

PENGARUH MASSA BEBAN TERHADAP INTENSITAS KELUARAN FIBER OPTIK YANG DIBENTUK DENGAN LEKUKAN MULTI BENDING

THE MASS INFLUENCE OF THE LOAD INTENSITY OF THE OPTICAL FIBER OUTPUT WHICH FORMED BY THE INDENTATIONS MULTI BENDING

Oleh : Dea Sakinah Hulfa¹, Heru Kuswanto²

¹ Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pengelupasan jaket dan pengaruh massa beban terhadap intensitas keluaran fiber optik akibat pemberian massa beban pada lekukan multi bending serta mengetahui sensitivitas terbaik dan linieritas terbaik pada sensor fiber optik. Penelitian ini menggunakan sumber cahaya laser He-Ne (623,8 nm) dengan daya sebesar 5mW dan panjang gelombang 632,8 nm. Kepekaan sensor dianalisis berdasarkan variasi diameter pipa silinder yaitu 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm serta pemberian massa beban 0 gram sampai 950 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa beban pada fiber optik mengakibatkan terjadinya kelengkungan pada sensor fiber optik sehingga rugi daya pada fiber optik semakin meningkat dan tegangan keluaran sensor semakin kecil. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah sensitivitas meningkat ketika massa beban pada fiber optik semakin membentuk lekukan yang tajam. Hasil pengukuran terbaik diperoleh sensitivitas sensor sebesar $-9,71437E-6 \pm 2,33219E-7$ dan linieritas sensor terbesar 0,99485 yaitu pada diameter pipa silinder 1,5 cm.

Kata kunci: Sensor serat optik, fiber optik, lekukan multi bending

Abstract

This research aimed to know the influence of buffer peeling due to the grant of a load on the width of grooves on fiber optics; to know the influence of pressure on optical fiber output voltage damaged by extending mass of the load by indentations multi bending; and to know the best sensitivity and linieritas on the sensor of fiber optics. This research used a laser-light source He-Ne (623.8 nm) with the power of 5 mW and the wavelength of 632.8 nm. The sensitivity of the sensors was analyzed based on the variety of clylinder pipe diameters of 1.5 cm, 2 cm, 2.5 cm, and the pressures were given the mass of 0 g up to 950 g. The results showed that the pressures on fiber optic damaged the optical fiber sensors on curvature so the power loss in fiber optics had increased and the sensors output voltage getting smaller. The measurement result that obtained was increasing the sensitivity when the pressures on optical fiber optics were

increasingly forming a sharp slope. The best measurement results was obtained the sensors sensitivity of $-9,71437E \pm 2, 33219E-7$ and the greatest sensors linieritas of 0,99485 was in cylinder pipe diameter of 1.5 cm

Key words : Fiber optic sensors, fiber optic, indentations multi bending

PENDAHULUAN

Komunikasi telah menjadi kebutuhan pokok dalam dunia modern. Kebutuhan untuk saling berhubungan dan bertukar informasi satu dengan yang lain tanpa memperdulikan jarak, apakah hanya beberapa meter saja yaitu, interkom, ribuan kilometer yaitu interlokal, ataupun jutaan kilometer yaitu diangkasa luar. Upaya manusia untuk menyelenggarakan telekomunikasi telah lama tercatat dalam sejarah peradabannya. Namun perkembangan yang nyata baru terjadi dalam abad terakhir ini, sebagai hasil perkembangan teknologi elektronika. Komunikasi dapat diartikan sebagai transfer informasi dari satu titik ke titik lain. Bila informasi harus dikirim melewati suatu jarak maka diperlukan sistem komunikasi. Dengan sistem komunikasi, transfer informasi sering dilakukan dengan menumpangkan atau memodulasikan informasi pada gelombang elektromagnetik yang bertindak

sebagai pembawa informasi. (Thomas Sriwidodo, 1995 : 1)

