

PENGUKURAN DAN ANALISIS RADIASI DAN DISTRIBUSI INTENSITAS CAHAYA SERAT OPTIK YANG DIBENGGOKKAN PADA TRANSMISI SINYAL OPTIK

Hatma Rudito¹⁾, Rusdi Wartapane²⁾ dan Rizal A. Duyo³⁾
^{1,2,3)}Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRAK

Seperti halnya kabel-kabel transmisi yang lain, dalam sistem transmisi serat optik acap kali diperlukan pembekokan untuk mengikuti kondisi ruang. Pembengkokan serat optik mengakibatkan menurunnya efisiensi daya yang disebabkan oleh perubahan moda dan radiasi daya. Telah diketahui bahwa serat optik dapat menyalurkan cahaya dengan keakuratan yang sangat baik. Oleh karena itu, pembengkokan (dikenal dengan istilah 'redaman') sedikit saja akan mempengaruhi intensitas keluaran atau radiasi daya serat optik. Akibatnya, energi optik pada ujung transmisi akan berkurang. Pada penelitian ini, cahaya yang keluar dari serat optik akan diubah dalam bentuk listrik oleh detektor. Detektor yang digunakan adalah photo transistor (dikenal juga sebagai photo detektor). Keluaran detektor dihubungkan dengan penerima detektor digital yang akan terbaca pada LCD. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen pada berbagai jenis kabel serat optik dengan sudut pembengkokan yang bervariasi. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran secara langsung menggunakan power optik meter, multimeter, dan spectrum analyzer. Hal ini dilakukan untuk melihat pemanfaatan daya optik yang diradiasikan pada bagian pembengkokan pada percabangan transmisi optik, juga membantu untuk mengukur jari-jari pembengkokan. Daya optik terukur akan terbaca di LCD yang akan dirancang dan menjadi bagian dari penelitian ini. Hasil penelitian yang diperoleh merupakan hasil pengujian yang menunjukkan variasi elemen sudut pembengkokan untuk berbagai jenis kabel serat optik dengan redaman yang diijinkan pada efisiensi daya serat lebih besar dari 91%. Sudut pembengkokan yang dilakukan pada masing-masing jenis serat optik adalah $0^\circ - 45^\circ$.

Kata kunci: serat optik, redaman, sudut pembengkokan, daya optik, sinyal optik

I. PENDAHULUAN

Era globalisasi dewasa ini ditandai dengan munculnya berbagai macam peralatan komunikasi dengan teknologi elektronika yang kian berkembang. Saat ini, handphone, televisi, dan berbagai peralatan elektronika untuk komunikasi dan informasi bukan lagi merupakan barang mewah. Kahandalan dan kejelasan komunikasi dan informasi ini tidak lepas dari penggunaan peralatan yang handal dengan 'noise' yang rendah. Untuk masalah yang terakhir, tidaklah berlebihan jika dikatakan bahwa penggunaan *serat optik* sebagai media transmisi merupakan salah satu komponen yang menunjang kehandalan sistem. Salah satu keunggulan *serat optik* adalah memiliki rugi-rugi yang sangat rendah dibandingkan dengan media transmisi lain.

Meskipun sangat rendah, rugi-rugi *serat optik* tetap ada. Salah satu penyebab rugi-rugi pada *serat optik* adalah Redaman. Redaman dapat menyebabkan turunnya nilai amplitudo. Redaman ini dapat disebabkan oleh pembengkokan *serat optik* (*bending*). Menurut rekomendasi ITU-T G.0653E, kabel *serat optik* harus mempunyai koefisien redaman 0,5 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0,4 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Besar koefisien ini bukan merupakan nilai mutlak, karena harus mempertimbangkan proses pabrikasi, desain dan komposisi *serat*, serta desain kabel. Untuk itu, terdapat range redaman yang masih diijinkan yaitu 0,3 – 0,4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0,17 – 0,25 dB/km, untuk panjang gelombang 1550 nm. Selain itu, koefisien redaman mungkin juga dipengaruhi spektrum panjang gelombang yang diperoleh dari hasil pengukuran pada panjang gelombang yang berbeda.

