

ANALISIS MODEL LEKUKAN PADA SERAT OPTIK *MULTIMODE* SEBAGAI SENSOR PERGESERAN

Andi Rosman N, Andi Srirahayu

Universitas Cokroaminoto Palopo

E-mail: andirosman37@gmail.com

Abstract. This study aims to analyze the indentation model on multimode optical fiber as a shift sensor. The indentation model of the optical fiber made is the circle, sinusoid, and potential model of the ladder. The output of this study is a preliminary study of shift sensors that are expected to be applied to sensor systems for landslide detection, road damage, or anticipation of cracked buildings. The results showed that the sensitivity of each optical fiber indentation model was 1) the sensitivity of the circle indentation model of 4.325 K Ω / cm, 2) the sensitivity of the sinusoidal curve model of 7.962 K Ω / cm, and 3) the sensitivity of the circle indentation model of 12.050 K Ω / cm. for the accuracy of the optical fiber indentation model respectively 1) the accuracy of the circle indentation model is 99.48%; 2) the accuracy of the sinusoidal curvature model is 99.53%; and 3) the accuracy of the ladder potential indentation model is 96.06%. Based on these results it can be concluded that the best indentation model to be developed into a shift sensor is an optical fiber with a potential curve model of the ladder.

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang analisis model lekukan pada serat optik multimode sebagai sensor pergeseran. Model lekukan pada serat optik yang akan dibuat yaitu lingkaran, sinusoida, dan model potensial tangga. Luaran dari penelitian ini merupakan studi awal dari sensor pergeseran yang diharapkan dapat diterapkan pada sistem sensor untuk deteksi longsor, kerusakan jalan, ataupun padaantisipasi bangunan yang retak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensitifitas dari masing-masing model lekukan serat optik adalah 1) sensitifitas model lekukan lingkaran sebesar 4,325 K Ω /cm, 2) sensitifitas model lekukan sinusoida sebesar 7,962 K Ω /cm, dan 3) sensitifitas model lekukan lingkaran sebesar 12,050 K Ω /cm. untuk keakurasian dari model lekukan serat optik masing-masing 1) akurasi model lekukan lingkaran adalah 99,48%, 2) akurasi model lekukan sinusoida adalah 99,53%, dan 3) akurasi model lekukan potensial tangga adalah 96,06%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model lekukan yang terbaik untuk dikembangkan menjadi sensor pergeseran adalah serat optik dengan model lekukan potensial tangga.

Kata Kunci: Sensor, Serat Optik, Transmisi, Model Lekukan

Seiring perkembangan zaman peran ilmu pengetahuan dan teknologi semakin mengalami kemajuan yang pesat. Salah satu yang mengalami perkembangan sangat pesat adalah di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi pengukuran. Perkembangan di bidang teknologi pengukuran ditandai dengan banyaknya kebutuhan akan pengukuran suatu besaran fisis. Sebagai contoh pengukuran pergeseran tanah akibat longsor, pengukuran keretakan bangunan atau jalan raya akibat beban yang berlebihan, pengukuran temperatur dan tekanan pada pabrik-pabrik, dan lain-lain. Kebutuhan pengukuran tersebut harus memiliki prasyarat seperti biaya yang murah, mudah dalam pengoperasian, bahan/material yang digunakan mudah untuk didapatkan,

memiliki akurasi pengukuran dan sensitifitas yang tinggi.

Salah satu opsi yang dapat dikembangkan menjadi sebuah teknologi pengukuran (sensor) adalah serat optik. Awalnya serat optik hanya digunakan sebagai media transmisi untuk teknologi telekomunikasi. Namun seiring perkembangannya serat optik dapat digunakan sebagai sensor. Pemilihan serat optik sebagai sensor dikarenakan serat optik memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan sensor berbasis elektrik. Menurut Krohn (dalam Samian, 2010:183) kelebihan serat optik sebagai sensor antara lain 1) kebal terhadap induksi listrik maupun magnet, 2) tidak menggunakan listrik sebagai isyarat, 3) tidak kontak langsung dengan obyek pengukuran, 4) akurasi pengukuran yang

tinggi, 5) dapat dimonitor dari jarak jauh, 6) dapat dihubungkan dengan sistem komunikasi data, 7) memiliki dimensi yang kecil serta ringan.

