

PENGUJIAN, PENGUKURAN, DAN ANALISIS NILAI REDAMAN AKIBAT PENGKOPELAN (*COUPLING*) SERAT OPTIK PADA SALURAN TRANSMISI OPTIK

Rusdi Wartapane¹⁾, Nur Aminah²⁾

^{1,2)}Dosen Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang modul praktikum saluran transmisi optik dengan sistem *pengkopelan* kabel serat optik (fiber optic). Penelitian ini dilakukan dengan metode perancangan dan eksperimen. Modul praktikum yang dirancang terdiri atas bagian pemancar dan bagian penerima. Dengan menggunakan modul yang dirancang akan dilakukan pengujian, pengukuran, dan analisis nilai redaman akibat *pengkopelan* serat optik pada saluran transmisi. Jenis serat optik yang digunakan adalah *step indeks multimode*, *graded indeks multimode*, dan *step indeks singlemode* yang diberi input berupa sinyal digital. *Pengkopelan* dilakukan dengan menggunakan metode satu input dengan banyak output yaitu 1:2 ; 1:4; 1: 6; 1: 8 dan 1: 16. Juga dengan input banyak dan satu output yaitu 2;1; 4:1; 6: 1; 8:1 dan 16 : 1. Kedua metode pengkopelan akan dibandingkan nilai redamannya. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran sistem secara langsung menggunakan *power optic meter*, osiloskop, *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dan *spectrum analyzer*. Hal ini bertujuan untuk melihat besar daya optik yang diradiasikan (redaman) pada *pengkopelan* serat optik. Hasil penelitian yang diharapkan adalah sebuah modul praktikum transmisi sinyal optik berikut buku panduan praktikum (*jobsheet*) dan hasil pengujian yang dapat menunjukkan besar redaman pada penyambungan mencapai standar telekomunikasi 0,01dB, daya output, dan efisiensi daya pada penyambungan berbagai jenis serat optik dengan variasi frekuensi mulai dari *audio frequency* 10 KHz hingga *high frequency* 1 GHz. Modul yang dirancang akan menjadi salah satu modul Praktikum *Saluran Transmisi* di Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Keywords: *serat optik, transmisi, penyambungan, pengkopelan*

1. PENDAHULUAN

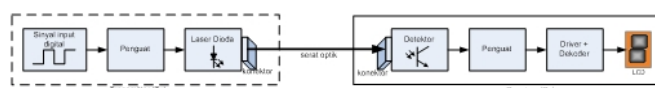
Beberapa keuntungan dari sistem komunikasi optik adalah: 1. Dapat menjangkau sampai puluhan bahkan ratusan kilometer, 2. Tahan terhadap *interferensi* gelombang elektromagnetik, 3. Kapasitas transmisinya sangat besar, 4. Kualitasnya lebih bagus dari sistem komunikasi lainnya.

Pada kenyataannya di lapangan, seperti halnya kabel-kabel transmisi yang lain, dalam sistem transmisi serat optik kerap kali diperlukan penyambungan maupun pengkopelan. Pada sisi transmitter dari saluran transmisi, bisa saja ada banyak input. Namun, untuk transmisi jarak jauh, hanya akan dilakukan transmisi dengan satu kawat saja. Pada kondisi ini, harus dilakukan pengkopelan. Demikian pula halnya pada akhir *receiver*, satu input dari saluran transmisi akan dikopel, kemudian akan keluar dengan banyak kawat sesuai inputnya pada transmitter. Besar redaman (rugi daya) pada sistem pengkopelan (Coupler) tergantung pada metode dan cara coupler dan serat optik yang digunakan.

Secara teori, coupler pada serat optik akan melemahkan sinyal lebih besar daripada jenis penyambungan lain karena sinyal input dibagi menjadi beberapa sinyal output (pada proses pembagian daya). Sebagai contoh pada 1 x 2 coupler, masing-masing output akan memiliki daya lebih kecil dari setengah daya pada sinyal input.

Coupler dapat berupa komponen aktif maupun komponen pasif. Pada *passive coupler*, sinyal optik di disalurkan tanpa diubah dulu menjadi sinyal listrik, sedangkan pada *active coupler* sinyal optik diubah dulu menjadi sinyal listrik, setelah itu baru di *split* atau juga di *combine* satu sama lain.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Blok diagram penelitian

Sistem transmisi sinyal optik ditunjukkan pada gambar 1. Pada sisi pengirim/transmitter (Tx), Sumber optik mengubah sinyal informasi elektrik menjadi sinyal informasi optik. Informasi sinyal optik dilewatkan ke media transmisi optik. Sejumlah daya dari input diberikan pada proses transmisi ini. Pada

¹ Koresponding : Rusdi Wartapane, Telp 081237681668, rwartapane@gmail.com

penerima/receiver (Rx), sinyal informasi optik diubah kembali menjadi sinyal informasi elektrik. Sinyal informasi elektrik disesuaikan, kemudian diubah menjadi sinyal informasi aslinya melalui transduser.

