

# Optimalisasi Jaringan Komunikasi Serat Optik Melalui Analisa Power Budget (Studi Kasus PT. Telkom di STO Padang)

**Kartiria**

Institut Teknologi Padang, Padang

E-mail: kartiria@yahoo.co.id

## ABSTRACT

*In an optical fiber communication system, we will not escape the attention budgetary resources (Power Budget). Power Analysis of the Budget is very important conducted periodically to assess and evaluate the feasibility of a communications network optic. Power Budget Analysis in this research will be made to the communication network located within the coverage area of Padang STO PT. Telkom. To know the quality of the network needs to be held research and measurement with using a measuring instrument OTDR and Power Meter, which is to see the amount of fiber attenuation optic links along the Padang - Bukittinggi. The parameters used include the damping connection (splice), damping connectors, optical fiber attenuation and the number of optical amplifiers. Power budget calculations used to determine the feasibility of fiber network optic. From the data measured core 1 to core 12 still fit for use. From the results of this study indicate that the damping that occurs in fiber-optic cable type G 655 Link Padang - Bukittinggi in accordance with the recommendations of the CCITT is the communication distance attenuation far maximum allowed is 0,25 dB / km.*

*Keywords: fiber optics, power budget, network*

## ABSTRAK

Dalam suatu sistem komunikasi serat optik, kita tidak akan lepas dari perhatian anggaran daya (Power Budget). Sistem komunikasi optik berjalan baik dan lancar apabila tidak kekurangan anggaran daya (Power Budget). Analisis Power Budget ini sangat penting dilakukan secara berkala untuk menilai dan mengevaluasi kelayakan suatu jaringan komunikasi optik. Analisis Power Budget pada penelitian ini akan dilakukan untuk jaringan komunikasi yang berada dalam area cakupan STO Padang PT. Telkom. Untuk mengetahui kualitas jaringan perlu diadakan penelitian serta pengukuran dengan menggunakan alat ukur OTDR dan Power Meter, yaitu untuk melihat besaran redaman serat optik sepanjang Link Padang – Bukittinggi. Parameter yang digunakan meliputi redaman sambungan (splice), redaman konektor, redaman serat optik dan jumlah penguat optik. Perhitungan power budget digunakan untuk menentukan kelayakan dari jaringan serat optik. Dari data-data hasil pengukuran core 1 sampai dengan core 12 masih layak digunakan. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa redaman yang terjadi pada kabel serat optik tipe G 655 Link Padang – Bukittinggi sesuai dengan rekomendasi dari CCITT yaitu komunikasi jarak jauh redaman maksimal yang diperbolehkan adalah 0.25 dB/Km.

**Kata Kunci** : serat optik, power budget, jaringan

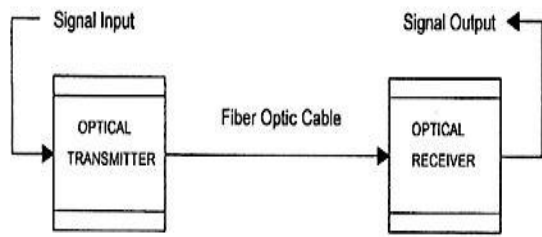
## 1. PENDAHULUAN

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Serat optik umumnya digunakan dalam sistem telekomunikasi serta dalam pencahayaan, sensor, dan optik pencitraan.

Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi telekomunikasi tersebut, PT. Telkom dalam hal ini Divisi Long Distance RO Padang, telah menerapkan sistem transmisi optik dengan kapasitas STM-16 (*Synchronous Transfer Module* 16) yang setara dengan 2,5 Gbit (16 x STM-1 atau 16 x 63 E1). Kabel yang digunakan pada serat optik tersebut adalah type G655 yang terdiri dari 12 core dengan redaman

masing-masing core adalah 0,2 dB pada panjang gelombang atau lamda 1550 nm [2].

