

# ANALISIS RUGI-RUGI SERAT OPTIK DI PT.ICON+ REGIONAL SUMBAGUT

Winarni Agil <sup>(1)</sup>, Ir. M. Zulfin, M.T <sup>(2)</sup>

Kosentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)  
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA  
e-mail: [agillee92@gmail.com](mailto:agillee92@gmail.com)

## Abstrak

Serat optik merupakan media transmisi yang memiliki keunggulan signifikan yaitu memiliki *bandwith* yang besar, redaman transmisi kecil, ukuran kecil, performansi yang lebih baik, dan jaringan transport yang handal. Dalam penulisan ini dianalisis rugi-rugi serat optik yaitu rugi-rugi konektor, rugi-rugi prnyambungan (*splicing*), dan rugi-rugi pembengkokan (*bending*) serta untuk menentukan kelayakan sistem yang dianalisis dengan parameter *power link budget*. Dari hasil analisa diperoleh untuk rugi-rugi konektor, hasil perhitungan dengan pengukuran jauh berbeda hal ini dikarenakan pada saat perhitungan hanya memperhitungkan daya yang masuk dan daya yang keluar setelah titik koneksi. Pada rugi-rugi penyambungan (*splicing*) didapatkan hasil perhitungan di lapangan yang berbeda-beda hal ini dipengaruhi oleh daya *input*, daya *output* dan alat yang digunakan yaitu *fusion splicer*. Pada rugi-rugi pembengkokan (*bending*) hasil perhitungan didapatkan tidak adanya pembengkokan (*bending*) pada serat optik. Sedangkan dalam perhitungan *power link budget* didapat nilai *Margin* diatas 0 yaitu 10,844 dB ini mengindikasikan bahwa *link* tersebut layak.

**Kata Kunci:** Serat optik, rugi-rugi serat optik, *power link budget*

## 1. Pendahuluan

Komunikasi serat optik memberikan dampak yang besar terhadap berbagai segi pengiriman data informasi mulai dari lingkup kecil sampai telekomunikasi antar benua yang pemakaiannya sedang berkembang pesat. Seiring dengan berjalannya waktu terdapat kendala dalam sistem komunikasi serat optik, diantaranya disebabkan redaman dan *dispersi* sehingga dapat mengganggu proses transmisi. Permasalahan redaman dan *dispersi* optik juga mempunyai hubungan dengan perencanaan dan pemasangan instalasi sistem komunikasi kabel serat optik, maka perlu dilakukan suatu perhitungan *power link budget* sebelum serat optik digunakan dalam sebuah jaringan telekomunikasi agar suatu sistem komunikasi optik dapat berjalan dengan baik dan lancar.

## 2. Rugi-rugi Serat Optik

Rugi-rugi serat optik timbul berdasarkan dari mana rugi-rugi tersebut ditimbulkan yaitu rugi-rugi yang timbul dari bahan serat optik itu sendiri dan rugi-rugi yang timbul akibat penggunaan serat optik tersebut sebagai media transmisi.

### 2.1 Rugi-rugi yang timbul dari bahan serat optik itu sendiri

Umumnya, hilangnya energi cahaya didalam serat optik disebabkan oleh dua hal yaitu inti dari bahan serat optik yang kotor (tidak cukup jernih) dan cahaya yang dibelokkan kearah yang salah [1]. Rugi-rugi yang timbulkan dari bahan serat optik itu sendiri yaitu:

1. Rugi-rugi Absorpsi (penyerapan)  
Rugi-rugi ini ditimbulkan oleh zat pengotor yang masih tersisa didalam bahan inti yang akan menyerap sebagian dari energi cahaya yang merambat didalam serat optik [2].
2. Rugi-rugi Pancaran *Rayleigh*  
Pancaran *Rayleigh* (*Rayleigh scatter*) adalah efek terpercarnya cahaya akibat terjadinya perubahan kecil yang bersifat lokal pada indeks bias bahan inti dan bahan mantel, bersifat lokal karena perubahan hanya terjadi pada lokasi-lokasi tertentu saja didalam bahan dan ukuran daerah yang terkena pengaruh perubahan ini sangat kecil yaitu kurang dari satu panjang gelombang cahaya yang terhambur [1][3].