Permasalahannya adalah berapa besar sudut pembengkokan, sehingga memenuhi range redaman yang direkomendasikan. Belum adanya standar yang pasti untuk masalah ini menjadi dasar dilakukannya penelitian ini. "Analisa Intensitas Transmisi Sinyal Optis pada Serat optik yang dibengkokkan" telah dilakukan oleh Pramono, dkk, (1993). Penelitian ini menggunakan *serat optik* plastik. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran radiasi dan distribusi intensitas pada beberapa sudut bengkokan dan sudut pengukuran yang berbeda. Hasilnya memperlihatkan bahwa radiasi daya maksimum sekitar 22,05 % dan perubahan moda 19,28 % diperoleh pada sudut bengkokan $R = 1$ cm dan sudut pengukuran 0° .

1. *Studi tentang pengukuran redaman penyambungan pada serat optik* telah dilakukan oleh Srihandayani, Leli (2006). Dalam proses transmisi sinyal menggunakan *serat optik*, pembengkokan/kesalahan pada penyambungan menyebabkan redaman selama proses transmisi berlangsung. Dari data yang diperoleh, tampak bahwa setiap sudut pembengkokan menghasilkan daya yang berbeda dengan daya maksimumnya.
 Daya Laser = -36,9 dBm

Daya output *serat optik* sebelum terjadi pembengkokan = -36,92 dBm

Tabel 1. Hasil Pengukuran Daya Output

Panjang Pembengkokan Serat optik	Daya Output
1 cm	-36,94 dBm
2 cm	-36,95 dBm
3 cm	-36,98 dBm
4 cm	-37,01 dBm
5 cm	-37,03 dBm

2. Penelitian tentang "Rancang Bangun Sensor Tekanan Menggunakan Serat optik pada Jalan Raya Industri" telah dilakukan oleh Rusdi Wartapane (2008). Data yang diperoleh pada tabel 3 menunjukkan bahwa daya optik pada pemancar pada saat pembengkokan kabel serat optik dengan sudut 0° - 4,5°, daya input sama dengan daya output. Ini berarti daya yang dikirim pada lintasan yang lurus (hampir tanpa pembengkokan) tidak ada kerugian daya optik.

Pada pembengkokan 5°, kerugian daya optik mulai ada dan pada sudut 40° terjadi kerugian daya optik yang paling besar sekitar -34 dBm atau sekitar -14,23 dBm dengan tegangan sumber DC 2 Volt dan panjang kabel serat optik 10 meter.

Tabel 1. Hasil pengukuran Tekanan kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Roda	Muatan kosong (kg)	Ada Muatan (Kg)	Daya output (dBm)
1.	Cold (dina)	6	3450	0	-24
				10.000	-30
2.	Mitsubishi/ Toyota	8	5650	0	-25,5
				20.000	-34,3

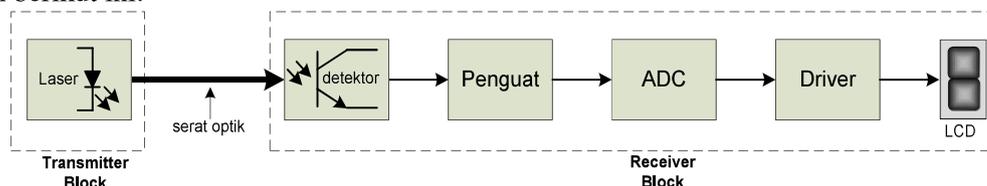
Tabel 2. Hasil pengukuran Tekanan kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Roda	Muatan kosong (kg)	Tegangan output (dBm)
1	Terios	4	1165	-30.2
2	Avanza	4	1123	-29.3
3	Innova	4	1359	-35.3