Ada dua metode yang dapat dikembangkan untuk memanfaatkan serat optik sebagai sensor dengan basis modulasi intensitas cahaya. Pertama, dengan metode transmisi cahaya yaitu dengan mendeteksi rugi daya optis yang mengalami pantulan dari sebuah cermin. Kedua, metode transmisi cahaya yaitu dengan mendeteksi rugi daya optis akibat pembengkokan yang dialami oleh serat optik. Beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan terkait dengan serat optik antara lain: 1) Performansi Multimode Fiber Coupler dengan parameter Coupler berbeda sebagai Sensor Pergeseran (Samian, 2000), 2) Karakterisasi Rugi Lengkungan Serat Optik dengan OTDR Untuk penggunaannya Sebagai Sensor Pergeseran Tanah (Tomi Budi Waluyo, dkk, 2009), dan 3) Pengembangan Sistem Pengukuran Gejala Fisis Longsor Sistem Elektronik dan Optik (Bambang Widiyatmoko, dkk, 2010). Penelitian-penelitian tersebut menggunakan peralatan yang mahal seperti OTDR, serat optik FBG, power meter, dan alat untuk membuat coupling pada serat optik.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengaruh model atau bentuk lekukan pada serat optik multimode sebagai sensor pergeseran dengan menggunakan bahan dan peralatan yang lebih murah. Luaran dari penelitian ini yang merupakan studi awal dari sensor pergeseran yang diharapkan dapat diterapkan pada sistem sensor untuk deteksi longsor, kerusakan jalan, ataupun pada antisipasi bangunan yang retak.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sumber cahaya berupa Laser atau LED, serat optik multimode, fotodiode atau LDR sebagai detektor cahaya, power supply, silinder acrylic, kawat baja atau stainless steel,

lem, statif, penguat, kabel jepit, software origin, Microsoft excel, dan multimeter.

Peubah yang diamati/diukur

Peubah yang diamati adalah 1) Bentuk lekukan serat optik. Penelitian ini akan mendesain beberapa model lekukan terhadap serat optik. Beberapa model atau bentuk lekukan yang akan diuji cobakan adalah berbentuk lingkaran, sinusoidal, dan potensial tangga. 2) Rugi daya dari serat optik yang dikonversi menjadi resistansi. Akibat perlakuan berupa pembengkokan dengan berbagai bentuk terhadap serat optik menyebabkan adanya perubahan daya optik. Dengan mengukur perubahan daya optik tersebut maka dapat dilihat hubungan antara besar perubahan daya optik terhadap model atau bentuk lekukan serat optik.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan pelaksanaan. Tahapan pertama adalah menyiapkan alat dan bahan penelitian. Setelah alat dan bahan lengkap maka akan dilakukan tahapan selanjutnya yaitu membuat rancangan penelitian. Untuk rancangan penelitian dikelompokkan menjadi 3 bagian. Bagian pertama yaitu skema dengan model lingkaran, skema kedua dengan model sinusoidal dan skema ketiga berbentuk potensial tangga. Ketiga skema ini akan dilakukan pengambilan data berupa rugi daya optik yang dihasilkan.

Pengambilan data dilakukan dengan cara memberikan tegangan pada Laser/LED sebagai sumber cahaya. Laser/LED menyala dan akan melewatkan sinyal berupa cahaya melalui kabel serat optik, sinyal ini akan diterima oleh receiver atau detektor berupa hambatan. Setelah itu, serat optik diberi variasi model atau bentuk di bagian sensor serat optik kemudian mencatat perubahan tegangan yang diterima. Hasil pengambilan data tersebut kemudian akan dianalisis lebih lanjut.