Sistem transmisi optik DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) yang dibangun menggunakan kabel baru type G655 dengan kapasitas 24 core untuk link Padang - Pariaman – Lubuk Basung – Lubuk Sikaping sampai ke Medan, dan ada juga yang menggunakan kabel eksisting type G655 dengan kapasitas 12 core untuk link Padang – Bukittinggi – Pangkalan Koto – Bangkinang sampai ke Pekanbaru. Kabel eksisting link Padang – Pekanbaru telah beroperasi selama 3 tahun dan dalam rentang waktu tersebut kondisi banyak mengalami gangguan antara lain terputusnya kabel, bending dan pengaruh mekanis lainnya sehingga terjadi degradasi yang berakibat menurunnya kualitas kabel. Sistem transmisi optik khususnya DWDM sangat peka terhadap pengaruh dispersi dan redaman pada kabel optik, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang analisa terhadap power budget yang akan menunjukkan kelayakan jaringan



**Gambar 1** Skema transmisi serat optik

tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi beberapa jaringan komunikasi optik yang berada dalam cakupan area PT TELKOM STO Padang berdasarkan perhitungan dan analisis *power budget*.

## 2. KONSEP SISTEM TRANSMISI OPTIK

Suatu transmisi serat optik terdiri dari tiga komponen utama yaitu perangkat pengirim (Tx), perangkat penerima (Rx), dan media transmisi seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1 [3]. Ketiga komponen ini mutlak dimiliki dalam suatu dasar transmisi serat optik.

### 2.1 Jaringan Akses STO Padang

Subjek penelitian ini adalah serat optik *backbone* telekomunikasi DLD RO Padang. Serat optik tersebut menghubungkan jalur komunikasi *backbone* PT. Telkom Link Padang – Bukittinggi. Pada awalnya, infrastruktur komunikasi *backbone* beserta sistem komunikasinya yang ada dianggap telah mencukupi kebutuhan RO Padang, namun seiring berkembangnya RO Padang terhadap infrastruktur komunikasi yang memiliki reabilitas yang tinggi dan kapasitas yang besar, maka *backbone* dan sistem komunikasi yang ada memiliki beberapa keunggulan yaitu:

- 1) *Backbone* memiliki sistem Ring serat optik. Jika terjadi gangguan pada kabel tersebut seperti kabel putus maka *backbone* memiliki jalur alternative untuk melewati traffic, misalnya ada gangguan antara Padang dengan Pekanbaru, maka traffic akan memutar ke Medan (jalur barat) menuju Pekanbaru yang dikenal dengan *Self Healing*, dan begitu pula sebaliknya, sehingga traffic akan tetap berfungsi.
- 2) Jumlah core yang tersedia sangat banyak. Untuk Link Padang ke Medan (Expand) mempunyai 24 core sedangkan yang digunakan hanya 2 core sehingga masih tersedia 22 core yang idle. Untuk Link Padang – Bukittinggi core yang tersedia ada 12 core (Existing) dengan lokasi 4 core untuk jalur HPBB dimana 2 core untuk perangkat working sedangkan 2 core untuk

perangkat protection dan 2 core untuk jalur DWDM sehingga masih tersedia 6 core yang idle.

Pelaksanaan pembangunan DWDM di RO Padang dilakukan dengan:

- 1) Implementasi DWDM untuk mengoptimalkan kapasitas serat optik *backbone* yang ada (Existing) misalnya padang – Bukittinggi – Pekanbaru.
- 2) Membangun rute *backbone* baru misalnya Link Padang ke Medan (Jalur Barat Sumatera).

### 2.2 Kelebihan Sistem DWDM

Optimalisasi kapasitas *backbone* dilakukan dengan menerapkan sistem komunikasi baru yang dapat memanfaatkan kapasitas *backbone* yang terpakai. DWDM kemudian terpilih sebagai komunikasi yang akan diterapkan pada *backbone* karena DWDM memiliki beberapa keunggulan seperti berikut:

- 1) Tidak perlu diadakan penggantian dan penambahan serat optik. DWDM dapat memanfaatkan serat optik yang telah ada karena telah sesuai dengan Rekomendasi ITU-T G. 625, G. 653, G.654 dan G. 655. Disamping itu sistem baru pada jaringan tidak harus disertai dengan penambahan serat optik, namun cukup dengan menambahkan lamda input.
- 2) Transparan terhadap format data yang ada DWDM dapat mentransfer format-format yang berbeda (SDH, ATM, TCP/IP) dari transfer sistem komunikasi dalam satu jalur transmisi, karena masing-masing sistem ditransmisikan pada panjang gelombang yang berbeda.
- 3) Kecepatan transfer data yang fleksibel. DWDM dapat mentransfer informasi secara fleksibel dengan bit rate antara 100 Mbps sampai 10 Gbps (untuk setiap kanal). Kecepatan transfer data yang fleksibel dapat digunakan untuk mengakomodir sistem dengan kecepatan yang berbeda seperti STM-1 sampai dengan STM-64.
- 4) kapasitas yang besar. DWDM dengan 80 *lambda* (masing-masing dengan bit rate 10 Gbps) dapat menyediakan kapasitas total sebesar 320 Gbps. Kapasitas yang dapat disediakan DWDM akan semakin besar dengan semakin banyaknya panjang gelombang yang diakomodir oleh DWDM.
- 5) Manajemen jaringan DWDM dapat menerapkan sistem manajemen jaringan secara terpusat dan nasional untuk memantau seluruh perangkat dalam jaringan. PT. Telkom Pusat Bandung kemudian menentukan spesifikasi teknis dari sistem DWDM yang diperlukannya dan melakukan tender pengadaan sistem

DWDM tersebut. Setelah melalui proses tender, akhirnya Siemens terpilih sebagai *vendor* yang akan melaksanakan pembangunan DWDM.

### 2.3 Desain Sistem DMDW

Pada tahap perencanaan proyek JASUKA, RO Padang telah menentukan aplikasi-aplikasi yang akan memanfaatkan WDM. Aplikasi-aplikasi tersebut kemudian dinyatakan dalam bentuk matriks traffic untuk memudahkan vendor dengan mendesain DWDM di RO Padang. Karakteristik serat optic yang digunakan adalah:

- Panjang gelombang : 1550 nm
- *Atenuasi* : 0,5 dB/km

Sedangkan standar *loss* yang lain yang dipakai oleh PT TELKOM untuk jaringan akses ini adalah:

- *Splices loss* : 0,1 dB
- *Connector loss* : 0,5 dB

Standar tersebut merupakan acuan yang akan digunakan dalam perhitungan dan analisis *power budget* untuk jaringan akses serat optik. Selain itu standar margin yang baik yang perlu diketahui adalah 38dBm.

Karakteristik kerja dari MTS 6000 (Untuk lebih detail dapat dilihat pada bagian lampiran) adalah sebagai berikut:

- *Optical interface rate* adalah 2488.320 Mbps.
- *Single Mode* : 1550 nm
- Daya sumber optik single mode adalah 1.95 dBm
- Sensitivitas penerima adalah -32.21 dBm
- Konektor Optik LC
- Link Length Support 120 Km untuk SMF
- Excess Margin 3 dB

## 2.4 Instrumen Penelitian

### 2.4.1 Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)

OTDR yang digunakan yaitu dari jenis ANDO AQ7250. OTDR (*Optical Time Domain*

*Reflectometer*) merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan gambar secara visual karakteristik dari redaman sebuah fiber dalam suatu jaringan. OTDR merupakan alat untuk menentukan lokasi dari fiber optik yang terputus dan juga dapat digunakan untuk menentukan rugi-rugi (*loss*) pada tiap sambungan atau konektor.

Pengukuran jarak, baik itu antara penyambungan atau keseluruhan jaringan yang dapat dibaca pada alat ukur OTDR dan disesuaikan. Bila terdapat kekeliruan, dapat diklaim untuk dilakukan perbaikan. Apabila didalam jaringan serat optik terdapat titik sambung, maka perlu diperhitungkan rugi-rugi/loss yang diakibatkannya. Pengukuran titik sambung dapat dilaksanakan dengan menggunakan OTDR. Pengukuran dilakukan dalam dua arah dari tempat yang berbeda, sehingga didapatkan nilai rata-rata *loss* pada penyambungan.

$$Loss = \frac{1}{2} \frac{s_1 + 1s_2}{2}$$

Pengukuran rugi-rugi penyambungan ini diukur tiap sambungan menurut standar PT. TELKOM yaitu 0,5 dB.