Dari tabel 1 hasil percobaan pada dinas perhubungan darat DLLAJR merupakan hasil perbandingan alat ukur menggunakan peralatan DLLAJR hasil pengukuran dengan kendaraan 6 roda dihasilkan berat 3450 kg dan menggunakan sensor serat optik identik dengan -24 dBm dengan menggunakan pegas baja, dengan diameter baja 1.5 cm dan diameter lingkaran pegas 20 cm, dari tabel 5.8 bahwa setiap perubahan -1 dB sama dengan berat 1910 kg. Pada tabel 2 dengan menggunakan pegas 1 cm dan diameter lingkaran pegas 15 cm, bahan baja, dihasilkan pengukuran alat standar DLLAJR beratnya 1165 kg dan hasil pengukuran sensor tekanan dengan serat optik nilainya -30.2 dBm dengan asumsi bahwa setiap kenaikan nilai 38.4 kg menghasilkan -1 dBm. Efisiensi yang dihasilkan pada pembekokan 40° mencapai 60%. Pada kondisi ini dalam penyaluran informasi tidak baik dilakukan.

II. METODE PENELITIAN

Blok diagram dari alat penguji radiasi dan distribusi intensitas Transmisi sinyal optik yang dirancang digambarkan berikut ini:



Gambar 1. Blok diagram alat penguji

Secara garis besar sistem transmisi serat optik terdiri atas laser, serat optik, dan detektor. Laser digunakan sebagai sumber cahaya bagi serat optik. Laser tersedia di pasaran dengan panjang gelombang mulai dari orde mikro hingga nano-meter. Sedangkan detektor berguna untuk mengubah cahaya (yang keluar dari serat optik) menjadi listrik. Detektor yang digunakan adalah photo transistor (dikenal juga sebagai photo

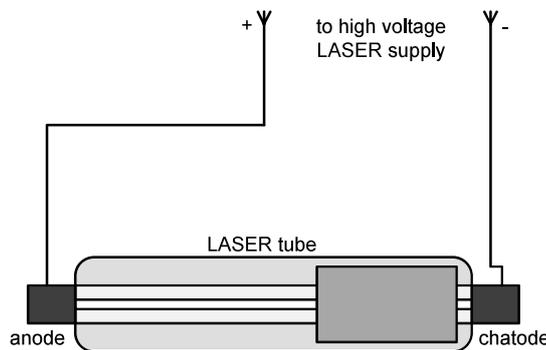
detektor). Pada detektor dibutuhkan sumber tegangan sebagai sumber energi bagi *photo* detektor, dalam hal ini dapat digunakan baterai.

Dalam penelitian ini, *serat optik* dari jenis *step indeks multimode*, *graded indeks multimode*, dan *singlemode* akan dibengkokkan untuk menguji/mengukur keluaran. Sudut pembengkokkan harus diperhitungkan dengan seksama. Besar amplitudo (berupa tegangan) yang keluar dari detektor bergantung pada besarnya intensitas cahaya yang sampai pada ujung *serat*. Nilai redaman tergantung pada selisih antara input dibandingkan dengan output pada pembengkokkan yang diakibatkan oleh jari-jari titik pembengkokkan *serat optik*. Input laser disuplai dari tegangan DC dan tegangan AC. Pada tegangan AC (arus bolak balik) pengujiannya adalah pengaruh perubahan frekwensi terhadap pembekokan.

