

KARAKTERISASI SISTEM SENSOR SERAT OPTIK BERDASARKAN EFEK GELOMBANG *EVANESCENT*

Andeskob Topan Indra, Harmadi

Laboratorium Fisika Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
e-mail: andes7ti@yahoo.co.id,

ABSTRAK

Telah dilakukan pengkarakterisasian sistem sensor serat optik berdasarkan efek gelombang *evanescent*. Karakterisasi dilakukan untuk melihat pengaruh panjang pengelupasan *cladding* terhadap rugi-rugi pada serat optik dan pengaruh pembengkokan serat optik yang telah dikupas *cladding*-nya terhadap rugi-rugi pada serat optik. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan jenis *cladding* pengganti yaitu *cladding* udara dan air, memvariasikan panjang pengupasan *cladding* dengan panjang 3 cm sampai 10 cm, serta memvariasikan pembengkokan serat optik tersebut. Alat dan bahan yang digunakan adalah serat optik moda jamak FD-620-10, LED superbright warna merah ukuran 5 mm, detektor cahaya OPT 101 dan multimeter digital. Serat optik dipotong sepanjang 17 cm dan dikupas *cladding*-nya dengan menggunakan larutan aseton. Hasil eksperimen memperlihatkan bahwa semakin panjang pengupasan *cladding*, semakin besar rugi-rugi serat optik yang dihasilkan. Rugi-rugi serat optik juga akan semakin besar seiring bertambah besarnya pembengkokan serat optik. Pada kasus efek gelombang *evanescent*, nilai indeks bias *cladding* berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang ditransmisikan dalam serat optik. Penurunan nilai indeks bias *cladding* akan membuat intensitas cahaya yang ditransmisikan juga akan menurun sehingga rugi-rugi serat optik menjadi besar.

Kata kunci: sensor serat optik, gelombang *evanescent*

ABSTRACT

Characterization of fiber optic sensor system based on evanescent wave has been done. Characterization is done to see the long-stripping effect cladding toward losses and optical fiber bending effects had been pared its cladding toward losses in optical fiber. The experiment was conducted by varying the type cladding replacement of air and water, as well as varying the length of the cladding stripping length of 3 cm to 10 cm and varying the bending of the optical fiber. Tools and materials used are fiber optic multi mode FD-620-10, superbright LED red with 5 mm size, light detectors OPT 101 and digital multimeter. Optical fiber was cut along the 17 cm and its cladding was pared using acetone solution. The experimental results showed that the longer the stripping peeled of cladding, the greater losses resulting optical fiber. Losses optical fiber will increase the amount of fiber bending. In evanescent wave effects case, the value of refractive index cladding gave effect on the intensity of transmitted light in optical fibers. Decreasing in the value of the refractive index cladding will make intensity of transmitted light decreased so optical fiber losses become large.

Key words: fiber optic sensor, evanescent wave

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan bidang telekomunikasi untuk transmisi data mengalami kemajuan yang cukup signifikan. Banyak penemuan-penemuan yang dilakukan oleh ilmuwan dalam memenuhi permintaan untuk mentransmisikan data yang besar pada jarak yang sangat jauh, salah satunya adalah serat optik. Serat optik pertama kali diperkenalkan oleh Charles Kao, yang telah mendapatkan hadiah nobel untuk kategori Fisika tahun 2009 karena penemuannya telah mengubah dunia telekomunikasi. Ia telah mengusulkan bahwa cahaya dapat ditransmisikan lewat kabel, dimana kabel tersebut berisi lapisan silika yang dapat menghantarkan cahaya (Djohan, 2009).

Serat optik biasanya digunakan untuk menggantikan kabel konvensional yang fungsinya sebagai kabel daya. Serat optik memiliki banyak kelebihan terutama karena data yang dikirimkan dimodulasi dengan cahaya sehingga tidak berbahaya. Keunggulan lainnya yaitu pengiriman data yang lebih cepat, lebih akurat, dan relatif lebih stabil terhadap perubahan

kondisi lingkungan dibandingkan kabel konvensional. Serat optik juga memiliki keunggulan lain yang menjanjikan, seperti, berukuran kecil, tidak berinterferensi dengan gelombang elektromagnetik, tahan terhadap suhu tinggi, redaman transmisi yang kecil, serta memiliki *bandwidth* yang besar (Wahyudi).

