

## PERANCANGAN DAN PENGUJIAN SENSOR LOGAM MENGUNAKAN SERAT OPTIK

Rusdi Wartapane<sup>1</sup>, Nur Aminah<sup>2</sup>, Tadjuddin<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This study aims to design a metal sensor using optical fiber. A piece of enamel wire is wrapped around a piece of kuker as a winding medium. This wire winding is given a high frequency to generate a magnetic field around the winding. The principle of a fiber optic communication system using a transmitter, optical fiber, and receiver is used to measure changes in the attenuation value at the output. In the circuit, the optical fiber is passed in a coil that has been wound. Thus, a magnetic field is generated around the enamel wire. When a metal is brought near a magnetic field, the damping changes. The change in attenuation is influenced by the strength of the magnetic field. Therefore, it was tested to use the proper enamel wire for the molded metal sensor. In addition, the type of optical fiber that is right for use as a metal sensor is also tested. In testing the designed sensor, the output reaction is seen on several instruments, such as oscilloscopes and optical power meters. This test compares the attenuation value at the output/receiver when a metal is brought close to the sensor and after it is brought close to the sensor. The measurement results of attenuation or output power of metal sensors using multimode graded index cables in metalless transmission are 3.0 dBm – 3.05 dBm, while in single mode step index cables are 1.0 dBm – 1.05 dBm.

*Keyword: sensor, metal, optical fiber, email wire, output power*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang sebuah sensor logam menggunakan serat optik. Seutas kawat email dililit pada sepotong kuker sebagai media lilitan. Lilitan kawat ini diberi frekuensi tinggi untuk membangkitkan medan magnet di sekitar lilitan. Prinsip sistem komunikasi serat optik dengan menggunakan transmitter, serat optik, dan *receiver* dimanfaatkan untuk mengukur perubahan nilai redaman pada output. Dalam rangkaian tersebut, serat optik dilewatkan dalam kuker yang telah dililit. Dengan demikian, dibangkitkan medan magnet di sekitar kawat email. Ketika sebuah logam didekatkan di sekitar medan magnet, maka redaman berubah. Perubahan redaman dipengaruhi oleh kuat medan magnet. Oleh karena itu, diuji penggunaan kawat email yang tepat untuk sensor logam yang dibentuk. Selain itu, diuji juga tipe serat optik yang tepat untuk digunakan sebagai sensor logam. Dalam pengujian sensor yang dirancang, reaksi output dilihat pada beberapa instrumen, seperti osiloskop dan power optik meter. Pengujian ini membandingkan nilai redaman pada output/receiver saat sebuah logam sebelum di dekatkan dengan sensor dan setelah di dekatkan dengan sensor. Hasil pengukuran redaman atau daya output sensor logam dengan menggunakan kabel *multimode graded index* pada pentransmisi tanpa logam adalah 3.0 dBm – 3.05 dBm, sedangkan pada kabel *single mode step index* 1.0 dBm – 1.05 dBm.

*Keyword/ Kata kunci: sensor, logam, serat optik, kawat email, daya output,*

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu detektor yang banyak digunakan untuk mendeteksi logam adalah detektor/sensor logam BFO (*Beat Frequency Oscillator*) [1]. Faktor yang mempengaruhi kerja dari sensor BFO adalah frekuensi output, sehingga detektor ini sangat bergantung pada frekuensi yang dipilih. Frekuensi output akan berubah bila ada objek berupa logam yang diletakkan dekat dengan sensor. Agar dapat digunakan untuk mendeteksi logam, maka pengaturan frekuensi haruslah cukup tinggi. Namun, jika frekuensi yang dipilih terlalu tinggi, maka sensitivitas sensor akan rendah. Alat uji dan deteksi jenis logam sebenarnya telah banyak dijual dengan memiliki berbagai macam kelebihan dan kekurangannya. Namun, harganya relatif mahal untuk diadakan.

Dalam penelitian ini dirancang sebuah sensor untuk mendeteksi logam. Bahan inti sensor adalah Serat optik. Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian *transmitter* dan *receiver* Serat optik. Serat optik dililit sehingga menghasilkan medan magnet jika dialiri oleh gelombang cahaya. Dengan adanya medan magnet, maka jika didekatkan dengan logam akan terjadi redaman pada output. Dengan demikian, indikator dari sensor logam ini adalah reaksi output.