1. Desain/Perancangan

a. Laser

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



Gambar 2. Rangkaian Pemancar Laser

b. Serat optik

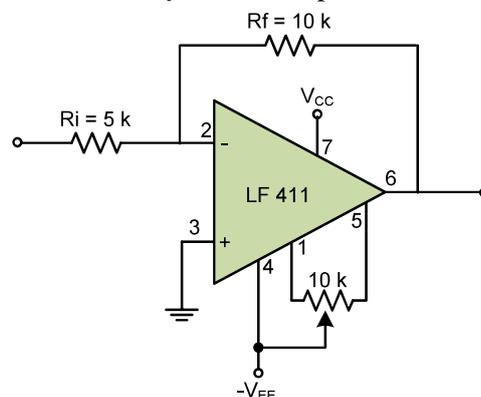
Serat optik sebagai media utama penelitian, dipilih dari jenis *step indeks multimode*, *graded indeks multimode*, dan *singlemode*. *Serat optik* ini adalah jenis *serat optik* yang populer digunakan dalam sistem transmisi *serat optik* saat ini. *Serat optik* berfungsi untuk menyalurkan cahaya ke detektor. *Serat optik* akan dibengkokkan dalam beberapa variasi sudut untuk membuat redaman. Dengan cara ini akan dapat diuji besar amplitudo keluaran yang dihasilkan.

c. Detektor

Detektor yang dibuat menggunakan *photo* transistor, 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 *photo* transistor.

d. Penguat

Pada perancangan rangkaian detektor dan penguat digunakan *photo* transistor sensor laser 11463 dan IC jenis LF411. *Photo* transistor ini menerima cahaya laser dari pemancar laser.



Gambar 3. Rangkaian Penguat Op-Amp

e. Output

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

f. Pengukuran

1. Radiasi Relatif

Pengukuran radiasi daya pada pembengkokan dilakukan untuk masing-masing pembengkokan *serat optik* dengan diameter 2 sampai 5 cm dan selisih diameter setiap peralatan 1 cm. Pengukuran dilakukan pada berbagai sudut pembengkokan, yaitu sudut antara sumbu serat lurus (0°) sampai 45°. Outputnya diterima oleh detektor optik yang merubahnya dalam bentuk listrik. Daya pada *serat optik* yang lurus diukur pada bagian *serat optik* sebelum dibengkokkan. Hal ini dilakukan setelah semua pengukuran radiasi bengkokkan selesai. Kemudian dilakukan perbandingan antara daya bengkokkan dan daya serat lurus yang hasilnya merupakan radiasi relatif untuk masing-masing bengkokkan.

2. Redaman

Dari hasil pengukuran radiasi relatif, nilai redaman dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Redaman } (\alpha) = -10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}} \text{ (dB)}$$

LUARAN PENELITIAN

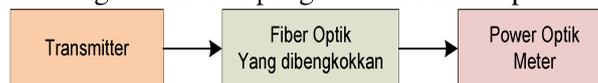
Penelitian ini bertujuan untuk mengukur/menguji dan menganalisis pengaruh radiasi dan distribusi intensitas Transmisi sinyal optik dari berbagai jenis *serat optik* yang dibengkokkan. Dengan demikian, dapat diketahui/dihasilkan sudut pembekokkan *serat optik* yang memenuhi range redaman yang direkomendasikan oleh ITU-T G.0653E. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan/referensi bagi perancang sistem transmisi *serat optik* dalam menentukan sudut pembengkokkan sesuai dengan daya/energi optik yang dibutuhkan.

Sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka indikator/parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah kemampuan Laser memberikan parameter berupa tegangan dan arus (daya) yang diharapkan sesuai dengan besar sudut pembengkokkan yang bervariasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Metode Pengukuran

Di bawah ini adalah blok diagram metode pengukuran redaman pembengkokkan pada *serat optik*.



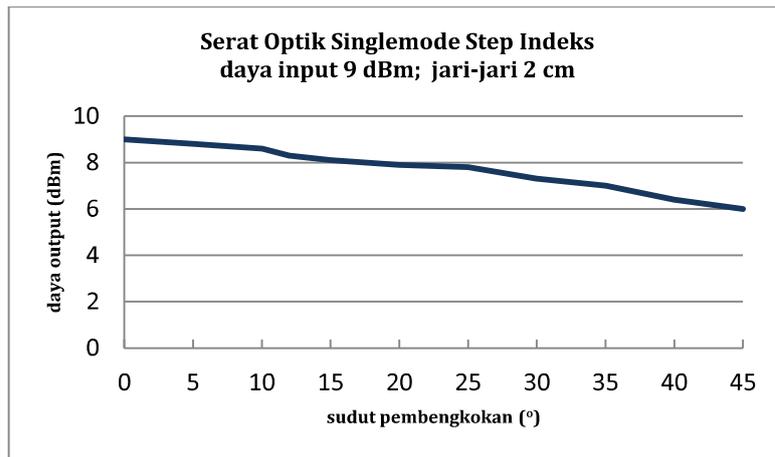
Gambar 4. Metode Pengukuran Redaman Pembengkokkan Pada Serat optic

