

UJI SENSITIVITAS SENSOR BEBAN BERBASIS *POLIMER OPTICAL FIBER* YANG DIBENTUK MELINGKAR DENGAN NANOPARTIKEL TiO_2 SEBAGAI PELAPIS *CLADDING*

SENSITIVITY TEST WEIGHT SENSOR BASED ON POLYMER OPTICAL FIBER WITH CIRCULAR FORM AND TiO_2 NANOPARTICLES AS A COATING ON CLADDING

Oleh: Yohana Putri Safitri ¹⁾, Heru Kuswanto ²⁾
^{1,2)} Universitas Negeri Yogyakarta
 Email: yohanaputri47@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lekukan, pengaruh lapisan nanopartikel TiO_2 serta sebagai pelapis *cladding* terhadap pelemahan daya optik serta uji sensitivitas sensor beban berbasis *Polymer Optical Fiber* (POF). Serat optik yang digunakan adalah POF tipe SH-4001-1.3 dengan indeks bias core sebesar 1,49 dan indeks bias *cladding* sebesar 1,41 yang berlapis nanopartikel TiO_2 pada bagian *cladding*-nya. Pelapisan nanopartikel TiO_2 dengan konsentrasi 5 mM menggunakan metode *coating*. POF berlapis TiO_2 dibentuk melingkar dengan variasi diameter 4 cm, 5 cm dan 6 cm yang kemudian ditekan massa sampai 1000 gram dengan interval kenaikan massa beban 50 gram. Sumber cahaya yang digunakan pada penelitian ini adalah laser He-Ne dengan daya maksimum 5 mW dan panjang gelombang sebesar 632,8 nm. Laser He-Ne memancarkan cahaya melalui POF yang kemudian diterima oleh *Optical Power Meter* (OPM). Intensitas cahaya terukur dari setiap pelemahan sinyal laser yang disebabkan oleh variasi perubahan massa, kemudian di-plot untuk mengetahui sensitivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin landai lekukan pada lintasan POF, maka sensitivitas sensor beban POF juga semakin tinggi. Pelapisan nanopartikel TiO_2 pada bagian *cladding* POF memperbesar pelemahan daya optik keluarannya. Sensitivitas terbaik terdapat pada POF yang berlapis nanopartikel TiO_2 pada bagian *cladding*-nya dengan diameter lintasan 6 cm dan range massa (350 – 750) gram.

Kata kunci: sensor beban berbasis *Polimer Optical Fiber*, nanopartikel TiO_2

Abstract

This research aims to know the influence of grooves and coating TiO_2 nanoparticles as a cladding coating against weakening the power of optical sensor sensitivity test and load-based Polymer Optical Fiber (POF). Optical fiber POF used was the type SH-4001-1.3 with refractive index 1.49 of core and cladding refractive index of TiO_2 nanoparticles coated 1.41 in section cladding. Coating TiO_2 nanoparticles with a 5 mM concentration method using coating. POF-coated TiO_2 formed circular with the variation in diameter 4 cm, 5 cm and 6 cm then suppressed mass until 1000 gram intervals increase the mass of a load of 50 grams. The source of light used in this research is the He-Ne laser with a maximum power of 5 mW and wavelength of 632.8 nm. He-Ne laser emits light through POF which is then received by the Optical Power Meter (OPM). The measured light intensity of each laser signal attenuation caused by variations in the mass, then changes in a plot to know the sensitivity. The results showed that the more gently sloping indentations on the trajectory of the POF, then load sensor sensitivity POF also getting higher. Coating TiO_2 nanoparticles on the cladding POF optical zoom power attenuation outputs. The best sensitivity is present on a nanoparticle-coated TiO_2 POF on the cladding with a diameter of 6 cm and the trajectory of the mass range (350 – 750) grams