Serat optik (*Fiber optic*) merupakan salah satu media transmisi komunikasi yang cukup handal. Dipilihnya alternatif ini karena serat optik mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh media transmisi lain. Sesudah tahun 1970, ketika mulai terdapat serat optik dengan susutan lebih kecil dari 20 dB/km, perkembangannya semakin dipacu. Dengan bahan-bahan dasar yang makin murni dan teknik pembuatan yang makin teliti, koefisien susutan dapat mencapai kurang dari 5 dB/km (Hendaru, 2011). Dengan jalur (bandwith) yang besar sehingga kemampuan dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional, sangat cocok digunakan terutama dalam sistem telekomunikasi.

Aplikasi serat optik telah menyebar di berbagai bidang yang beragam, salah satunya adalah untuk

pemantauan perubahan lingkungan seperti mendeteksi pergeseran (displacement), suhu, tegangan (stress) hingga penggunaannya dalam bidang industri, pemantauan kondisi struktur bangunan dan medis (Dwi Nurfatimah, 2015 : 2). Pemanfaatan serat optik sudah meluas di dalam sistem komunikasi , pemanfaatan serat optik berkembang hingga dapat menawarkan sebuah sensor fisik dengan tekenik yang berbeda-beda untuk berbagai paramater.

Sensor serat optik yang didasarkan pada prinsip kerugian daya optik yang disebabkan oleh pembengkokkan mikro (mikrobending) juga memiliki bentuk padat yang baik, struktur sederhana, biaya rendah dan lainnya Sensor mikrobending serat optik adalah jenis sensor serat berdasarkan prinsip tekukan yang terstruktur yang dapat menyebabkan hilangnya intensitas cahaya, yang terdiri dari susunan lekukan termodulasi dan serat optik. Kinerja sensor mikrobending serat optik ditentukan oleh susunan lekukan (bending), maka metode modulasi lekukan (bending) digunakan untuk menghasilkan

priodik lekukan (bending) pada serat optik. Besarnya gangguan dapat diperoleh dengan mendeteksi variasi intensitas cahaya, dan tekanan pada sensor mikrobending serat optik dapat diperoleh.(Bin, Ma and Xingou, Zou, 2010)

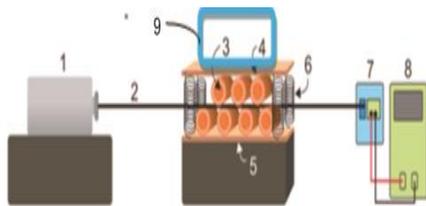
Karakteristik bahan serat optik sangat berpengaruh dalam transmisi sinyal pada serat optik tersebut. Pemantulan dan pembiasan sinyal didalam serat optik tergantung pada indeks bias bahan yang dipakai dalam serat optik tersebut. *Attenuasi* (redaman) juga menjadi masalah tersendiri dalam penyaluran sinyal. 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. (Dewi, 2010 : 16). Serat optik dibuat dalam dua jenis utama yang berbeda, yaitu single-mode fibers dan multi-mode fibers. Meluti mode fibers mempunyai ukuran inti yang lebih besar (berdiameter sekitar $6,35 \times 10^{-5}$ meter atau 63,5 mikron) dan mentransmisikan cahaya inframerah (panjang gelombang 850-1300 nm) dari lampu light-emitting

diodes (LED) (Nugraha, AR, 2006 : 22).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan November 2016 hingga Maret 2017. Prinsip dasar sensor ini adalah terjadinya lekukan pada fiber optik yang mengakibatkan terjadinya rugi-rugi daya yang menimbulkan perubahan intensitas keluaran pada alat ukur.



Gambar 1. Skema Rangkaian Alat

Sensor multi bending serat bekerja dengan cara memodulasi intensitas keluaran yang melalui fiber optik. Secara sederhana, apabila lekukan pada inti fiber optik menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya pada fiber optik yang menyebabkan terjadinya kerugian daya optik. Multi bending terjadi apabila permukaan fiber optik mengalami tekanan.