Karakteristik bahan serat optik sangat berpengaruh dalam transmisi sinyal pada serat optik tersebut. Pemantulan dan pembiasan sinyal di dalam serat optik tergantung pada indeks bias bahan yang dipakai dalam serat optik tersebut. *Attenuasi* (redaman) juga menjadi masalah tersendiri dalam penyaluran sinyal. Bentuk redaman yang sering terjadi ketika proses instalasi kabel adalah *bending* (pembengkokan). Serat optik mengalami redaman/rugi-rugi sinyal ketika dibengkokkan pada jari-jari tertentu. Sinyal yang teredam di tengah perjalanan menuju *receiver* menyebabkan penurunan kualitas sinyal yang diterima oleh konsumen ketika menggunakan jasa (Dewi, 2010).

Seiring dengan berjalannya waktu dan berkembangnya ilmu pengetahuan, serat optik tidak hanya digunakan sebagai penghubung dalam sistem telekomunikasi, tetapi juga telah berkembang menjadi sistem sensor yang dikenal dengan *Fiber Optic Sensor* (sensor serat optik). Sensor serat optik dibagi atas tiga tipe, yaitu sensor serat optik ekstrinsik, sensor serat optik intrinsik dan sensor *evanescent*. Salah satu bentuk sensor serat optik yang banyak dikembangkan adalah sensor *evanescent* dimana prinsip kerja sensor berdasarkan efek gelombang *evanescent*. Sensor *evanescent* dibuat dengan mengupas *cladding* asli serat optik dan diganti dengan material yang lain sehingga nilai indeks biasnya berubah (Frederick, 1990).

Penelitian ini mempelajari karakteristik rugi-rugi serat optik dengan serat optik yang ditinjau adalah serat optik yang telah dikupas *cladding*-nya (sensor serat optik berdasarkan efek gelombang *evanescent*). Penelitian dilakukan dengan memvariasikan panjang pengupasan *cladding* dan juga pembengkokan pada sensor serat optik tersebut, dimana *cladding* pengganti yang dipakai adalah *cladding* udara dan *cladding* air.

II. METODE

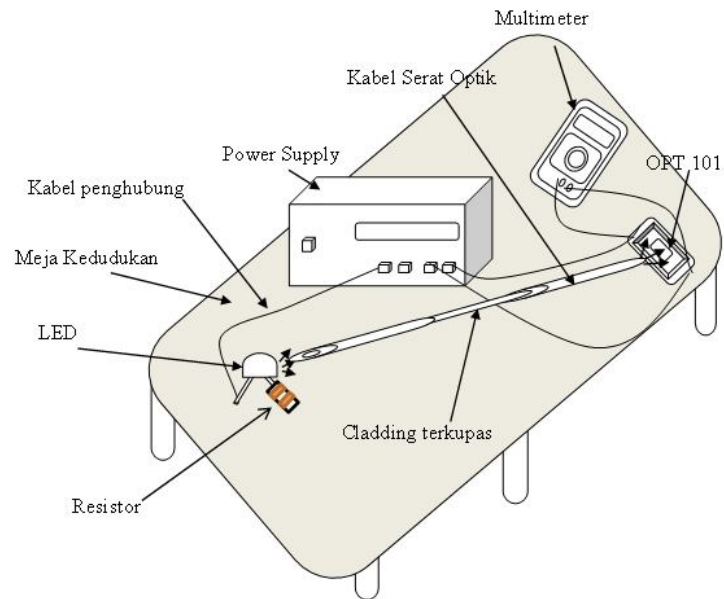
Kegiatan penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Alat-alat yang digunakan diantaranya adalah LED, detektor cahaya berupa OPT 101, catu daya, mikroskop, multimeter digital dan *crocodile clip*. Persiapan bahan dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, diantaranya larutan aseton, lakban, amplas halus, dan serat optik multi mode FD-620-10. Serat optik yang dipakai pada penelitian ini adalah serat optik FD-620-10, karena serat optik ini mempunyai rugi daya yang cukup besar sehingga cocok dipakai untuk pengkajian serat optik sebagai sensor serat optik.

Kabel serat optik dipotong menjadi 9 bagian dengan masing-masing panjang serat optik dipotong sepanjang 17 cm. Satu serat optik tidak dikupas *cladding*-nya, sedangkan 8 lagi dikupas. Pengupasan *cladding* ini bisa dilakukan dengan *toolkit* dari serat optik. Namun *toolkit* ini belum tersedia di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Universitas Andalas sehingga pengupasan *cladding* kabel serat optik dilakukan dengan teknik *hand made* (buatan tangan).