## 2.2 Rugi-rugi yang timbul serat optic sebagai media transmisi

Adapun rugi-rugi yang ditimbulkan serat optic sebagai media transmisi yaitu:

### 5. Rugi-rugi Pembengkokan (*Bending Losses*)

Pada umumnya terdapat 2 tipe pembengkokkan yang mungkin ditemui yaitu: *macrobending* dan *microbending*. *Macrobending* adalah pembengkokkan serat optic dengan radius yang panjang bila dibandingkan dengan radius serat optic, Sedangkan *microbending* adalah pembengkokkan-pembengkokkan kecil pada serat optic akibat ketidakteraturan dalam pembentukan serat [4][5]. Rumus rugi-rugi pembengkokkan dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$L_p = L_{tp} - L_{p'} \quad (1)$$

dimana:

$L_p$  = loss pembengkokkan

$L_{tp}$  = loss kabel yang tidak dibengkokkan

$L_{p'}$  = loss kabel yang dibengkokkan

### 6. Rugi-rugi Penyambungan (*Splicing Loss*)

Rugi-rugi yang timbul karena adanya gap antara dua serat optic yang disambung sehingga sinar dari bahan serat optic ke serat optic lainnya tidak dapat dirambatkan seluruhnya. Untuk menghitung besarnya rugi-rugi sambungan ini dapat dilihat dari Persamaan (2):

$$L \text{ (dB)} = 10 \text{ Log (Pout/ Pin)} \quad (2)$$

### 7. Rugi-rugi Kopling

Rugi-rugi kopling ini adalah rugi-rugi yang terjadi akibat adanya ruang kosong/udara (celah) antara serat optic dengan sumber optic dan antara serat optic dan detektor cahaya [6].

## 2.3 Konektor

Konektor adalah peralatan mekanik yang ditempatkan di akhir kabel serat optic, sumber cahaya, receiver, atau kerangka mesin yang berfungsi sebagai penghubung serat. Komponen ini memungkinkan data dikirimkan ke tujuan-tujuan yang berbeda dan memungkinkan pula disambungkannya perangkat-perangkat baru kesistem yang telah ada. Redaman dari

konektor serat optic didefinisikan sebagai berikut seperti Persamaan (3):

$$A = -10 \text{ log [Pout/Pin]} \quad (3)$$

## 2.4 Link Power Budget

*Power budget* merupakan hal yang paling penting untuk sistem transmisi optic. Dengan mengurangi seluruh redaman optic pada sistem daya yang dikirimkan *transmitter*. Untuk perencanaan sistem serat optic harus dipastikan bahwa sistem tersebut harus mempunyai daya yang cukup untuk mengemudikan *receiver* pada level yang diinginkan [4]. Untuk menghitung *power link budget* dapat dihitung dengan Persamaan (4):

$$P_{rx} = P_{tx} + L \cdot \alpha_{\text{optic}} + N \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p + R_I \quad (4)$$

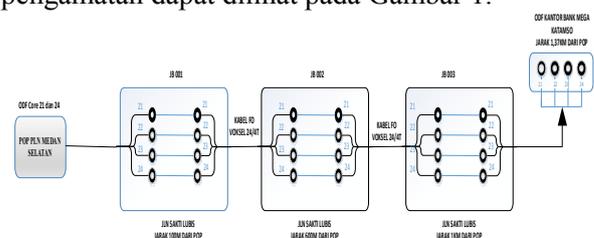
## 3. Metodologi Penelitian

Langka-langkah dalam melakukan perhitungan rugi-rugi serat optic dan *power link budget* sebagai berikut:

1. Penentuan lokasi pengamatan.
2. Pengumpulan data perhitungan.
3. Perhitungan rugi-rugi konektor.
4. Perhitungan rugi-rugi penyambungan.
5. Perhitungan power link budget.
6. Menganalisis hasil perhitungan.
7. Mengevaluasi hasil analisis.

### 3.1 Rute Pengamatan

Pengamatan ini memiliki *range* 1,37 km yang dilakukan di sepanjang jalur Brigjen Katamso Medan, adapun *rute* wilayah pengamatan sebagai berikut. ODC (*Optical Distribution Cabinet*) MSN (Medan Selatan) yang terletak di PT.PLN (persero) jalan Sisingamangaraja menuju kotak sambung JB (*Join Box*) MSN 001, JB MSN 002, JB MSN 003 yang berada di pinggir jalan di jalan Sakti Lubis menuju ODF (*Optical Distribution Frame*) yang terletak di ruang *server* bank Mega di jalan Brigjen Katamso. *Rute* pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rute Pengamatan

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Perhitungan Rugi-rugi Konektor

Konektor jenis FC untuk serat optik jenis *single-mode*, dimana konektor FC digunakan pada semua perangkat dan untuk mencari rugi-rugi konektor berdasarkan teori, maka untuk menghitung redaman konektor pada serat optik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran

Panjang Gelombang	Hasil Data Perhitungan dB	Hasil Data Pengukuran dB	Selisih antara Hasil Perhitungan dengan Hasil Pengukuran
1310 nm	9,004 dB	0,38 dB	8,624 dB
1310 nm	5,491 dB	0,16 dB	5,331 dB