Penelitian ini menggunakan sumber laser He-Ne, metode yang digunakan yaitu dengan memberikan beban kepada fiber optik yang dibentuk dengan lekukan multi bending kemudia diukur besar intensitas keluaran yang melewatinya. Massa beban yang diberikan antara 0 g – 950 g. Beban yang digunakan yaitu beban dengan kelipatan 50 g untuk setiap perlakuan pada masing-masing variasi bentuk diameter pipa paralon yaitu 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm. Beban dikenakan secara terpusat pada lekukan multi bending yang telah tentukan sesuai dengan desain alat yang sudah dibuat. Skema sensor ditunjukkan pada Gambar 1. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk mengukur perubahan tegangan yang terjadi untuk setiap variasi diameter bentuk paralon.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari rangkaian pengikut tegangan, kabel penghubung, kabel jack merah dan hitam, multimeter digital , power supply, breadboard (papan rangkaian) , alkohol murni, gunting digunakan

untuk memotong fiber optik, lakban hitam digunakan untuk menjepit fiber optik dan penggaris digunakan untuk mengukur panjang fiber optik. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Fiber Optik tipe SH-400 – 1,3 , Laser Helium-Neon dengan daya keluaran 5 mW dan panjang gelombang 632,8, aseton, amplas tipe p-100, alas (sterofom), pegas (4 buah), beban 0 g – 950 g, paralon diameter 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm dan papan yang digunakan untuk membentuk fiber optik (2 buah).

Teknik Pengambilan Data

Tahap yang pertama adalah menyiapkan fiber optik dengan panjang kabel 1 m kemudian melakukan pengamplasan pada tiap ujung fiber optik sehingga pada ujung fiber optik menjadi halus dan rata, selanjutnya menyiapkan rangkaian pengikut tegangan yang akan digunakan untuk mengukur intensitas keluaran pada fiber optik lalu, mengatur vcc yang berasal dari power supply dengan besar tegangan 9 volt dan menyiapkan alat seperti yang sudah ditentukan pada gambar 1 .Selanjutnya menyiapkan beban

dengan massa 0 g – 950 g yang akan ditimbang menggunakan timbangan digital dan melakukan pengukuran intensitas keluaran fiber optik dengan menggunakan multimeter digital dan ini berlaku untuk setiap perlakuan pada masing-masing bentuk pipa paralon 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm.

Teknik Analisis Data

Intensitas keluaran cahaya pada fiber optik diperoleh dengan sumber cahaya laser He-Ne dan diukur dengan menggunakan multimeter digital. Semua perhitungan dalam analisis data menggunakan Microsoft Exel. Selanjutnya, membuat grafik hubungan antara intensitas keluaran fiber optik terhadap massa beban dengan variasi diameter pipa paralon yaitu 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm dengan pemberian massa beban 0 g – 950 g menggunakan *Software Origin 6.1* dan diperoleh nilai sensitifitas dan linearitas untuk setiap keadaan fiber optik.

HASIL DAN DISKUSI

Perambatan Cahaya pada Fiber Optik Ketika Melawati Massa Beban

Hasil penelitian seperti yang sudah dijelaskan pada dasar teori

bahwa lekukan tajam pada sebuah kabel fiber optik dapat menyebabkan timbulnya pelemahan daya yang cukup serius, dan lebih jauh lagi kemungkinan terjadinya kebocoran (pecahnya fiber optik). Cahaya yang memiliki sudut datang dan melebihi sudut kritis dapat merambat secara 'aman' di dalam inti fiber optik. Garis normal selalu mengarah tegak lurus terhadap permukaan inti, jika inti di lengkungkan seperti yang sudah dilakukan pada penelitian ini maka garis normal akan berubah arahnya mengikuti permukaan inti. Akibatnya, cahaya yang tadinya merambat dengan sudut 'aman' kini tidak lagi demikian, sudut datangnya menjadi kurang dari sudut kritis dan mengakibatkan cahaya dapat menembus inti dan keluar dari fiber optik (John Crisp dan Barry Elliot, 2006 : 63)