Panjang *cladding* yang dikupas divariasikan dari panjang 3 cm sampai 10 cm. Jacket kabel serat optik harus dikupas terlebih dahulu dengan menggunakan *cutter*. Setelah jacketnya dikupas, *cladding* dikupas dengan menggunakan larutan aseton. Larutan aseton ini digosokkan ke *cladding* sampai *cladding* nya terkelupas. Setelah itu *cladding* diampelas halus untuk memastikan *cladding* tidak ada yang tersisa.

Sistem sensor didesain seperti pada Gambar 1. Pengambilan data dilakukan dengan mencari nilai tegangan yang keluar dari OPT 101. Data pertama yang diambil adalah nilai tegangan saat kabel serat optik belum dikupas *cladding*-nya. Selanjutnya diambil data tegangan ketika *cladding* kabel serat optik telah dikupas dengan *cladding* yang dipakai adalah *cladding* udara. Variasi yang dipakai adalah variasi panjang pengupasan *cladding* dari panjang 3 cm sampai 10 cm. Ada dua kondisi yang akan diambil nilai tegangannya untuk setiap sampel pengupasan. Pertama adalah kondisi pada saat serat optik dalam keadaan lurus. Kedua adalah

kondisi pada saat serat optik dibengkokkan. Setelah itu diambil nilai tegangan dengan *cladding* air dengan kondisi dan cara yang sama seperti pengambilan data dengan *cladding* udara.

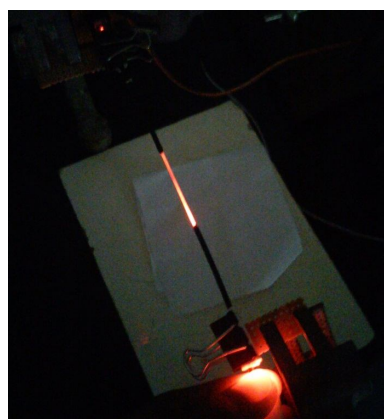


Gambar 1 Desain perangkat sistem sensor

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengupasan *Cladding*

Pengupasan *cladding* pada serat optik merupakan hal yang paling penting dan juga menentukan pada penelitian ini. Pengupasan dilakukan dengan teknik buatan tangan. Kesalahan dalam mengupas *cladding* akan mempengaruhi nilai keluaran yang akan ditinjau, oleh karena itu pengupasan *cladding* haruslah dikerjakan dengan sangat hati-hati. Kesalahan dan ketidakhati-hatian dalam proses pengupasan *cladding* bisa mengakibatkan serat optik menjadi patah yang menyebabkan sinar tidak dapat menjalar pada serat optik dan juga dapat menyebabkan inti serat optik menjadi rusak atau retak. Serat optik dapat menjadi patah jika serat optik terlalu lama direndam dalam larutan aseton. Sedangkan inti serat optik yang retak disebabkan oleh kesalahan sewaktu pengupasan jaket, yaitu jika pengupasan jaket menyebabkan *cladding* menjadi lecet terkena pisau cutter. Ketika *cladding* serat optik yang lecet ini direndam dalam larutan aseton akan mengakibatkan inti menjadi retak pada daerah yang lecet tersebut, walaupun waktu lamanya perendaman tidak terlalu lama. Inti yang retak juga bisa diakibatkan oleh perendaman serat optik terlalu lama yang diangkat sebelum serat optik tersebut menjadi patah.