2. Hasil Pengukuran

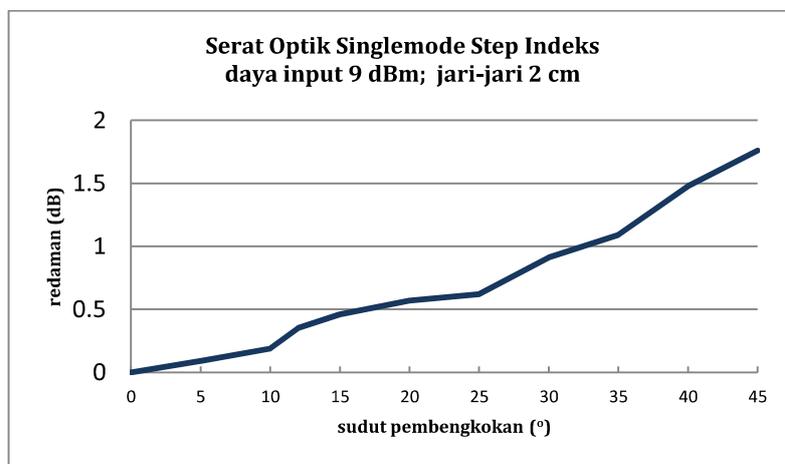
a. Singlemode Step indeks

Tabel 3. Daya input 9 dBm dan jari-jari pembengkokkan 2 cm

Daya input (dBm)	Jari-jari (cm)	Sudut (°)	daya output (dBm)	redaman (dBm)	efisiensi (%)
9	2	0	9	0	100
		5	8.8	0.09	97.78
		10	8.6	0.19	95.56
		12	8.3	0.35	92.22
		15	8.1	0.46	90
		20	7.9	0.57	87.78
		25	7.8	0.62	86.67
		30	7.3	0.91	81.11
		35	7	1.09	77.78
		40	6.4	1.48	71.11
		45	6	1.76	66.67



(a)



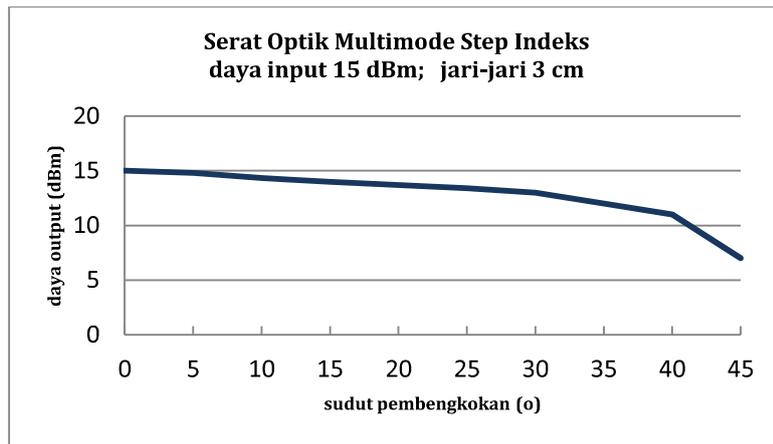
(b)