Keywords: weight sensor based on *Polymer Optical Fiber*, TiO_2 nanoparticles

PENDAHULUAN

Serat optik merupakan sebuah kabel yang terbuat dengan bahan yang sangat jernih dan transparan yang digunakan untuk mentransmisikan gelombang cahaya. Kilatan-kilatan cahaya yang berubah-ubah merambat

didalam serat optik dan di ujung penerima dikonversikan kembali menjadi sinyal listrik yang merupakan replika sinyal aslinya. Kabel-kabel serat optik kini membawa sebagian besar trafik panggilan telepon di Amerika Serikat, sedangkan di Inggris lebih dari 95% trafik telepon dibawa

oleh serat optik. Di seluruh dunia, sistem transmisi serat optik melewati sekitar 85% dari seluruh trafik telekomunikasi (Crisp and Elliot, 2001: 7).

Hal yang berpengaruh pada transmisi sinyal serat optik adalah karakteristik bahan serat optik tersebut. Hal ini karena pemantulan dan pembiasan sinyal di dalam serat optik tergantung pada indeks bias bahan yang digunakan dalam serat optik tersebut. Selain karakteristik bahan, pelemahan daya optik menjadi masalah tersendiri dalam penyaluran sinyal. Diantara bentuk pelemahan yang sering terjadi ketika proses instalasi kabel/konstruksi kabel adalah pembengkokan/*bending*. Tidak semua pembengkokan menyebabkan terjadinya pelemahan. Serat optik mengalami pelemahan sinyal ketika dibengkokkan pada jari-jari tertentu. Sinyal yang melemah di tengah perjalanan menuju *receiver* menyebabkan penurunan kualitas sinyal yang diterima oleh konsumen ketika menggunakan jasa. Dalam penerapan lain, serat optik juga dapat digunakan sebagai sensor. Penerapan ini memanfaatkan fakta terjadinya kenaikan pelemahan di dalam serat optik yang dibengkokkan. Sinyal gelombang elektromagnetik dibangkitkan dari sumber yang biasanya berupa laser dilewatkan melalui serat optik menuju *receiver*. Gangguan berupa pembengkokan yang terjadi di tengah perjalanannya menuju *receiver* menyebabkan kenaikan pelemahan daya. Pemanfaatan serat optik sebagai sensor memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sensor elektrik yang telah dimanfaatkan selama ini. Beberapa kelebihan dari sensor serat optik adalah ringan, memiliki diameter kecil, tahan terhadap interferensi elektromagnetik, dapat digunakan pada lingkungan yang kurang ramah seperti diletakkan pada tegangan dan suhu yang tinggi, sensitivitasnya tinggi. Selain itu serat optik juga tidak mudah berkorosi, mempunyai bahan isolasi elektrik, dan tidak memicu terjadinya ledakan atau kebakaran akibat dari loncatan elektron seperti halnya pada sensor elektrik (Malla, 2008).

Terdapat beberapa teknik untuk mengukur beban yang sekarang digunakan yaitu piezoelektrik, lempeng kapasitif, hidrolik dan

pelat beban yang dibengkokkan, akan tetapi metode tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu mudah korosi, jangkauan kecepatan kecil, mudah mengalami gangguan elektromagnetik, akurasi rendah, pembuatan dan instalasi yang sulit, ukuran besar dan harga tinggi. Perkembangan teknologi sensor serat optik yang memiliki keuntungan diantaranya sensitivitas tinggi, tahan terhadap gangguan elektromagnetik, suhu tinggi dan korosi dibandingkan sensor sebelumnya dapat menjadi alternatif untuk mengukur beban. Sensor serat optik yang didasarkan pada prinsip kerugian daya optik yang disebabkan oleh pembengkokan mikro (*microbending*) juga memiliki bentuk padat yang baik, struktur sederhana, biaya rendah dan lainnya. Dengan demikian studi sensor serat optik dengan *microbending* adalah sangat penting (Xinguo, 2010).