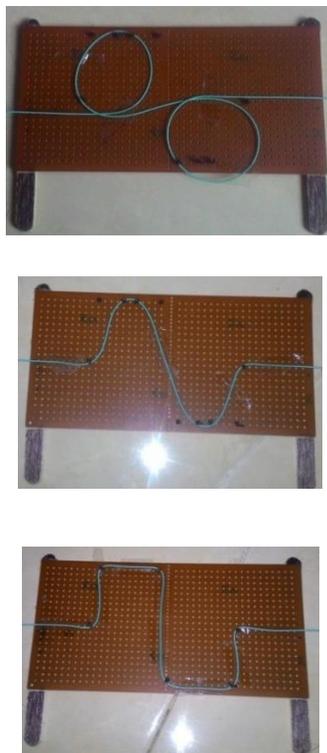
Pengolahan, dan analisis data

Setelah melakukan pengambilan data untuk ketiga model dari serat optik maka selanjutnya

adalah melakukan pengolahan data. Software yang digunakan untuk mengolah data adalah Origin dan Microsoft excel. Setelah data diolah kemudian akan diinterpretasi dan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik dari ketiga bentuk serat optik yang akan digunakan sebagai sensor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serat optik yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat optik multimode dengan panjang 1 meter dengan diameter core 125 μm . Serat optik tersebut akan diberi beberapa perlakuan berupa model lekukan. Selanjutnya dari model lekukan tersebut akan dilihat perubahannya terhadap rugi daya dari serat optik. Ada tiga jenis model yang akan diberikan yaitu 1) head sensor dari serat optik multimode akan dibuat melingkar. 2) head sensor serat optik akan dibuat mengikuti pola sinusoida, dan 3) *head* sensor akan dibuat seperti potensial tangga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. tiga model lekukan serat optik *multimode*

Selanjutnya masing-masing model akan dibuat rangkaian pengukuran untuk melihat perbedaan rugi daya yang ditimbulkan dari masing-masing model/bentuk lekukan. Realisasi rangkaian pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Realisasi rangkaian pengukuran model lekukan serat optik

Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali dengan rentang pengukuran pergeseran 0 cm – 8 cm. Pengukuran dilakukan tiap 1 cm dengan mengatur tegangan masukan (12 Volt) pada laser. Fungsi transfer dari pengukuran memenuhi persamaan $R = al + R_0$ dengan a adalah slope (kemiringan) resistansi dan R_0 adalah *zero offset*.

Karakterisasi sensor dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor yang telah dirancang dan dibuat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat karakteristik dari sensor yang telah dirancang dan dibuat. Berbagai karakteristik dari sensor yang akan diamati adalah sensitifitas, span (jangkauan pengukuran), dan akurasi sensor.

III.1 Sensitifitas

Sensitifitas sensor dapat diketahui dari fungsi transfer dari sistem suatu sensor. fungsi transfer menyatakan fungsi yang menggambarkan hubungan antara luaran sensor terhadap stimulus yang diberikan. Fungsi transfer dapat diberikan dalam bentuk Tabel, grafik, maupun persamaan matematis. Pada penelitian ini luaran dari sensor berupa resistansi R ($\text{K}\Omega$) dari detektor dengan stimulus berupa pergeseran serat optik (cm)

sehingga $R = f(l)$. Fungsi transfer dari hubungan tersebut dapat dituliskan:

$$R = al + R_0$$

dengan;

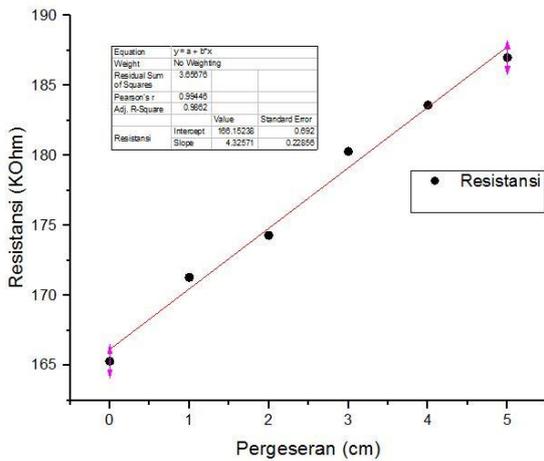
R = Resistansi ($K\Omega$)