Dari transmitter, setelah konektor, dibuat percabangan/ pengkopelan (*coupling*).

1. Transmitter, terdiri atas sinyal input digital, penguat, dan sumber optik. Transmitter berfungsi mengubah sinyal informasi elektrik menjadi sinyal optik
2. Serat optik, merupakan media transmisi. Serat optik yang digunakan pada pengkopelan adalah jenis Singlemode.
3. Fiber optik splitter, berfungsi sebagai alat pengkopelan serat optik.
4. Receiver berfungsi mengubah sinyal optik setelah proses transmisi menjadi sinyal elektrik kembali

Desain/Perancangan

a. Sinyal Input Digital

Dalam transmisi sinyal optik, frekuensi yang disalurkan mulai dari frekuensi audio, 10 kHz hingga frekuensi tinggi, 1 GHz. Kenyataan di lapangan, Frekuensi ini berasal dari sinyal komunikasi/informasi berupa gambar/image atau suara. Frekuensi tersebut dapat berupa gelombang sinusoidal, gelombang kotak, atau gelombang segitiga. Pada penelitian ini akan digunakan sinyal input digital berupa gelombang kotak.

b. Laser Dioda

Sumber cahaya yang digunakan adalah laser dioda dengan panjang gelombang ± 1000 nm. Laser ini berfungsi untuk menembakkan cahaya ke serat optik.

c. Serat optik

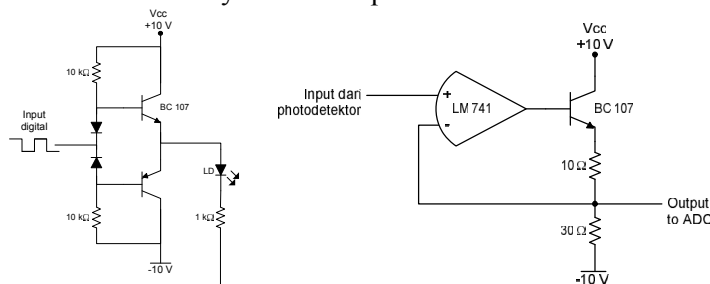
Serat optik sebagai media utama penelitian, dipilih dari jenis *singlemode*. Serat optik ini adalah jenis serat optik yang populer digunakan dalam sistem pengkopelan transmisi serat optik.

d. Detektor

Rangkaian detektor menggunakan *phototransistor*, tahanan beban dan tegangan catu 5 volt sebagai inputnya. Detektor berfungsi untuk mengubah cahaya dari serat optik menjadi listrik. Luaran (output) akan diukur melalui kaki emitor dari *phototransistor*.

e. Penguat

Pada perancangan rangkaian penguat digunakan *phototransistor* sensor laser I1463 dan IC jenis LF411. *Phototransistor* ini menerima cahaya laser dari pemancar laser.



Gambar 3. Rangkaian Penguat, a. pada pemancar; b. pada penerima

f. Output

Untuk menguji alat yang dihasilkan, akan dirancang suatu pengukur digital dengan keluaran yang terbaca di LCD.

Proses pengujian dilakukan sebagai berikut:

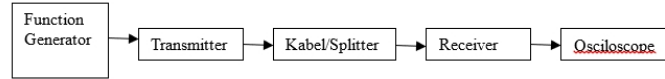
1. Melakukan pengukuran dengan kabel serat optik yang utuh (tanpa pengkopelan)
2. Melakukan pengkopelan kabel serat optik (dengan metode *splitter*).
3. Menggunakan sinyal digital sebagai input Laser
4. Mengukur intensitas cahaya pada transmitter menggunakan Optical Time Domain Reflecto Meter, spectrum analyzer, dan power optic meter
5. Mengukur intensitas cahaya pada receiver (bagian penerima) menggunakan Optical Time Domain Reflecto Meter (OTDR) dan power optic meter
6. Menampilkan nilai tegangan di LCD
7. Menghitung besar daya dan redaman pada sistem
8. Membandingkan hasil pengukuran antara kabel tanpa pengkopelan dan dengan pengkopelan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Rangkaian *Transmitter* dan *Receiver*

Dilakukan pengukuran daya output menggunakan OPM. Sebelum melakukan pengukuran dengan menggunakan *splitter*, dilakukan terlebih dahulu pengukuran menggunakan *optical fiber cable 2 × SM (Single Mode) G652D PVC 2013 01 037 M* dan *plus corning MM (Multi Mode) 50/125 optical fiber cable 01/05w 4827 M*, sebagai pembandingan antara kabel fiber optik dengan *splitter* fiber optik.