Disamping itu teknologi nanopartikel juga menarik perhatian para ilmuwan dan peneliti, salah satunya nanopartikel titanium dioksida (TiO_2). TiO_2 merupakan kristal yang berwarna putih dan juga salah satu semikonduktor oksida berlimpah nomor empat di dunia setelah aluminium, besi, dan magnesium. TiO_2 memiliki indeks bias (n) yang sangat tinggi yaitu 2,4 dalam bentuk bubuk dan 2,7 dalam bentuk lapisan tipis (https://www.chemours.com/Titanium.../en_US/..../Ti-Pure-for-coatings-overview.pdf).

Seiring dengan perkembangannya, teknologi sensor serat optik terfokus pada pelemahan sinyal laser akibat pembengkokan (*microbending* maupun *macrobending*) dan pengelupasan *buffer*. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengkolaborasikan teknologi serat optik dengan nanopartikel TiO_2 sebagai pelapis *cladding* serat optik. Penelitian menunjukkan bahwa nilai rugi-rugi daya akibat *macrobending* dipengaruhi oleh panjang gelombang, diameter bengkokan, dan jumlah bengkokan yang tersusun dalam bentuk lilitan yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini untuk mengetahui pengaruh diameter lintasan serat optik yang dibentuk melingkar serta perubahan massa terhadap besarnya intensitas cahaya yang diterima oleh *Optical Power Meter* (OPM). Adapun jumlah lintasan yang berupa lingkaran berjumlah tetap,

yaitu 3 lingkaran dengan variasi diameter lintasan 4 cm, 5 cm dan 6 cm.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data daya optik dalam penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari samapai April di laboratorium Spektroskopi, Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, UNY.

Target/Subjek Penelitian

Target/subjek penelitian (untuk penelitian kualitatif) atau populasi-sampel (untuk penelitian kuantitatif) perlu diurai dengan jelas dalam bagian ini. Perlu juga dituliskan teknik memperoleh subjek (penelitian kualitatif) dan atau teknik samplingnya (penelitian kuantitatif).

Akuisisi Data

Jumlah titik pengambilan data sebanyak 21 titik data untuk setiap penambahan massa beban (0-1000) gram dengan interval 50 gram. Metode pelapisan nanopartikel TiO₂ dalam penelitian ini menggunakan metode *coating*.

Tahap Pengolahan Data

Nilai daya optik keluaran POF yang dideteksi oleh OPM dengan satuan dBm diolah dalam bentuk daya (*P*) dengan satuan *mW* dengan persamaan matematis sebagi berikut:

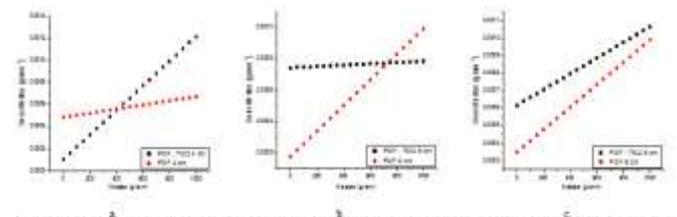
$$dBm = 10 \log \frac{P}{1 \text{ mW}}$$

Setelah diperoleh nilai *P* untuk masing-masing titik dan variasi pengambilan data dilakukan normalisasi data dan dilanjutkan pem-*fittingan* polinomial orde-2 untuk mengetahui sensitivitas sensor disetiap titik pengambilan data. Nilai sensitivitas (gram⁻¹) yang bergantung pada konstantan *B*₁ dan *B*₂ pada hasil *plot* polinomial orde-2 dilakukan pem-*fittingan* ulang untuk membandingkan besar sensitivitas POF murni dan POF : TiO₂.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dimulai dengan mengukur intensitas cahaya pada POF murni maupun yang berlapis nanopartikel TiO₂ dengan tiga variasi

diameter lintasan untuk masing-masing perlakuan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka intensitas cahaya akan semakin kecil. Analisa data ini menunjukkan bahwa sensitivitas rerata semua grafik cukup baik pada range beban 200 – 1000 gram jika dilihat langsung pada hasil daya optik keluaran OPM. Artinya sensor ini memiliki potensi akurasi yang baik untuk mengukur berat beban dalam range tersebut. Untuk hasil yang lebih spesifik dilakukan data normalisasi untuk membandingkan besar serta range sensitivitas terbaik untuk masing-masing variasi diameter. Berikut merupakan grafik hubungan massa beban terhadap sensitiitas sensor untuk kedua perlakuan (POF dan POF : TiO₂):