Gambar 5. Karakteristik serat optik single mode daya input 9 dBm; jari-jari 2 cm

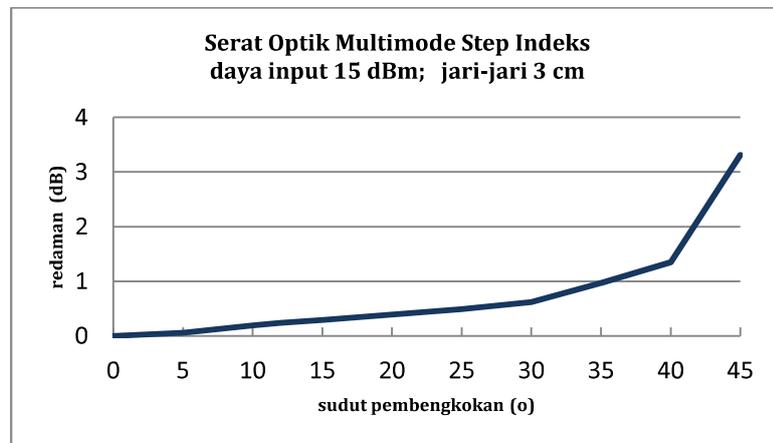
b. Multimode Step indeks

Tabel 4. Daya input 15 dBm dan jari-jari pembengkokan 3 cm

daya input (dBm)	Jari-jari (cm)	Sudut (°)	daya output (dBm)	redaman (dB)	efisiensi (%)
15	3	0	15	0	100
		5	14.8	0.06	98.67
		10	14.35	0.19	95.67
		12	14.2	0.24	94.67
		15	14	0.29	93.33
		20	13.7	0.39	91.33
		25	13.4	0.49	89.33
		30	13	0.62	86.67
		35	12	0.97	80
		40	11	1.35	73.33
		45	7	3.31	46.67



(a)



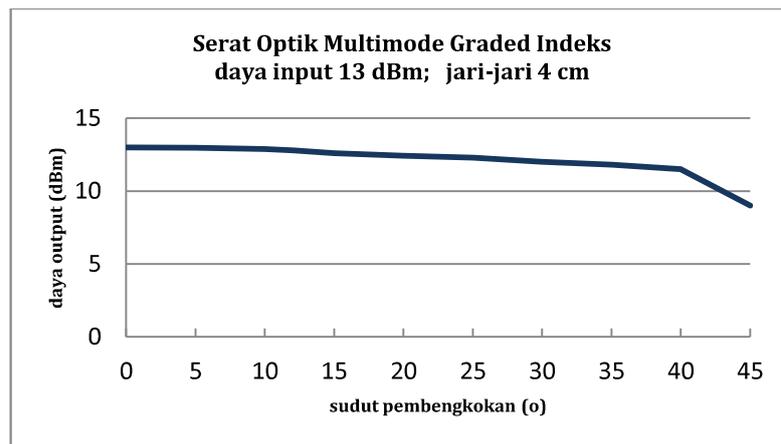
(b)

Gambar 6. Karakteristik serat optik step indeks daya input 15 dBm; jari-jari 3 cm

