi lapisan PANI-PVA. Pengukuran dilakukan menggunakan mikroskop dengan bantuan aplikasi 9.0. Dilakukan pada perbesaran 4x. Ketebalan fiber sebelum di ampas (*core+cladding*) yaitu 1,031mm. Sedangkan setelah di ampas, ketebalan fiber (*core*) yaitu 1,021mm. Kemudian setelah dilapisi (*core+PANI-PVA*) ketebalan fiber menjadi 1,023mm. Hal ini dapat berarti bahwa

ketebalan *cladding* asli sebesar 0,01 mm dan lebih tebal dari *cladding* hasil pelapisan PANI-PVA yaitu 0,002 mm.

4.3 Hubungan Intensitas Cahaya dengan pH Larutan

Pada penelitian kali ini, peneliti mencoba menganalisis pengaruh pH terhadap intensitas keluaran pada fiber optik multimode. Dimana untuk mencari nilai intensitas keluaran digunakan alat BF5R-D1-N. Alat tersebut nantinya akan menampilkan nilai intensitas cahaya keluaran. Alat BF5R-D1-N yang digunakan sebanyak 2 buah, dimana salah satu digunakan sebagai sumber cahaya laser dan yang lainnya sebagai *detector*. Cahaya dari sumber akan tertransmisikan melalui fiber optik yang dicelupkan pada larutan pH yang berbeda dan akan terbaca pada *detector* yang digunakan. Pada penelitian kali ini, *cladding* asli dari fiber optik yang digunakan telah dikupas dan diganti dengan pelapisan PANI-PVA. Hal ini membuat sifat asli *cladding* asli fiber hilang dan diganti dengan sifat dari lapisan PANI-PVA. Sifat yang dimaksud disini adalah indeks bias serta kemampuan dalam menyerap cahaya dari PANI-PVA.



Gambar 4.3 Data intensitas cahaya keluaran (d=2,5 cm dan d=2 cm)

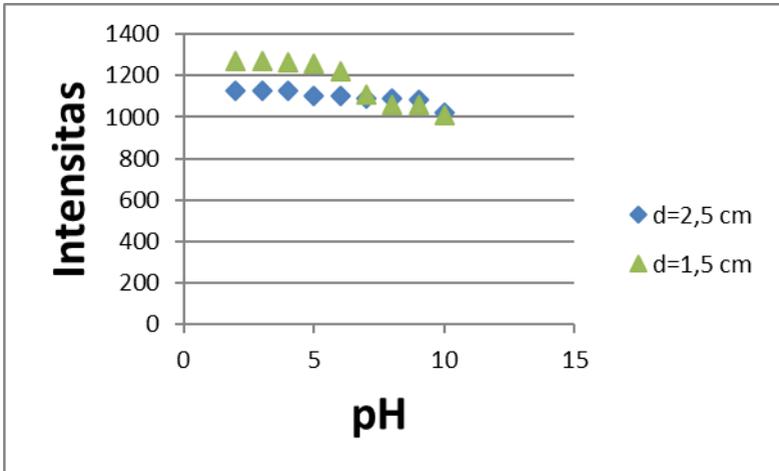
Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa nilai intensitas menurun dari larutan

yang memiliki pH=2 hingga larutan dengan pH=10. Berlaku pula pada variasi bending yang dilakukan pada penelitian kali ini. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh penyerapan (absorpsi cahaya) pada fiber optik. Atom-atom dengan valensi ion negatif lebih banyak memiliki elektron-elektron bebas. Sifat elektron bebas tersebut dapat menyerap energi foton yang dihasilkan oleh cahaya yang seharusnya energi foton tersebut diserap oleh *detector*. Semakin tinggi nilai pH, berarti larutan semakin bersifat basa (OH^-). Artinya, semakin banyak konsentrasi elektron bebasnya akan berakibat pada semakin banyak cahaya yang terabsorpsi. Hal ini sesuai dengan hasil percobaan yaitu semakin tinggi nilai pH menghasilkan intensitas cahaya keluaran yang semakin rendah (Kholilah, 2011). Dengan begitu dapat dikatakan disain fiber optik tipe FD-620-10 dengan *cladding* PANI-PVA dapat bekerja sebagai sensor pH pada pH=2 sampai pH=10.

4.4 Pengaruh Bending

Pada penelitian kali ini juga diberikan pengaruh *bending*. *Bending* atau lekukan yang dilakukan berbentuk U atau biasa disebut dengan *U-Bending*. Terdapat 3 ukuran *bending* pada penelitian kali ini, yaitu $d=2,5$ cm; $d=2$ cm dan $d=1,5$ cm. Dengan adanya 3 variasi ukuran bending, maka peneliti membuat 3 disain untuk mempermudah dalam proses penelitian.