Pada Tabel 1. dapat dilihat rugi-rugi konektor, menghasilkan nilai yang berbeda antara perhitungan berdasarkan hasil teori dengan pengukuran rugi-rugi menggunakan OTDR, dimana parameter yang digunakan adalah daya optik sebelum titik koneksi dengan daya optik sesudah titik koneksi dan rugi-rugi redaman konektor ini disebabkan oleh adanya kesalahan letak inti serta adanya batas atau celah berupa udara antara dua serat optik yang disambung menggunakan konektor. Untuk menghindari rugi-rugi konektor maka hal yang harus diperhatikan adalah kebersihan konektor tersebut dan keakuratan pada saat penyambungan konektor dengan serat optik.

### 4.2 Hasil Perhitungan Rugi-rugi Splicing

Rugi-rugi ini timbul karena adanya *gap* antara dua serat optik yang disambung. Hal ini terjadi karena dimensi serat optik yang demikian kecil sehingga penyambungan menjadi tidak tepat sehingga sinar dari bahan serat optik ke serat optik lainnya tidak dapat dirambatkan seluruhnya. Untuk mengukur besarnya rugi-rugi karena sambungan digunakan rumus pada Persamaan (2), hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rugi-rugi penyambungan

Titik lokasi	Jarak (m)	Daya input (dBm)	Daya output (dBm)	Redaman (dB)
JB MSN 001	100m	-16 dBm	-24 dBm	-1,76111 dB
JB MSN 002	600m	-19,8 dBm	-24,1 dBm	-0,85350 dB
JB MSN 003	1000m	-20,8 dBm	-22,9 dBm	-0,41772 dB

Pada Tabel 2. dapat dilihat rugi-rugi penyambungan (*splicing*) bahwa secara teoritis nilai redaman penyambungan (*splicing*) adalah 0,20 dB, tetapi setelah melakukan perhitungan di lapangan redaman penyambungan (*splicing*) nilainya berbeda-beda, hal ini di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu daya *input*, daya *output* dan alat yang digunakan yaitu *fusion splicer*, dimana pada waktu proses penyambungan (*splicing*), ujung serat terlebih diukur dayanya setelah itu disambungkan kedua ujung serat tersebut, pada proses penyambungan (*splicing*) ini, terdapat beberapa ketidaksempurnaan dalam penyambungan diantaranya pada saat pemotongan serat yang tidak rata, ketidaksesuaian diameter inti (*core*) dan *cladding* pada saat penyambungan serta kesalahan penjajaran sudut pada saat disambungkan sehingga ada berkas cahaya yang tidak diterima seluruhnya pada serat berikutnya yang mengakibatkan terjadinya redaman pada proses penyambungan. Untuk menghindari rugi-rugi penyambungan ini maka pada saat melakukan pemotongan pada ujung serat optik ketika sebelum disambungkan, permukaan ujung serat optik harus dipotong rata serta penyambungan harus dilakukan seakurat mungkin dan serat harus dibersihkan terlebih dahulu hal ini mencegah agar berkas cahaya dapat diterima seluruhnya pada serat optik berikutnya.

### 4.3 Hasil Perhitungan Rugi-rugi Bending

Nilai rugi-rugi pembengkokkan (*bending*) didapat dari hasil pengamatan dengan panjang gelombang 1310nm, dimana perhitungan rugi-rugi pembengkokkan sesuai Persamaan (1), hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rugi-rugi pembengkokkan dengan panjang gelombang 1310nm

Panjang gelombang	Rugi-rugi tanpa lekukan (dB)	Rugi-rugi dengan lekukan (dB)	Titik lokasi	Rugi-rugi (dB)
1310 nm	1,355 dB	1,355 dB	JB MSN 001	0 dB
1310 nm	0,416 dB	0,416 dB	JB MSN 002	0 dB
1310 nm	0,482 dB	0,482 dB	JB MSN 003	0 dB

Pada Tabel 3 dapat dilihat teknik pembengkokkan nilai rugi-ruginya dari data

perbandingan pada saat penyambungan kabel sebelum dan sesudah ada lekukan. Sebagai contoh dari tabel diatas dapat dilihat pada titik lokasi di JB MSN 001 dengan panjang gelombang 1310 nm didapatkan nilai rugi-rugi di titik penyambungan tanpa lekukan sebesar 1,355 dB sedangkan rugi-rugi di titik penyambungan dengan lekukan sebesar 1,355 dB, maka hasil penyambungan tanpa lekukan dikurangi hasil penyambungan dengan lekukan di peroleh rugi-rugi sebesar 0 dB. Hal ini disebabkan karena tidak adanya tekanan yang keras yang dapat menyebabkan ukuran diameter serat optik menjadi berubah, sehingga mempengaruhi sifat transmisi cahaya di dalamnya.