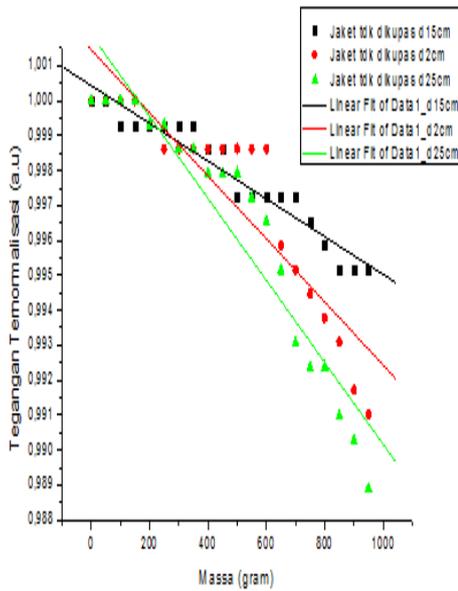
pemberian massa beban pada desain alat yang terhubung mekanik dengan fiber optik menyebabkan perubahan nilai tegangan yang ditangkap oleh fiber optik. Proses ini terjadi karena cahaya yang diterima oleh photodiode akan bersifat sebagai tegangan, sehingga vcc dan

photo diode tersusun seri, akibatnya terdapat arus yang mengalir ke rangkaian pengikut tegangan dan menghasilkan nilai yang mucul pada multimeter digital. Massa beban yang digunakan yaitu sebesar 0 gram sampai dengan 950 gram, dan variasi diameter paralon yang digunakan yaitu 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm dengan panjang fiber optik 1 m untuk semua perlakuan baik pada jaket tidak diklupas dan diklupas.

Panjang kupasan jaket mempengaruhi besarnya perubahan tegangan pada daya tegangan keluaran pada fiber optik. Kupasan jaket mengalami perubahan tegangan dan rugi-rugi daya atau *losses* yang lebih besar dibandingkan dengan yang lain. Secara keseluruhan pada masing-masing variasi diameter paralon 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm mengalami hal yang sama dengan panjang kupasan yang sama 20 cm, yaitu semakin besar massa beban yang diberikan maka akan semakin kecil perubahan tegangan yang dihasilkan.

A. Grafik Hubungan Rugi-rugi Serat Optik Antara Tegangan Keluaran (Vout) Terhadap

Massa Beban (gram) pada Jacket tidak diklupas

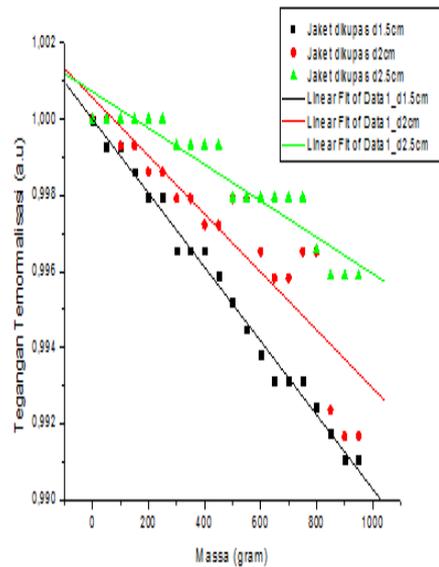


Gambar 2. Grafik hasil hubungan rugi-rugi serat optik antara intensitas keluaran (V) terhadap masa beban (g) pada Jacket tidak diklupas.