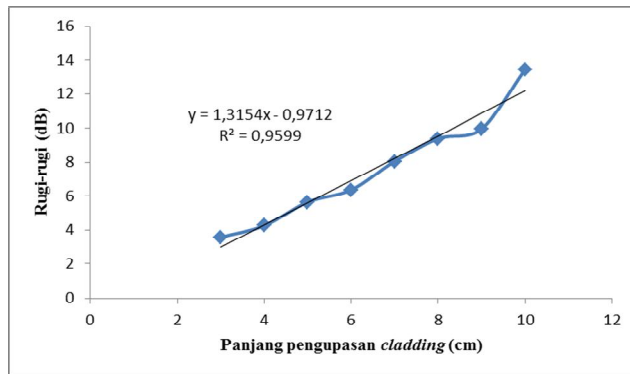


Gambar 2 Serat optik yang telah terkelupas bagian *cladding*

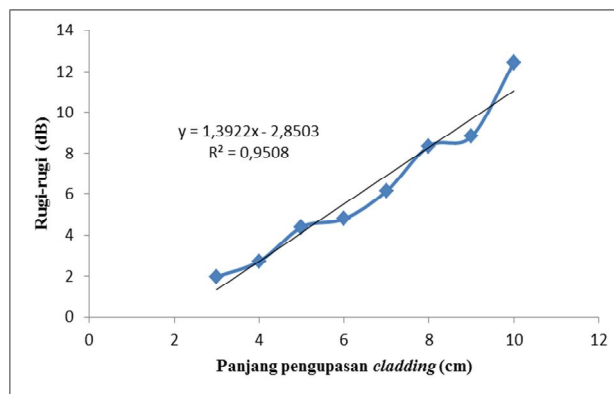
Serat optik yang telah terkelupas bagian *cladding*-nya bisa dibuktikan dengan menembakkan cahaya LED kedalam serat optik. Jika serat optik sudah terkelupas dengan sempurna maka akan terlihat berkas-berkas cahaya yang keluar pada bagian *cladding* yang telah terkelupas sebagai hamburan sinar yang dijalarkan. Bentuk penjalaran cahaya pada bagian *cladding* yang telah terkelupas dapat dilihat pada Gambar 2.

3.2 Pengaruh Panjang Pengupasan *Cladding* Terhadap Rugi-rugi Serat Optik

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan hubungan pengaruh panjang pengupasan *cladding* terhadap rugi-rugi serat optik dengan *cladding* udara dan *cladding* air. Secara keseluruhan pada masing-masing variasi jenis *cladding* yaitu *cladding* udara dan *cladding* air mengalami hal yang sama, yaitu semakin panjang *cladding* yang dikupas semakin besar nilai rugi-rugi yang dihasilkan. Hal yang membedakan adalah rentang nilai rugi-rugi yang didapatkan. Pada *cladding* udara rentang nilai rugi-rugi yang didapat adalah dalam rentang 3,562 dB – 13,412 dB. Sedangkan pada *cladding* air rentang nilai rugi-rugi yang didapat adalah dalam rentang 1,978 dB – 12,436 dB. Berdasarkan nilai rentang tersebut bisa dilihat bahwa pada *cladding* udara akan mengalami rugi-rugi yang paling besar dari pada *cladding* air untuk panjang pengupasan *cladding* yang sama.



Gambar 3 Hubungan panjang pengupasan *cladding* dengan rugi-rugi serat optik pada *cladding* udara



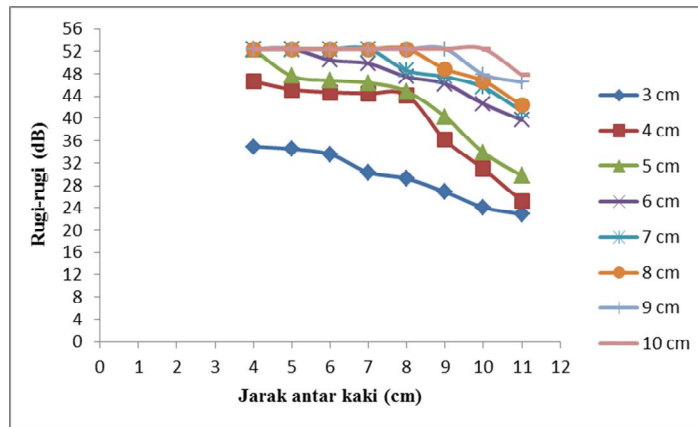
Gambar 4 Hubungan panjang pengupasan *cladding* dengan rugi-rugi serat optik pada *cladding* air

Perbedaan nilai rugi-rugi pada panjang pengupasan *cladding* yang sama dengan jenis *cladding* yang berbeda diakibatkan oleh perbedaan nilai indeks bias antara udara dengan nilai indeks bias air. Pada kasus efek gelombang *evanescent*, nilai indeks bias *cladding* berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang ditransmisikan dalam serat optik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penurunan nilai indeks bias *cladding* akan membuat intensitas berkas cahaya

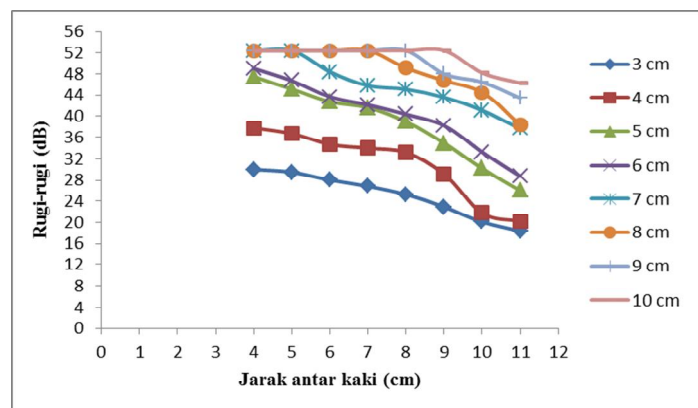
yang diteruskan melalui serat optik akan menurun. Penurunan intensitas diakibatkan oleh meningkatnya kedalaman penetrasi gelombang *evanescent*. Ini mengindikasikan bahwa jika nilai indeks bias semakin turun, maka intensitas cahaya yang ditransmisikan juga akan menurun (rugi-rugi besar) atau peningkatan indeks bias *cladding* akan menurunkan kedalaman penetrasi, sehingga intensitas cahaya yang ditransmisikan hanya mengalami rugi-rugi yang kecil.