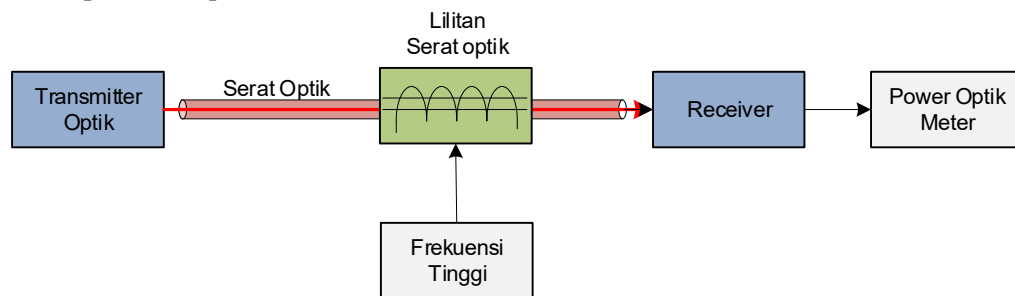
---

\* Korespondensi penulis: Rusdi Wartapane, email: rusdiwartapane@poliupg.ac.id

Dalam pengujian sensor yang dirancang, reaksi output diamati pada beberapa instrumen, seperti osiloskop dan Power Optik Meter. Pengujiannya membandingkan nilai redaman pada *output/receiver* saat sebuah logam sebelum dan setelah di dekatkan dengan sensor. Sejauh apa jarak antara sensor dengan logam sehingga sensor ini masih dapat mendeteksi.

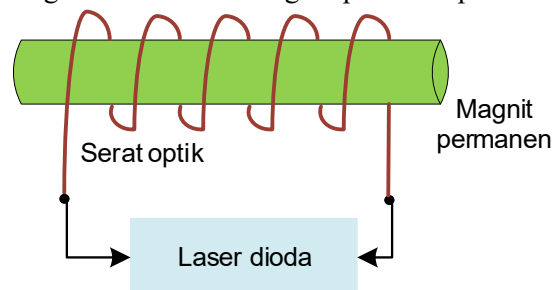
## 2. METODE PENELITIAN

Sumber optik yang digunakan adalah *light source* pada OTDR. *Transmitter* digunakan sebagai pengirim data yang mengubah sinyal listrik menjadi cahaya. Sensor magnetik yang digunakan adalah lilitan serat optik pada sebuah medium/magnet permanen berbentuk pipa/tabung dengan menguji coba beberapa diameter kawat email, 0,3 mm; 0,5 mm; 0,7 mm, dan diameter magnet permanen 1 cm; 1,5 cm; 2 cm. *Receiver* merupakan output dari sistem yang mengubah cahaya dari serat optik menjadi sinyal listrik kembali. Pada *receiver* dilakukan pengukuran redaman menggunakan Power Optik Meter. Diagram blok rancangan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



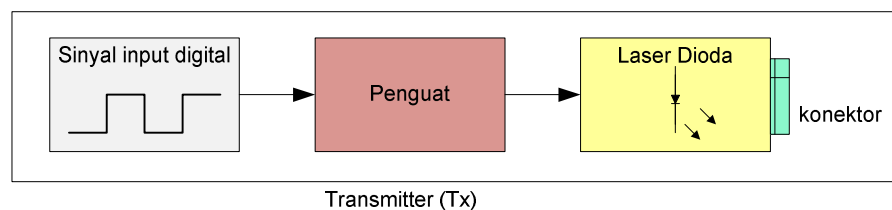
Gambar 1. Blok diagram rancangan alat

Sensor logam menggunakan serat optik terdiri atas 2 sistem rangkaian, yaitu rangkaian sistem transmisi optik dan rangkaian sensor magnetik. Pada bagian ini, dirancang lilitan serat optik seperti pada Gambar 2 pada sebuah medium/magnet permanen berbentuk pipa yang berbahan besi dengan jarak setiap lilitan adalah 0.5 cm untuk menghasilkan medan magnet pada kumparan kawat tersebut.

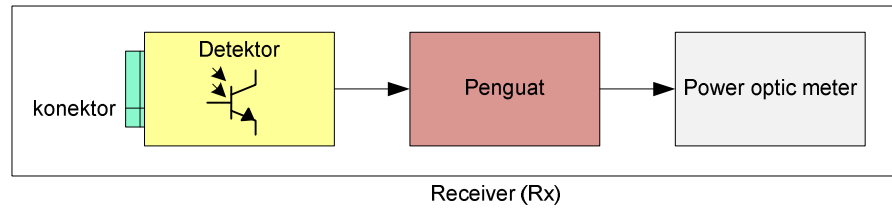


Gambar 2. Lilitan serat optik

Pada *transmitter* optik, sinyal listrik diubah menjadi cahaya. Kemudian ditembakkan ke serat optik. *Receiver* optik (Rx) mengubah cahaya yang dikirimkan dari rangkaian pemancar/transmitter menjadi sinyal listrik kembali. Power optik meter digunakan untuk mengukur level daya output dengan mengamati tampilan pada *display*. Setiap akan melakukan pengukuran Power Meter Optik harus dikalibrasi terlebih dahulu. Dengan mengukur level daya tersebut dapat diketahui besarnya redaman proses pentransmisiian sinyal cahaya. Diagram blok transmitter ini disajikan pada Gambar 3, sedangkan Gambar 4 adalah blok *receiver*.