Fiber yang diberi perlakuan *bending* akan mengalami *bend loss* yaitu rugi yang diakibatkan oleh adanya lekukan. Semakin kecil jarak bending maka fiber akan mengalami *bend loss* yang semakin besar. Hal ini dikarenakan cahaya tidak dapat ditransmisikan dengan baik. Dari hasil penelitian sesuai pada Gambar 4.3, dapat diketahui bahwa pada saat fiber diberi *bending* $d=2,5$ cm memiliki nilai intensitas cahaya keluaran lebih besar daripada saat fiber diberi *bending* $d=2$ cm.



Gambar 4.4 Data intensitas cahaya keluaran ($d=2,5\text{cm}$ dan $d=1,5\text{cm}$)

Sedangkan pada saat fiber diberi *bending* $d=1,5\text{ cm}$, nilai intensitas cahaya keluaran lebih besar dari pada fiber yang diberi *bending* $d=2,5\text{ cm}$. Sesuai pada Gambar 4.4. Hal ini tentu tidak sesuai dengan teori yang ada. Faktor yang mempengaruhi terjadinya kesalahan tersebut seperti kurangnya ketelitian dalam proses pengupasan *cladding* serta tidak ratanya *core* yang dilapisi dengan PANI-PVA. Hal tersebut mengakibatkan kesalahan pada saat dilakukan pengukuran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sensor pH menggunakan *macrobending* fiber optik plastik dengan *cladding* berupa lapisan PANI-PVA telah berhasil di fabrikasi.
2. Fiber optik tipe FD-620-10 dengan *cladding* PANI-PVA dapat bekerja sebagai sensor pH pada pH=2 sampai pH=10.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir ini terdapat beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu sebagai berikut.

1. Digunakan larutan HCl dan NaOH dengan nilai pH yang berbeda.
2. Digunakan larutan untuk mengupas *cladding*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. <URL:<https://www.kajianpustaka.com/2017/01/gelombang-elektromagnetik.html>>.
- Anonim. 2018. <URL:<https://hypernet.co.id/2018/05/11/jenis-jenis-kabel-fiber-optik/>>.
- Arenholt-Bindslev D. 2009. Biocompatibility of dental materials. Springer, Germany
- Ari, A., 2008. Bahan Ajar Kimia Dasar. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Daniyati, R., Wibowo, R., Aridya, N., Rinda, C., 2011. Pengaruh Kelengkungan (Bending Loss) Terhadap Pengaruh Intensitas yang Timbul Pada Fiber Optik.
- Effendi, 2013. Diktat Mata Kuliah Optika. STKIP Nurul Huda, Sumatera Selatan.
- Giancoli, D., 2001. Fisika Edisi Ke Lima. Erlangga, Jakarta.
- Hidayat, A.T., 2015. Fabrikasi Nanofiber PANI/PVA dengan Metode Pemintalan Listrik.
- Khanikar, T., Singh, V.K., 2019. PANI-PVA composite film coated optical fiber probe as a stable and highly sensitive pH sensor. *Optical Materials* 88, 244–251. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2018.11.044>
- Kholilah, R.A., 2011. Study Awal Fiber Optik Sebagai Sensor pH. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Kumalasari, A.D., 2012. Perancangan Sensor Pergeseran Menggunakan Serat Optik Untuk Struktur Rangka Jembatan.
- Maddu, A., 2007. Pengembangan Sensor Serat Optik dengan Cladding Termodifikasi Polianilin Nanostruktur Untuk Mendeteksi Beberapa Uap KIM.
- Matiin,N., 2012. Pengaruh Variasi Bending Sensor pH Berbasis Serat Optik Plastik Menggunakan Lapisan Silica Sol Gel Terhadap Sensitivitas. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Pertiwi, P.K., Fahmi, P., Sakinah, A., Hakim, J.A.R., 2015. Analisis Pengaruh Perubahan Konsentrasi Larutan dan Tegangan Menggunakan Fiber Optic 4.
- Pramono, N.Y., 2012. Pengaruh Lekukan Bertekanan Pada Serat Optik Plastik Terhadap Pelemahan Intensitas Cahaya.
- Simanjuntak, M.J., 2008. Studi Film Polyvinil Alcohol (PVA) Dimodifikasi Dengan Acrylamide (AAm) Sebagai Material Sensitif Terhadap Kelembaban.
- Sunardi, 2012. Fisika Berbasis Pendidikan Karakter Bangsa. PT Srikandi Empat Widya Utama, Bandung.
- Wibisono, Lucky., 2009. Perancangan Sistem Kuisisi Data Sensor pH Berbasis Lapisan Silica Sol-Gel. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Young, F., 2003. Fisika Universitas Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Ziemann, Olaf et al. 2008. POF Handbook - Optical Short Range Transmission Systems. Springer, Germany.