3.3 Pengaruh Pembengkokan Terhadap Rugi-rugi Serat Optik

Karakteristik lain yang dapat mempengaruhi rugi-rugi sensor serat optik berdasar efek gelombang *evanescent* adalah rugi akibat pembengkokan. Gambar 5 dan Gambar 6 memperlihatkan pengaruh pembengkokan terhadap nilai tegangan keluaran. Pembengkokan pada jarak kaki 11 cm mempunyai bentuk pembengkokan yang paling kecil, sedangkan pembengkokan dengan jarak kaki 4 cm merupakan bentuk pembengkokan yang paling besar. Dari Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa nilai rugi-rugi serat semakin besar seiring bertambah besarnya pembengkokan serat optik. Semua sampel serat optik yang dikupas *cladding*-nya, baik untuk *cladding* udara maupun *cladding* air, akan mengalami kenaikan nilai rugi-rugi akibat pembengkokan yang semakin besar. Pada Gambar 5 dan 6 bisa dilihat bahwa nilai rugi-rugi yang paling tinggi yang didapatkan adalah 52,469 dB. Nilai tersebut didapat pada saat nilai tegangan keluarannya adalah 10,4 mV. Nilai tegangan tersebut adalah sama dengan nilai tegangan keluaran pada kondisi ruangan gelap. Sehingga dianggap serat optik telah mengalami rugi-rugi yang menyeluruh (sinar yang melalui serat optik telah keluar semuanya dari serat optik).



Gambar 5 Hubungan jarak antar kaki serat optik dengan rugi-rugi serat optik untuk setiap variasi panjang pengupasan *cladding* (*cladding* udara)



Gambar 6 Hubungan jarak antar kaki serat optik dengan rugi-rugi serat optik untuk setiap variasi panjang pengupasan *cladding* (*cladding* air)

Pada dasarnya pengaruh pembengkokan pada jenis serat optik moda jamak FD-620-10 yang masih lengkap (*cladding* belum terkupas) sudah mengalami rugi-rugi, namun rugi-rugi tersebut sangat kecil. Rugi-rugi akan sangat jelas terlihat, jika pembengkokan dilakukan pada serat optik yang telah dikupas bagian *cladding*-nya. Pada prinsipnya sampel serat optik telah mengalami rugi-rugi akibat pengaruh panjang pengupasan *cladding* yang diterima oleh sampel itu sendiri. Pengaruh pembengkokan akan semakin menambah rugi-rugi yang diterima oleh sampel serat optik tersebut.

Pada kasus pembengkokan serat optik berdasar efek gelombang evanescent, cahaya yang mengalami refraksi dan tidak akan dirambatkan di dalam serat optik karena sudut datang cahaya lebih kecil dari sudut kritis. Akan tetapi pada kenyataannya seiring dengan bertambahnya pembengkokan, tegangan tidak hilang seluruhnya, melainkan hanya turun saja sampai batas pembengkokan tertentu. Hal ini berkaitan dengan kemampuan serat optik untuk memerangkap cahaya yang datang, yaitu Numerical Aperture (NA).

IV. KESIMPULAN

Secara keseluruhan pada masing-masing variasi jenis *cladding* yaitu *cladding* udara dan *cladding* air mengalami hal yang sama, yaitu semakin panjang *cladding* yang dikupas semakin besar rugi serat optik yang dihasilkan. Rugi-rugi serat optik juga akan semakin besar seiring bertambah besarnya pembengkokan serat optik. Pada kasus efek gelombang *evanescent*, nilai indeks bias *cladding* berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang ditransmisikan dalam serat optik. Penurunan nilai indeks bias *cladding* akan membuat intensitas cahaya yang ditransmisikan juga akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, M. S., 2010. Kajian Karakteristik Rugi-Rugi pada Serat Optik Telkom karena Pembengkokan Makro, Skripsi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Djohan, N., 2009, Soliton dalam Serat Optik. Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta.
- Frederick, C.A., 1990, Fiber Optics Handbook For Engineers and Scientists, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Wahyudi, M., Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik (Fiber Optik), Bina Sarana Informatika.