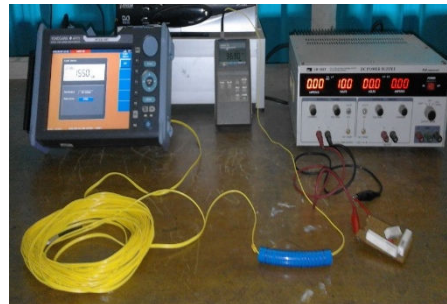
Gambar 3. Diagram blok transmitter



Gambar 4. Diagram blok receiver

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah (1) Menguji sensitivitas sensor dengan menggunakan serat optik yang bervariasi, yaitu 0,3  $\mu\text{m}$ ; 0,5  $\mu\text{m}$ ; dan 0,7  $\mu\text{m}$ ; (2) Menguji sensitivitas sensor dengan menggunakan serat optik tipe singlemode dan multimode; (3) Pengujian dilakukan untuk beberapa macam benda berbahan logam; (4) Pengujian dilakukan pada beberapa jarak antara sensor dan logam; (5) Input sensor magnet menggunakan frekuensi tinggi dari Function Generator (FG); (6) Parameter yang menjadi indikator dalam pengujian adalah nilai redaman pada output yang diukur menggunakan power optik meter dan osiloskop; (7) Penentuan jangkauan pengukuran antara logam dan serat optik jenis *single mode step indeks* dan *multi mode graded index* pada medan magnet dengan mengetahui output level daya yang diterima melalui power meter optik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Pengukuran alat pendeteksi logam

Data hasil pengukuran daya output lilitan fiber optik jenis *multimode graded indeks* pada magnet.

$$\begin{aligned} \text{Daya input (Tx)} &= -33.8 \text{ dBm} \\ &= 4.16 \times 10^{-4} \text{ mW} \end{aligned}$$



Gambar 6. Pengukuran Daya Output Multimode Graded Indeks Tanpa Logam

Tabel 1. Data Pengukuran Daya Output Multimode Graded Indeks Tanpa Logam

Jenis Kabel Optik	Tegangan (DC)	Pin (dBm)	Pout (dBm)	$\alpha$ (dB)
<i>Multi Mode Graded Indeks</i>	5 volt	-10	-14	4
	10 volt	-10	-14	4
	15 volt	-10	-14	4
	20 volt	-10	-14	4
	25 volt	-10	-14	4
	30 volt	-10	-14	4

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Daya Output Singlemode Step Indeks Tanpa Logam

Jenis Kabel Optik	Tegangan DC (Volt)			
	Pin (dBm)	Pout (dBm)	$\alpha$ (dB)	
<i>Single Mode Step Indeks</i>	5	-10	-11	1
	10	-10	-11	1
	15	-10	-11	1
	20	-10	-11	1
	25	-10	-11	1
	30	-10	-11	1

Tabel 3. Data pengukuran daya output terhadap pengaruh logam murni pada jarak 5 cm

Jenis Kabel Optik	Tegangan (Volt)	Daya Output (dBm)			
		Emas (22)	Emas (23)	Aluminium	Timah
<i>Multi mode graded indeks</i>	5	-14	-14	-14	-14
	10	-14	-14	-14	-14
	15	-14	-14	-14	-14
	20	-14	-14	-14	-14
	25	-14,13	-14,13	-14,16	-14,14
	30	-14,14	-14,14	-14,17	-14,14
<i>Single mode step indeks</i>	5	-11	-11	-11	-11
	10	-11	-11	-11	-11
	15	-11	-11	-11	-11
	20	-11	-11	-11	-11
	25	-11,1	-11,1	-11,12	-11,13
	30	-11,13	-11,13	-11,14	-11,14