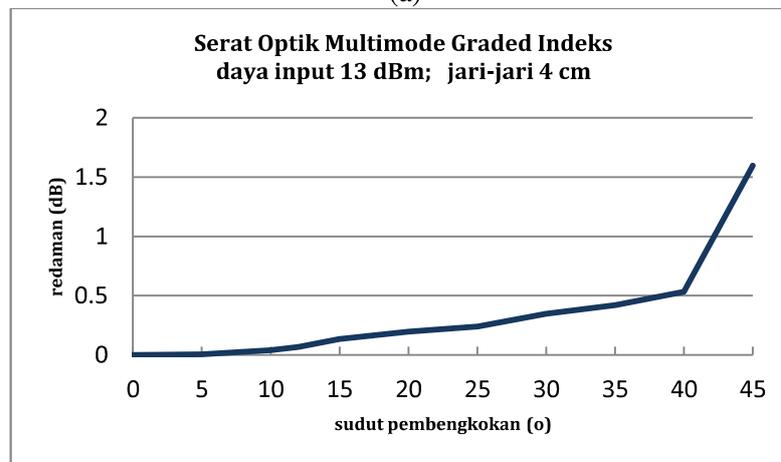
c. Multimode Graded indeks

Tabel 5. Daya input 13 dBm dan jari-jari pembengkokan 4 cm

daya input (dBm)	Jari-jari (cm)	Sudut (°)	daya output (dBm)	Redaman (dB)	efisiensi (%)
13	4	0	13	0	100
		5	12.98	0.01	99.85
		10	12.88	0.04	99.08
		12	12.8	0.07	98.46
		15	12.6	0.14	96.92
		20	12.42	0.20	95.54
		25	12.3	0.24	94.62
		30	12	0.35	92.31
		35	11.8	0.42	90.77
		40	11.5	0.53	88.46
45	9	1.60	69.23		



(a)



(b)

Gambar 7. Karakteristik daya input 15 dBm; jari-jari 4 cm

Dari data yang diperoleh, tampak bahwa semakin besar sudut pembengkokan, maka redaman akan semakin besar. Pada penelitian ini, redaman diperoleh karena adanya sudut pembengkokan. Data redaman dari sudut pembengkokan yang diijinkan untuk masing-masing serat, dapat dilihat dari data efisiensi yang diperoleh, yaitu pada efisiensi lebih besar dari 91%.

Contoh:

Pada serat *optik multimode graded indeks* dengan daya input 13 dBm dan sudut pembengkokan 4 cm. Dari data yang diperoleh, maksimum sudut pembengkokan yang diijinkan adalah 30° dengan efisiensi 92,31% dan redaman 0,22 dBm.

3. Spesifikasi alat

Spesifikasi alat dirancang pada penelitian ini:

1. Tegangan catu daya *transmitter* adalah 5 volt.
2. Menggunakan IC 75451 untuk *transmitter*.
3. Panjang gelombang *laser dioda* yang digunakan adalah 630-680 nm dengan *output* maksimal adalah 5 mW.
4. Menggunakan *serat optik kaca singlemode step indeks*, *multimode step indeks*, dan *multimode graded indeks* dengan diameter *serat optik* adalah 0.5 mm.
5. Menggunakan *photo transistor* sebagai detektor.

IV. KESIMPULAN

1. Redaman pembengkokan pada *serat optik jenis multimode graded indeks* lebih besar dibandingkan *serat optik jenis single mode step indeks*.

2. Untuk serat optik jenis *single mode step indeks* akan mengalami redaman pembengkokan setiap bengkokan 20° sedangkan *multi mode graded indeks* akan mengalami redaman pembengkokan setiap bengkokan 40° .
3. Sudut pembengkokan yang dijadikan acuan dalam penelitian ini masih memenuhi range redaman yang direkomendasikan oleh ITU-T G.0653E.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Pramono. 1993. *Analisa Intensitas Transmisi Sinyal Optis pada Serat optik yang dibengkokkan*. Hasil Penelitian
- Saydam, Gauzali. 1993. *Teknik Telekomunikasi 2*. Bandung: Djambatan.
- Simanjutak, Tiur L..H. 1993. *Dasar – dasar Telekomunikasi*. Bandung: PT.Alumni.
- Derickson, Dennis. 1998. *Serat Optik Test and Measurement*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Febrian, Jack. 2001. *Pengetahuan Komputer dan Teknologi Informasi*. Bandung: Informatika.
- Wahyuno, Teguh. 2003. *Prinsip Dasar dan Teknologi Komunikasi Data*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Suhana dan Shigeki Shuji. 2005. *Sistem Telekomunikasi*. Jakarta: Pradya Paramitha.
- Srihandayani, Leli. 2006. *Studi tentang pengukuran redaman penyambungan pada serat optik*. Proyek Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Wartapane, Rusdi. 2008. *Sensor Tekanan Menggunakan Serat optik pada Jalan Raya Industri*. Hasil Penelitian. Politeknik Negeri Ujung Pandang