Hasil penelitian dari hubungan rugi-rugi serat optik antara intensitas keluaran (V) terhadap masa beban (g) pada Jacket tidak diklupas. Di peroleh hasil pada variasi diameter paralon 2,5 cm, menunjukkan bahwa pada daerah tren grafik mengalami perubahan yang lebih cepat dan mempunyai range tegangan yang paling optimal jika dibandingkan pada variasi diameter paralon 1,5 cm, dan 2 cm. Penekanan yang terjadi

pada daerah ini mengalami tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan variasi diameter 1,5 cm dan 2 cm.

B. Grafik Hubungan Rugi-rugi Serat Optik Antara Tegangan Keluaran (Vout) Terhadap Massa (gram) pada Jacket diklupas

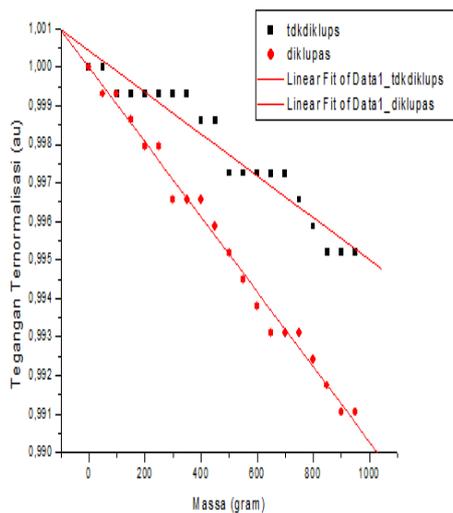


Gambar 3. Grafik hasil hubungan panjang pengupasan Jacket dengan rugi-rugi serat optik antara intensitas keluaran fiber optik (V) terhadap masa beban (g).

Hasil penelitian dari hubungan panjang pengupasan Jacket dengan rugi-rugi serat optik antara intensitas keluaran fiber optik (V) terhadap masa beban (g). Di peroleh hasil pada variasi diameter paralon 1,5 cm

menunjukkan hasil sensitifitas yang paling besar dan merupakan hasil yang paling optimal dibandingkan diameter paralon 2 cm, dan 2,5 cm dikarenakan penekanan yang terjadi pada daerah ini adalah yang paling besar sehingga respon yang dihasilkan adalah respon yang paling cepat pada sertat optik.

C. Grafik Hubungan Perbandingan Antara Jacket yang telah diklupas dengan jacket tanpa diklupas pada diameter paralon 1,5 cm

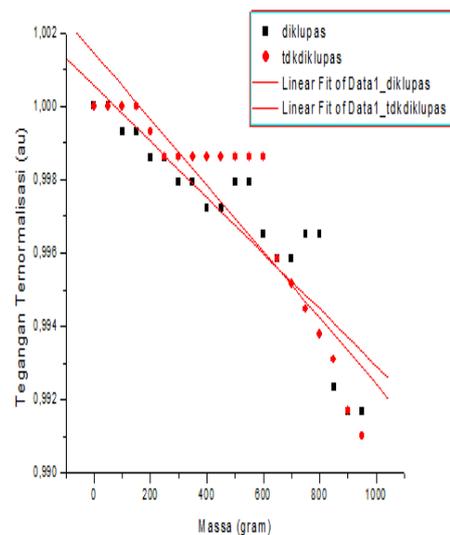


Gambar 4. Grafik hasil hubungan perbandingan antara jacket yang telah dikupas dengan Jacket tanpa dikupas pada diameter paralon 1,5 cm.