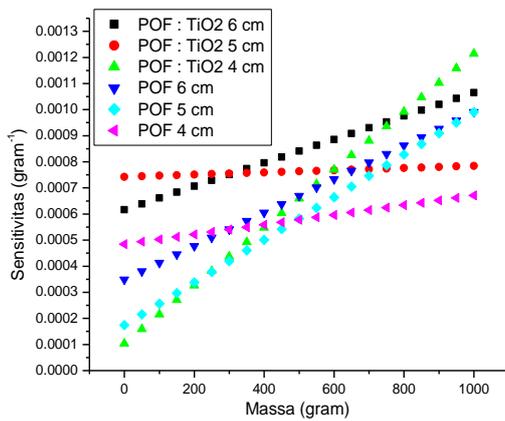
Gambar 1. Grafik hubungan massa (gram) terhadap sensitivitas (gram⁻¹) sensor beban POF dan POF : TiO₂ (a. lintasan berdiameter 4 cm, b. lintasan berdiameter 5 cm, dan c. lintasan berdiameter 6 cm).

Gambar 1 menginformasikan range sensitivitas terbaik untuk masing-masing perlakuan sensor. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa pelapisan nanopartikel TiO₂ mempengaruhi kepekaan sensor. Tabel 1 merangkum range sensitivitas terbaik untuk sensor beban POF berlapis nanopartikel TiO₂:

Tabel 1. Range sensitivitas sensor

Diameter Lintasan POF	Range Sensitivitas
4 cm	(450-1000) gram
5 cm	(0-700) gram
6 cm	(0-1000) gram

Sensitivitas terbaik dari seluruh perlakuan dapat dilihat dari *plot* seluruh data sensitivitas sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hubungan massa (gram) terhadap sensitivitas (gram^{-1}) untuk seluruh perlakuan

Gambar 2 menginformasikan sensitivitas terbaik yaitu pada sensor POF : TiO_2 dengan lintasan berdiameter 6 cm dan range beban (350-750) gram.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin landai lekukan pada lintasan POF, maka sensitivitas sensor beban POF juga semakin tinggi. Pelapisan nanopartikel TiO_2 pada bagian *cladding* POF memperbesar pelemahan daya optik keluarannya. Sensitivitas terbaik terdapat pada POF yang berlapis nanopartikel TiO_2 pada bagian *cladding*-nya dengan diameter lintasan 6 cm dan range massa (350 – 750) gram.

Saran

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Memasang sedemikian rupa agar POF benar-benar menyatu pada sumber cahaya atau memastikan POF tidak geser saat pengambilan data.
2. Memastikan POF benar-benar dalam keadaan bersih dan tidak cacat atau retak.

3. Pemotongan POF harus lebih diperhatikan agar permukaannya rata dan inti serat optik tidak pecah.
4. Memvariasi konsentrasi TiO_2 untuk mendapatkan lapisan yang tepat.
5. Diameter lintasan lebih dari 6 cm untuk mendapatkan sensor yang lebih sensitif.
6. Memperkecil rentang massa beban.

DAFTAR PUSTAKA

Crisp, John & Elliot, Barry. 2001. *Introduction to Fiber Optics 2nd edition*. Butterworth Heinemann. Oxford

https://www.chemours.com/Titanium.../en_US/.../Ti-Pure-for-coatings-overview.pdf.
Diunduh pada 21 April 2018

Xingou and Ma, Bin, Zou. 2010. *Study of Vehicle Weight-In-motion System Based on Fiber-optik Microbend Sensor*. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation.

Yogyakarta, 10 Agustus 2018
Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Dr. Heru Kuswanto
NIP. 19611112 198702 1 001