Output receiver diukur dengan menggunakan osiloskop untuk melihat sinyal keluaran berupa frekuensi. Blok diagram pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Rangkaian Pengukuran

Proses pengukuran ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Merancang rangkaian transmitter dan receiver.
2. Menyiapkan splitter dan menghubungkan ke transmitter.
3. Menyalakan function generator sebagai sinyal digital input laser dengan frekuensi yang di inginkan.
4. Menyambungkan port pada receiver untuk mengukur keluaran
5. Mengukur daya pada receiver (pada bagian penerima) menggunakan OLS dan OPM.
6. Menghitung besar daya dan redaman.
7. Membandingkan hasil pengukuran terhadap daya optik tiap kanal, pada receiver jika input fiber optik tunggal dan outputnya bercabang.

Pengujian Optical Fiber Cable 2 × SM (Single Mode) G652D

Pada pengukuran ini, kabel yang digunakan berupa Optical Fiber Cable 2 × SM (Single Mode) G652D. Sinyal keluaran dapat dilihat pada osiloskop yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Keluaran Sinyal dengan Kabel SM

No.	Frek In (FG) Hz	Frek Out (Rx) Hz	Sinyal In (FG)	Sinyal Out (Rx)
1.	270	270	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 2 ms A = 4 Vpp
2.	1000	1000	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 500 μs A = 4 Vpp
3.	2000	2000	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 200 μs A = 4 Vpp

Pengujian 1 × 4 PLC Splitter SM (Single Mode)

Pada pengukuran ini, coupler yang digunakan berupa 1 × 4 PLC Splitter SM (Single Mode). Sinyal keluaran dapat dilihat pada osiloskop yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.

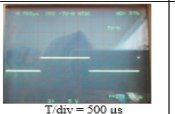
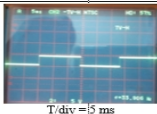
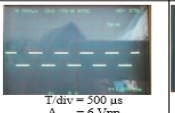
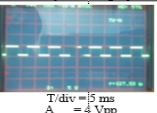
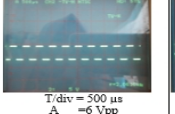
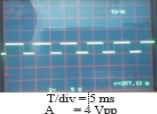
Tabel 2. Keluaran Sinyal dengan Splitter 1 × 4 SM

No.	Frek In (FG) Hz	Frek Out (Rx) Hz	Sinyal In (FG)	Sinyal Out (Rx)
1.	270	22	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 5 ms A = 4 Vpp Hasil keluaran port 2,3, dan 4 hasilnya sama dengan port 1
2.	1000	277,7	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 5 ms A = 4 Vpp Hasil keluaran port 2,3, dan 4 hasilnya sama dengan port 1
3.	2000	416,6	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 5 ms A = 4 Vpp Hasil keluaran port 2,3, dan 4 hasilnya sama dengan port 1

Pengujian PLC 1 × 8 Splitter SM (Single Mode)

Pada pengukuran ini, coupler yang digunakan berupa PLC 1 × 8 *Splitter* SM (*Single Mode*). Sinyal keluaran dapat dilihat pada osiloskop yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.


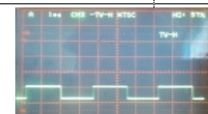


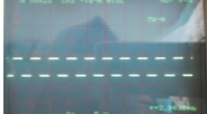
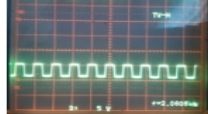
Tabel 3. Keluaran Sinyal dengan *Splitter* 1 × 8 SM

No.	Frek In (FG) Hz	Frek Out (Rx) Hz	Sinyal In (FG)	Sinyal Out (Rx)
1.	270	33,7	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 5 ms A = 4 Vpp Hasil keluaran port 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 hasilnya sama dengan port 1.
2.	1000	125	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 5 ms A = 4 Vpp Hasil keluaran port 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 hasilnya sama dengan port 1.
3.	2000	277,7	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 5 ms A = 4 Vpp Hasil keluaran port 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 hasilnya sama dengan port 1.