Hasil penelitian perbandingan antara Jacket yang telah diklupas dengan Jacket tidak diklupas pada

variasi diameter paralon 1,5 cm menunjukkan adanya perbedaan sensitifitas antara Jacket pengupasan dan Jacket tanpa pengupasan, terlihat pada Jacket yang diklupas memiliki sensitifitas yang lebih besar dibandingkan Jacket tidak diklupas. Untuk jacket diklupas tingkat sensitifitasnya sebesar $9,71437E-6$ sedangkan jacket tidak diklupas tingkat sensitifitasnya sebesar $4,04188E-6$. Nilai sensitifitas ditunjukkan untuk menghasilkan daerah kerja desain sensor serat optik

D. Grafik Hubungan Perbandingan Antara Jacket yang telah diklupas dengan Jacket Tanpa diklupas pada Diameter Paralon 2 cm

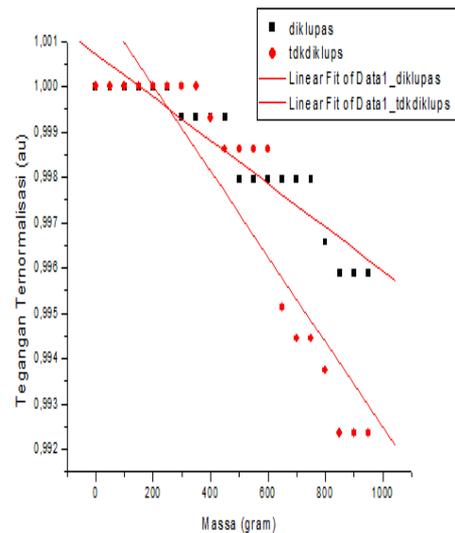


Gambar 5. Grafik hasil hubungan perbandingan antara Jacket yang telah

diklupas dengan Jacket tanpa diklupas pada Diameter Paralon 2 cm.

Hasil penelitian perbandingan antara Jacket yang telah diklupas dengan Jacket tidak diklupas pada variasi diameter paralon 2 cm menunjukkan adanya perbedaan sensitifitas antara pengupasan jacket dan Jacket tanpa pengupasan, terlihat pada Jacket yang diklupas memiliki sensitifitas yang lebih besar dibandingkan Jacket tidak diklupas. Untuk jacket diklupas tingkat sensitifitasnya sebesar $9,01411E-6$ sedangkan jacket tidak diklupas tingkat sensitifitasnya sebesar $7,62934E$. Nilai sensitifitas ditunjukkan untuk menghasilkan daerah kerja desain sensor serat optik.

E. Grafik Hubungan Perbandingan Antara Jacket yang telah diklupas dengan Jacket Tanpa diklupas pada Diameter Paralon 2,5 cm



Gambar 6. Grafik hasil hubungan perbandingan antara Jacket yang telah diklupas dengan Jacket tanpa diklupas pada Diameter Paralon 2,5 cm.

Hasil penelitian perbandingan antara Jacket yang telah diklupas dengan Jacket tidak diklupas pada variasi diameter paralon 2,5 cm menunjukkan adanya perbedaan sensitifitas antara Jacket pengupasan dan Jacket tanpa pengupasan, terlihat pada Jacket yang tidak diklupas memiliki sensitifitas yang lebih besar dibandingkan Jacket diklupas. Untuk jacket tidak diklupas tingkat sensitifitasnya sebesar $-9,41157E-6$ sedangkan jacket tidak diklupas tingkat sensitifitasnya sebesar $4,78187E-6$. Nilai sensitifitas ditunjukkan untuk menghasilkan daerah kerja desain sensor serat optik

Sensitifitas Sensor Fiber Optik dengan Variasi Diameter Paralon pada setiap Perlakuan Akibat Massa Beban yang diberikan

Tabel 1. Sensitifitas untuk setiap keadaan fiber optik

Lakukan Multi Bending berdasarkan variasi diameter paralon 1,5 cm , 2 cm, 2,5 cm	Sensitifitas atau gradien (volt / g)	Urutan Sensitifitas
Jaket tidak diklupas (d = 1,5 cm)	-4,04188E-6 ± 3,79991E-7	6
Jaket diklupas (d = 1,5 cm)	-9,71437E-6 ± 2,33219E - 7	1
Jaket tidak diklupas (d = 2 cm)	-7,62934E-6 ± 8,65392E - 7	4
Jaket diklupas (d = 2 cm)	- 9,01411E-6 ± 9,49469E - 7	3
Jaket tidak diklupas (d = 2,5 cm)	-9,41157E-6 ± 9,82138E - 7	2
Jaket diklupas (2,5 cm)	-4, 78187E-6 ± 3,79991E - 7	5