LAMPIRAN

A. Data Sheet PANI-PVA

Tabel 1. Data Sheet PANI – PVA

| | Anilinin | Asam Klorida | Ammonium Peroksidisulfate | Polyvinyl Alcohol | Aquades |
|--------------------|---|-------------------------------|---|--|-------------------|
| Rumus Kimia | C ₆ H ₅ NH ₂ | HCl | (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ | (C ₂ H ₄ O) _x | H ₂ O |
| Penampilan | Cairan tak berwarna | Cairan tak berwarna | Berbentuk padatan warna putih | Berbentuk padatan warna putih | Cairan transparan |
| Indeks Bias | 1,58 | | 1,5 | 1,49 - 1,52 | 1,33 |
| Kerapatan | 1,0217 gr/ml | 1,18 gr/cm ³ | 1,98 gr/cm ³ | 1,19 - 1,31 gr/cm ³ | 0,996 gr/ml |
| Titik Didih | 457,28 K | 321 K | - | - | 373 K |
| Titik Lebur | 266,8 K | 247 K | 393 K | 473 K | 273 K |
| Sifat Lain | Basa lemah Sukar larut dalam air | Asam kuat Bersifat korosif | Sensitif terhadap kelembapan | Bersifat perekat | Bersifat pelarut |

B. Data Hasil Penelitian

Tabel 2. Diameter Bending 2,5 cm

| pH | Intensitas (au) | | | | | |
|----|-----------------|------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Rata-rata |
| 2 | 1126 | 1126 | 1128 | 1132 | 1134 | 1129.2 |
| 3 | 1124 | 1126 | 1130 | 1131 | 1132 | 1128.6 |
| 4 | 1127 | 1127 | 1129 | 1128 | 1129 | 1128 |
| 5 | 1101 | 1103 | 1101 | 1106 | 1104 | 1103 |
| 6 | 1101 | 1100 | 1101 | 1100 | 1099 | 1100.2 |
| 7 | 1090 | 1094 | 1093 | 1092 | 1093 | 1092.4 |
| 8 | 1089 | 1093 | 1091 | 1091 | 1088 | 1090.4 |

| | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|--------|
| 9 | 1080 | 1083 | 1080 | 1086 | 1083 | 1082.4 |
| 10 | 1029 | 1024 | 1022 | 1022 | 1022 | 1023.8 |

Tabel 3. Diameter Bending 2 cm

| pH | Intensitas (au) | | | | | Rata-rata |
|----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 2 | 980 | 982 | 984 | 985 | 982 | 982.6 |
| 3 | 979 | 981 | 980 | 982 | 981 | 980.6 |
| 4 | 976 | 977 | 978 | 979 | 981 | 978.2 |
| 5 | 977 | 978 | 979 | 977 | 975 | 977.2 |
| 6 | 970 | 979 | 977 | 978 | 979 | 976.6 |
| 7 | 970 | 978 | 971 | 979 | 978 | 975.2 |
| 8 | 977 | 977 | 975 | 973 | 973 | 975 |
| 9 | 970 | 968 | 970 | 966 | 965 | 967.8 |
| 10 | 955 | 960 | 958 | 953 | 959 | 957 |

Tabel 4. Diameter Bending 1,5 cm

| pH | Intensitas (au) | | | | | Rata-rata |
|----|-----------------|------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 2 | 1268 | 1269 | 1270 | 1269 | 1270 | 1269.2 |
| 3 | 1266 | 1268 | 1267 | 1269 | 1270 | 1268 |
| 4 | 1264 | 1265 | 1268 | 1266 | 1266 | 1265.8 |
| 5 | 1256 | 1263 | 1261 | 1260 | 1260 | 1260 |
| 6 | 1058 | 1261 | 1260 | 1261 | 1259 | 1219.8 |
| 7 | 1111 | 1113 | 1112 | 1111 | 1111 | 1111.6 |
| 8 | 1058 | 1061 | 1060 | 1061 | 1059 | 1059.8 |
| 9 | 1058 | 1057 | 1054 | 1055 | 1057 | 1056.2 |
| 10 | 1008 | 1010 | 1009 | 1012 | 1009 | 1009.6 |

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis yaitu Rizqi Nur Ainun, dengan nama panggilan Rizqi. Penulis dilahirkan di Surabaya, 28 Januari 1997, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Ayah penulis bernama Drg. Nur Sjaiful Anwar dan Ibu bernama Avin Andriyani. Saat ini penulis tinggal di RT 12 RW 2 Bakalan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Balongbendo, SD Muhammadiyah 1 Krian, SMPN 1 Krian, dan SMAN 1Krian. Setelah lulus dari SMAN pada tahun 2015 penulis diterima di Jurusan Fisika FS-ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 01111540000066.

Selama duduk di bangku kuliah penulis aktif mengikuti kegiatan perkuliahan dan organisasi. Di departemen Fisika ini penulis mengambil bidang studi optoelektronika. Penulis pernah menjadi asisten laboratoriumfisika laboratorium 2. Penulis pernah aktif organisasi di Kesejahteraan Mahasiswa (KESMA) dan *Sport and Art* (SNA) Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMASIKA) ITS. Penulis juga pernah mengikuti kerja praktek di PT.Telkomsel Regional Jawa Timur. Penelitian tugas akhir ini dilakukan penulis di laboratorium optoelektronika selama 2 bulan.

E-mail : rizqinurainun@gmail.com