Tabel 4. Pengukuran daya output terhadap pengaruh logam panduan pada jarak 5 cm

Jenis Kabel Optik	Tegangan (Volt)	Daya Output (dBm)			
		Logam Besi		Logam Non Besi	
		Baja	Baut	Kuningan	Bimetal
<i>Multi mode graded indeks</i>	5	-14	-14	-14	-14
	10	-14	-14	-14	-14
	15	-14	-14	-14	-14
	20	-14	-14	-14	-14
	25	-14,02	-14,1	-14,14	-14,11
	30	-14,1	-14,1	-14,17	-14,17
<i>Single mode step indeks</i>	5	-11	-11	-11	-11
	10	-11	-11	-11	-11
	15	-11	-11	-11	-11
	20	-11	-11	-11	-11
	25	-11,01	-11,03	-11,08	-11,03
	30	-11,03	-11,04	-11,09	-11,04

Tabel 5. Pengukuran daya output terhadap pengaruh logam murni pada jarak 10 cm

Jenis Kabel Optik	Tegangan (Volt)	Daya Output Logam Murni (dBm)			
		Emas (22)	Emas (23)	Aluminium	Timah
<i>Multi mode graded indeks</i>	5	-14	-14	-14	-14
	10	-14	-14	-14	-14
	15	-14	-14	-14	-14
	20	-14	-14	-14	-14

Jenis Kabel Optik	Tegangan (Volt)	Daya Output Logam Murni (dBm)			
		Emas (22)	Emas (23)	Aluminium	Timah
Single mode step indeks	25	-14,02	-14,02	-14,1	-14,12
	30	-14,03	-14,03	-14,12	-14,13
	5	-11	-11	-11	-11
	10	-11	-11	-11	-11
	15	-11	-11	-11	-11
	20	-11	-11	-11	-11
	25	-11,02	-11,02	-11,07	-11,04
	30	-11,03	-11,03	-11,08	-11,05

Tabel 6. Pengukuran daya output terhadap pengaruh logam panduan pada jarak 10 cm

Jenis Kabel Optik	Tegangan (Volt)	Daya Output Logam Panduan (dBm)			
		Logam Besi		Logam Non Besi	
		Baja	Baut	Kuningan	Bimetal
Multi mode graded indeks	5	-14	-14	-14	-14
	10	-14	-14	-14	-14
	15	-14	-14	-14	-14
	20	-14	-14	-14	-14
	25	-14,0	-14,02	-14,1	-14,03
	30	-14,02	-14,03	-14,12	-14,05
Single mode step indeks	5	-11	-11	-11	-11
	10	-11	-11	-11	-11
	15	-11	-11	-11	-11
	20	-11	-11	-11	-11
	25	-11,0	-11,02	-11,07	-11,04
	30	-11,03	-11,03	-11,08	-11,05

Dalam pentransmisiian cahaya menggunakan serat optik terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya redaman selama pentransmisiian berlangsung. Salah satu penyebab terjadinya redaman adalah medan magnet, yang memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi. Daya input pada tabel 1 tanpa logam adalah -10 dBm. Redaman adalah Daya output terukur dikurang daya input. Semakin besar redaman, maka semakin baik sensitifitas sensor logam. Pada penelitian ini, sensitivitas terbaik diperoleh pada sensor dengan menggunakan kabel serat optic Multimode Graded Index.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sensor logam dirancang dengan menggunakan kawat email. Panjang kawat 1 meter dengan diameter kawat 0,3 mm dililitkan pada sebuah tabung yang berukuran 10 cm dengan diameter 1,5 cm sebanyak 20 lilitan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tahanan pada lilitan kawat adalah  $5,59 \times 10^{-7} \Omega$  dan arus sebesar 3.08 A pada tegangan 220V. oleh karena itu, dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan sehingga redaman yang dihasilkan tergantung dari diameter dan panjang kawat email yang digunakan. Semakin besar diameter kawatnya maka semakin besar pula arus yg dihasilkan. Redaman atau level daya yang dihasilkan dengan menggunakan kabel *multimode graded index* pada pentransmisiian tanpa logam adalah 3 dBm – 3,05 dBm, sedangkan pada kabel *single mode step index* 1.0 dBm – 1.05 dBm.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih khususnya kepada pihak Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan pendanaan dan memfasilitasi pelaksanaan kegiatan penelitian ini. Juga kepada mahasiswa D4 TRJT dan D3 Telekomunikasi yang telah banyak membantu sehingga kegiatan penelitian dapat terlaksana dengan baik.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. I. Pratiwi, M. Rivai, dan F. Budiman, "Rancang Bangun Deteksi Jalur Pipa Terpendam Menggunakan Mobile Robot dengan Metal Detector", *Jurnal Teknik ITS*, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print), Vol. 6, No. 1, pp. A174-A179, 2017,