Pengujian Plus Corning MM (*Multi Mode*) 50/125 *Optical Fiber Cable* 01/05 W 4827M

Pada pengukuran ini, kabel yang digunakan berupa *Plus Corning* MM (*Multi Mode*) 50/125 *Optical Fiber Cable* 01/05 W 4827 M. Sinyal keluaran dapat dilihat pada osiloskop yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.

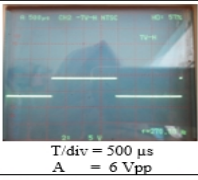
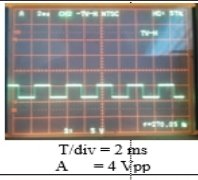
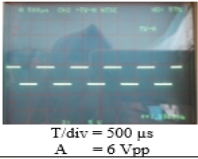
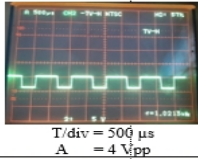
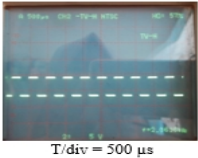
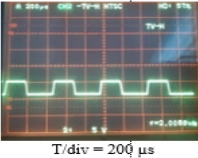
Tabel 4. Keluaran Sinyal dengan Kabel MM

No.	Frek In (FG) Hz	Frek Out (Rx) Hz	Sinyal In (FG)	Sinyal Out (Rx)
1.	270	270	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 1 ms A = 4 Vpp
2.	1000	1000	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 500 μs A = 4 Vpp
3.	2000	2000	 T/div = 500 μs A = 6 Vpp	 T/div = 500 μs A = 4 Vpp

Pengujian Suhner Fiber Optik MM (*Multi Mode*) 2 × 2 (biru)

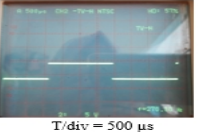
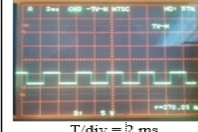
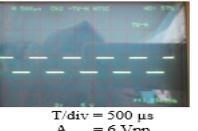
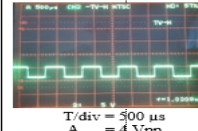
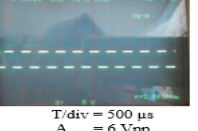
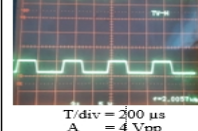
Pada pengukuran ini, kabel yang digunakan berupa *Suhner* Fiber Optik MM (*Multi Mode*) 2 × 2 (biru). Sinyal keluaran dapat dilihat pada osiloskop yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Keluaran Sinyal dengan *Splitter* 2 × 2 SM (biru)

No.	Frek In (FG) Hz	Frek Out (Rx) Hz	Sinyal In (FG)	Sinyal Out (Rx)
1.	270	270		
2.	1000	1000		
3.	2000	2000		

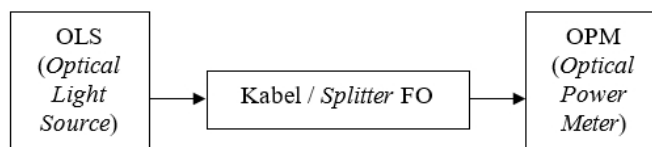
Pengujian Suhner Fiber Optik MM (Multi Mode) 2 × 2 (kuning)

Pada pengukuran ini, kabel yang digunakan berupa Suhner Fiber Optik MM (Multi Mode) 2 × 2 (kuning). Sinyal keluaran dapat dilihat pada osiloskop yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6. Tabel 6. Keluaran Sinyal dengan Splitter 2 × 2 MM (kuning)

No.	Frek In (FG) Hz	Frek Out (Rx) Hz	Sinyal In (FG)	Sinyal Out (Rx)
1.	270	270		
2.	1000	1000		
3.	2000	2000		

Pengukuran Daya

Pada pengukuran daya alat ukur yang digunakan adalah OLS (Optical Light Source) dan OPM (Optical Power Meter). OLS digunakan sebagai pengganti Tx dan OPM digunakan sebagai pengganti Rx. Blok diagram penggunaan OLS dan OPM dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram OLS dan OPM

Prosedur pengukuran daya adalah sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan pengukuran, ujung core pada setiap kabel atau splitter yang akan digunakan pada pengukuran ini dibersihkan dengan menggunakan *tissue*, dan konektor yang ada pada OLS dan OPM.
2. Memasang konektor yang sesuai dengan splitter atau kabel yang digunakan. Dalam pengukuran ini, penulis menggunakan konektor FC (Fiber Connector).
3. Menyambungkan kabel atau splitter dengan OLS pada sisi input dan OPM pada sisi output yg telah di bersihkan.