R_0 = zero offset ($K\Omega$)

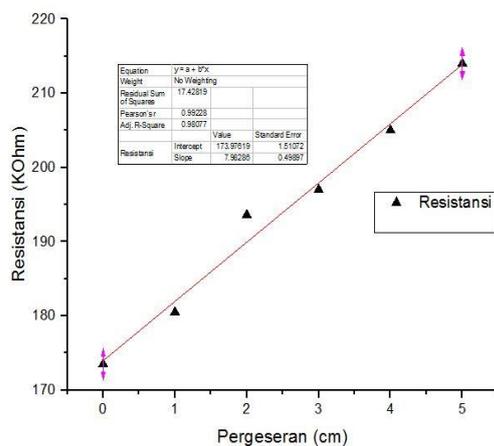
a = sensitifitas

l = pergeseran serat optik (cm)

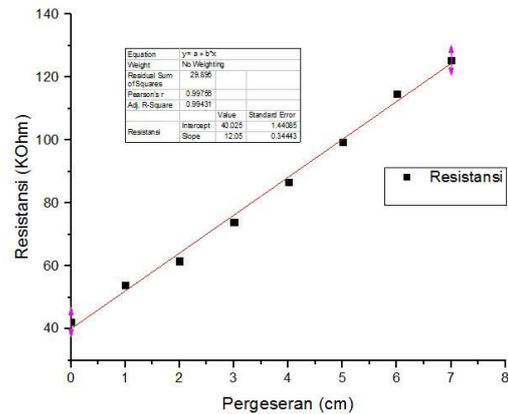
Untuk sensitifitas dari model lekukan serat optik masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3, 4, dan Gambar 5.



Gambar 3. Sensifitas serat optik model lingkaran



Gambar 4. Sensifitas serat optik model sinusoida



Gambar 5. Sensifitas serat optik model potensial tangga

Berdasarkan ketiga Gambar diatas diperoleh fungsi transfer yang menunjukkan karakteristik sensitifitas dari masing-masing serat optik. fungsi transfer, dan sensitifitas dari model lekukan serat optik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sensifitas dari model lekukan serat optik

No	Model lekukan	Fungsi transfer	Sensitifitas ($K\Omega/cm$)	Intercept (cm)
1	Lingkaran	$R = 4,325l + 166,152$	4,325	166,152
2	Sinusoida	$R = 7,962l + 173,976$	7,962	173,976
3	Potensial tangga	$R = 12,050l + 40,025$	12,050	40,025

Tabel 1 memperlihatkan nilai sensitifitas tertinggi terdapat pada serat optik dengan model lekukan potensial tangga sebesar 12,050 $K\Omega/cm$. Jika dibandingkan dengan model lingkaran dan sinusoida maka model lekukan potensial tangga lebih sensitif 3x lipat dari model lingkaran dan hampir 2x dari model sinusoida.

ISpan

Span merupakan perubahan dinamik dari stimulus yang masih mungkin dikonversi oleh serat optik sebagai sensor. Span juga menunjukkan kemungkinan input tertinggi yang

dapat bekerja pada sensor tanpa menyebabkan ketidakakuratan. Berdasarkan Gambar 3.3, 3.4 dan 3.5 span pengukuran yang bisa dicapai masing-masing 1) model lekukan lingkaran $l = (5 - 0) \text{ cm} = 5 \text{ cm}$, 2) model lekukan sinusoida $l = (5 - 0) \text{ cm} = 5 \text{ cm}$, dan 3) model lekukan potensial tangga $l = (8 - 0) \text{ cm} = 8 \text{ cm}$. Sebenarnya jangkauan pengukuran dari sensor masih dapat bertambah dilihat dari tren grafik yang dibentuk. Hanya saja karena ukuran core dari serat optik multimode yang dipakai pada penelitian ini sangat kecil sehingga sangat terbatas juga pergeserannya.