#### 4.3 Hasil Perhitungan *Power Link Budget*

Perhitungan *power link budget* bertujuan untuk menghitung anggaran daya yang diperlukan sehingga level daya terima tidak kurang dari sensitivitas minimum. Untuk menghitung *power link budget* digunakan Persamaan (4), dengan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis perhitungan power link budget

NO.	Parameter	Gelombang	Hasil	Standar	Layak / Tidak Layak
1	<i>Power Link Budget</i>	1310 nm ( <i>uplink</i> )	14,744 dB	> 0 dB	Layak
2	<i>Power Link Budget</i>	1310 nm ( <i>downlink</i> )	10,844 dB	> 0 dB	Layak

Pada Tabel 4. dapat dilihat *power link budget* nilai *Margin* yang diperoleh dari hasil perhitungan *uplink* menghasilkan nilai 10,844dB (masih diatas nol dB) bahkan jauh dari nol. Maka hal ini mengindikasikan bahwa *link* di atas memenuhi kelayakan *link power budget*.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Pada perhitungan rugi-rugi pembengkokan, didapat nilai rugi-rugi pembengkokan untuk panjang gelombang 1310 nm dititik JB MSN 001, JB MSN 002, dan JB MSN 003, nilai rugi-rugi pembengkokannya sebesar 0 dB. Hal ini disebabkan karena tidak adanya

tekanan yang keras yang dapat menyebabkan ukuran diameter serat optik menjadi berubah, sehingga mempengaruhi sifat transmisi cahaya di dalamnya.

2. Pada perhitungan rugi-rugi konektor terdapat hasil yang berbeda pada saat pengukuran dengan hasil perhitungan, dimana parameter yang digunakan untuk perhitungan secara teori adalah daya optik sebelum titik koneksi sebesar  $1,4118 \times 10^{-3}$  watt dengan daya optik sesudah titik koneksi  $3,9867 \times 10^{-3}$  watt dengan panjang gelombang 1310 nm didapatkan hasil perhitungan sebesar 5,491 dB sedangkan hasil pengukuran didapatkan sebesar 0,03dB. Perbedaan perhitungan yang begitu jauh antara perhitungan secara teori dengan pengukuran dilapangan disebabkan pada saat perhitungan secara teori tidak memperhatikan kesalahan letak inti dan adanya batas atau celah berupa udara antara dua serat optik yang disambung menggunakan konektor.
3. Pada perhitungan rugi-rugi penyambungan nilai yang didapat adalah -1,76111 dB untuk jarak 100m, -0,85350 dB untuk jarak 600m, dan -0,41772 dB untuk jarak 1km. Rugi-rugi penyambungan ini terjadi karena terdapat beberapa ketidaksempurnaan dalam penyambungan diantaranya pada saat pemotongan serat yang tidak rata, ketidaksesuaian diameter inti dan *cladding* pada saat penyambungan dan kesalahan penjarangan sudut pada saat disambungkan sehingga ada berkas cahaya yang tidak diterima seluruhnya pada serat berikutnya yang mengakibatkan terjadinya redaman pada proses penyambungan.
4. Pada perhitungan *power link budget* dan *power margin* berada dikategori layak atau bagus karena mayoritas memiliki level daya terima karena mayoritas memiliki level daya terima yang berada pada *range* -18 dBm sampai -22 dBm serta *margin* daya yang dihasilkan tidak bernilai negatif ( $M > 0$ ).

**6. Daftar Pustaka**

- [1] Elliot, barry dan jhon crips. *Serat Optik Sebuah Penghantar*, edisi ke 3. Jakarta: Penerbit erlangga Jakarta
- [2] Nugraha, Andi Rahman, ST. 2006. *Serat Optik*. Bandar lampung : Penerbit Andi Yogyakarta
- [3] <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/126812-R0308165-analisispower> (diakses tgl 15-April-2014)
- [4] Khare, Rp. 2004. *Fibers Optics Optoelectronic*. Oxford (university press 2004)
- [5] Fauzi, Nurman. 2009. *Rugi-rugi pada Serat Optik*, <http://zethcorner.wordpress.com/2009/06/26/rugi-rugi-pada-serat-optik/> (diakses tgl 16-April-2014)
- [6] <http://eprints.uns.ac.id/7558/> (diakses tgl 19-April-2014).
- [7] Keisser, Gerd, 2000. *Optical Fiber Communication Third Edition*, MacGraw-Hill