4. Menyalakan perangkat OLS dan OPM dengan cara menekan tombol on/off yang ada pada OLS dan OPM.
5. Mengatur panjang gelombang, pada pengukuran ini penulis menggunakan panjang gelombang 1310 nm. Dimana panjang gelombang OPM dan OLS harus sama.
6. Mengatur besar frekuensi pada OLS yaitu 270 Hz, 1 KHz, dan 2 KHz secara bergantian dan hasil pengukuran ditampilkan pada layar OPM.
7. Menunggu hingga pembacaan OPM stabil.
8. OLS dan OPM harus tetap *on* hingga seluruh pengukuran selesai dilakukan. Ini untuk menjaga agar OLS tingkat cahayanya konstan ketika temperatur internal dan tegangan baterai menjadi stabil.
9. Memutuskan koneksi pada *patchord* dari OLS dan OPM.
10. Mematikan perangkat OLS dan OPM dengan cara menekan tombol on/off yang ada pada OLS dan OPM.

Kabel referensi :

Keterangan :

Jenis kabel = SM (*Single Mode*)

Panjang gelombang (λ) = 1310 nm

Panjang kabel = 1 m

Daya input = -09,20 dBm

Konektor = FC (Fiber Connector)

Redaman konektor = 0,2 dBm

4. KESIMPULAN

Redaman pada kabel fiber optik jenis single mode dan multimode pada penelitian ini diperoleh nilai redaman terbaik yaitu pada jenis kabel plus corning MM (Multimode) 50/125 Optical Fiber Cable 01/02 W4827 M dengan nilai 2 dBm, sedangkan untuk splitter fiber optik diperoleh nilai redaman terbaik yaitu pada splitter Suhner Fiber Optik MM (Multimode) 2×2 dengan nilai -1,57 dBm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- 1) H. Mochamad Wahyudi, S.Kom. *Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik (Fiber Optic)*
<http://www.prayitno.org/data/Mengenal%20Teknologi%20Serat%20Optik%20%28Fiber%20Optic%29.PDF>
diakses Maret 2015
- 2) Maya Army Roma Sitorus. 2009. *Analisis Perencanaan Serat Optik DWDM Jalur Semarang Solo Yogyakarta Di PT INDOSAT*, Tbk. Tugas Akhir, Universitas Indonesia
- 3) Retno Fatma Megawati, Gatut Yudoyono. 2013. *Aplikasi Double Coupler Serat Optik Multimode sebagai Sensor Kemolaran Larutan NaCl*. JURNAL SAINS DAN SENI POMITS Vol. 2, No.1, (2013) 2337-3520 (2301-928X Print) Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- 4) Ridwan Alief, Ir. Sudjadi MT. 2012. *Teknik Penyambungan Serat Optik Dengan Metode Penyambungan Fusi (Fusion Splicing) Di Pt.Telekomunikasi Indonesia, Tbk Area Network Solo*
http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp-content/uploads/2012/05/L2F009118_MKP.pdf diakses Maret 2015.
- 5) Rudito, Hatma. 2010. *Pengukuran dan Analisis Radiasi dan Distribusi Intensitas Transmisi Sinyal Optik pada Serat Optik yang Dibengkokkan*. Hasil Penelitian. Politeknik Negeri Ujung Pandang
- 6) Suhana dan Shigeki Shuji. 2005. *Sistem Telekomunikasi*. Jakarta: Pradya Paramitha.
- 7) Wahyudi, H. Mochamad. [www.wahyudi.or.id/ download/serat_optic.pdf](http://www.wahyudi.or.id/download/serat_optic.pdf), diakses 14 Pebruari 2015. *Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik (Serat Optic)*. Bina Sarana Informatika
- 8) Wartapane, Rusdi. 2008. *Rancang Bangun Sensor Tekanan Menggunakan Serat Optik pada Jalan Raya Industri*. Hasil Penelitian. Politeknik Negeri Ujung Pandang
- 9) Wartapane, Rusdi. 2012. *Pengujian, Pengukuran Dan Analisis Redaman Serat Optik Yang Dibengkokkan Untuk Transmisi Sinyal Optik AC*. Hasil Penelitian. Politeknik Negeri Ujung Pandang
- 10) Wartapane, Rusdi. 2016. "Perancangan Pemancar Dan Penerima Sistem *Penyambungan (Splicing) Serat Optik Untuk Modul Praktikum Saluran Transmisi*". Hasil Penelitian Hibah Bersaing. Politeknik Negeri Ujung Pandang.