Akurasi sensor

Akurasi adalah ketidakakuratan dari ketiga model lekukan serat optik dihitung melalui deviasi tertinggi dari model lekukan ideal. Deviasi diukur dengan cara menghitung selisih antara resistansi pada kondisi ideal dan hasil pengukuran. Persamaan untuk menentukan akurasi dari sensor adalah:

$$\text{Akurasi sensor} = \frac{(l_{\text{ideal}} - l_{\text{eksp}}) / l_{\text{ideal}}}{1} \times 100\%$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai akurasi 1) model lekukan lingkaran sebesar 0,51% sehingga keakuratannya menjadi 99,48%, 2) model lekukan sinusoida sebesar 0,46% sehingga keakuratannya menjadi 99,53%, dan 3) model lekukan potensial tangga sebesar 3,93% sehingga keakuratannya menjadi 96,06%.

Berdasarkan hasil analisis data pengukuran diatas diperoleh luaran bahwa model lekukan serat optik multimode yang paling sensitif untuk dikembangkan menjadi sensor pergeseran adalah yang berbentuk potensial tangga. Sensitifitas yang dicapai adalah 3x lipat jika dibandingkan dengan model lingkaran dan hampir dua kali lipat dibandingkan dengan model sinusoida. Oleh karena itu untuk model terbaik yang dapat dikembangkan untuk sensor pergeseran adalah model potensial tangga.

Namun jika dilihat dari sisi keakuratan dari sensor maka model yang terbaik untuk

dikembangkan adalah model lekukan Sinusoida. Dengan melihat beberapa perbandingan dari karakteristik masing-masing model lekukan serat optik maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan sensor pergeseran berbasis serat optik multimode menggunakan model lekukan potensial tangga atau sinusoida.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa data dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa 1) Model terbaik yang dapat dikembangkan menjadi sensor pergeseran berbasis serat optik adalah model lekukan potensial tangga jika dilihat dari karakteristik sensitifitas sebuah sensor. 2) Model terbaik yang dapat dikembangkan menjadi sensor pergeseran berbasis serat optik adalah model lekukan sinusoida jika dilihat dari karakteristik akurasi sebuah sensor. 3) Model lekukan potensial tangga atau sinusoida dari serat optik multimode dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem sensor pergeseran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31342/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses pada 15 Februari 2016
- Pratomo, Dewan. 2011. Pemanfaatan Prinsip Kerja Sensor Serap Optik Pergeseran Mikro Untuk Mendesain Alat Ukur Massa. Skripsi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rambe, Ahmad Mulia. 2003. Penggunaan Serat Optik Plastik sebagai Media Transmisi untuk Alat Ukur Temperatur Jarak Jauh. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Samian. 2010. Performasi Multimode Fiber Coupler dengan parameter Coupler berbeda sebagai Sensor Pergeseran. *Jurnal Ilmu Dasar*, Volume 11 No. 2 Juli 2010: 183-186.
- Sinuhaji, Depi Santi. 2010. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/17724/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses pada 15 Februari 2016.
- Waluyo, Tomi Budi, dkk. 2009. Karakterisasi Rugi Lengkungan Serat Optik dengan

OTDR Untuk penggunaannya Sebagai Sensor Pergeseran Tanah. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Volume 9 No 2 Desember 2009.

Widiyatmoko, Bambang, dkk. 2010. Pengembangan Sistem Pengukuran Gejala Fisis Longsor Sistem Elektronik dan Optik. *Jurnal Berkala Fisika*, Volume 13 No.2, Edisi Khusus April 2010, hal B15-B24