Tabel 1. merupakan hasil perhitungan sensitifitas yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sensitifitas pada setiap perlakuan fiber optik. Akan tetapi dari ke tiga variasi diameter paralon dengan perlakuan yang pada fiber optik , diameter paralon 1,5 cm pada jaket diklupas memiliki sensitifitas yang lebih besar dari perlakuan variasi diameter paralon yang lain.

Setelah mengetahui variasi diameter paralon dengan sensitifitas yang paling besar yaitu pada variasi diameter paralon 1,5 cm maka menunjukkan adanya perubahan atau karakteristik fiber optik untuk dikembangkan sebagai sensor.

Tabel 2. Linearitas untuk setiap keadaan fiber optik.

Jenis Perlakuan	Linearitas
Jaket Tidak diklupas (d = 1,5 cm)	0,9476
Jaket Diklupas (d = 1,5 cm)	0,99485
Jaket Tidak diklupas (d = 2cm)	0,90109
Jaket Diklupas (d = 2 cm)	0,91298
Jaket Tidak diklupas (d = 2,5 cm)	0,91439
Jaket Diklupas (d = 2,5 cm)	0,9476

Uji linieritas bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel mempunyai hubungan yang linier. Analisis regresi sederhana menunjukkan hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel tak bebas. Linearitas ditentukan dalam persamaan garis lurus. Tabel 2 menunjukkan nilai linearitas untuk setiap perlakuan pada fiber optik, yaitu jaket tidak diklupas dan jaket diklupas dengan

variasi diameter paralon 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm.

terdapat pada pada variasi diameter paralon 1,5 cm.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengupasan jaket pada sensor fiber optik dapat mempengaruhi intensitas keluaran fiber optik. Pada variasi diameter paralon 1,5 cm dengan jaket yang dikupas memiliki pelemahan (atenuasi) yang paling besar. sehingga lekukan yang dihasilkan akan semakin tajam sehingga menghasilkan pelemahan (atenuasi) semakin besar.
2. Pemberian massa beban dengan variasi diameter paralon 1,5 cm , 2 cm, dan 2,5 cm dapat mempengaruhi intensitas keluaran pada fiber optik. Semakin besar massa beban yang diberikan maka tegangan yang dihasilkan dari rangkaian pengikut tegangan akan semakin kecil.
3. Sensitifitas terbaik terdapat variasi diameter paralon 1,5 cm dan linearitas terbaik juga

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Widodo, Thomas Sri.(1995). *Opoelektronika* : komunikasi serat optik. Yogyakarta : Andi Ofset. Perpustakaan Digital UNM (<http://library.um.ac.id>)
- [2] Dwi Nurfatimah, Arifin, Badiyatul Arminah. (2015). *Rancang Buat Sensor Pergeseran Berbasis Serat Optik Plastik Brdasarkan Kajian Macro dan Micro Bending*. Makasar : Universitas Hasanudin Fakultas Ilmu dan Pengetahuan Alam. Prodi Fisika.
- [3] Bin, Ma and Xingou, Zou. (2010). *Study of Vehicle Weight-In-motion System Based on Fiber-optic Microbend Sensor*. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation.
- [4] Dewi Mayang Sari. (2010). *Kajian Karakteristis Pada Serat Optik Telkom Karena Pembengkokan Makro.:* Surakarta : Universitas Sebelas Maret Fakultas Ilmu dan Pengetahuan Alam. Prodi Fisika.
- [5] A.R. Nugraha. (2006). *Serat Optik*. Yogyakarta : Penerbit ANDI, pp. 1-2