### 2.4.2 Optical Power Meter

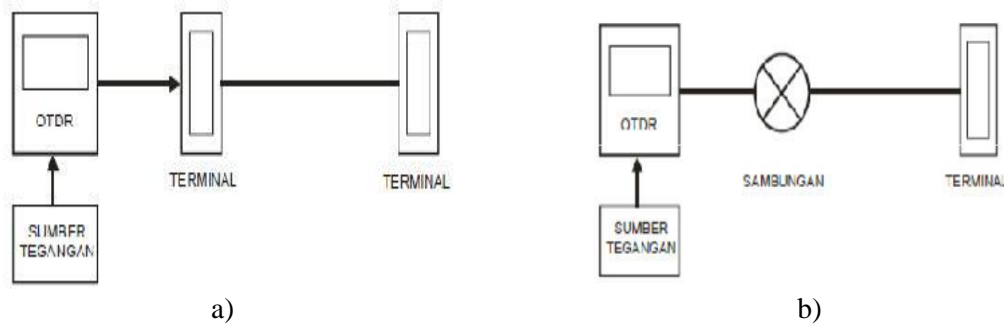
Tipe alat yang digunakan adalah OLP-15A produksi dari *Wandel & Goltermann Jerman*. Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya daya output dari link serat optic antara transmitter dan receivernya pada saat sisi transmitter telah menembakkan sinyalnya. Hasil pengukuran ini dalam satuan desible meter (dBm). *Feature* alat ini berupa setting panjang gelombang dengan empat pilihan yaitu: 850nm, 1310nm dan 1550 nm. Selain itu untuk mengukur power output, juga dapat mengukur atenuasinya dalam satuan dB.

### 2.4.3 Optical Laser Source

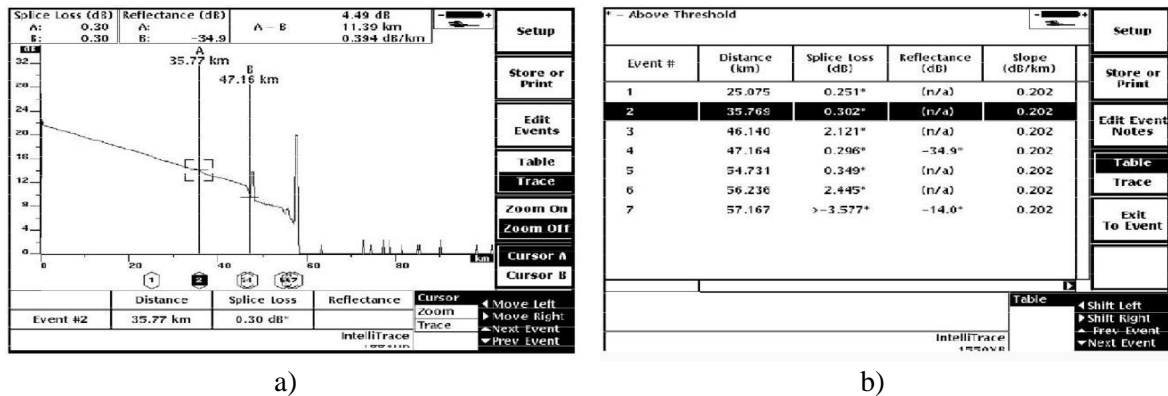
Tipe alat yang digunakan adalah OLS-15 produksi *Wandel & Goltermann Jerman*. Fungsi alat ini sebagai sumber optic yaitu menyuntikkan sinyal

**Tabel 1** Performas transmisi fiber optik

Optical Fiber Cable Type	Wavelength (nm)	maximum Attenuation (dB/Km)	minimum Info. Transmission Capacity (Mhz*Km)
50/125 $\mu$ m	850	3.5	500
	1.3	1.5	500
62.5/125 $\mu$ m	850	3.5	160
	1300	1.5	500
Single Mode	1310	1.0	N/A
Inside Plant	1550	1.0	N/A
Single Mode	1310	0.5	N/A
Outside Plant	1550	0.5	N/A



Gambar 2 Pengukuran menggunakan OTDR, a) antar terminal; b) antara sambungan dengan terminal



Gambar 3 Data hasil pengukuran, a) bentuk gelombang; b) bentuk tabel

ke inti (core) serat optic pada transmitter untuk kemudian diterima oleh receiver yang diukur dengan *optical power meter*. Fasilitas panjang gelombang yang diukur adalah 1310 nm dan 1550 nm.

#### 2.4.4 Konektor ST dan FC

Konektor ini berfungsi untuk menghubungkan core serat optic yang akan diukur dengan alat ukurnya, baik itu OTDR, *Optical Power Meter* maupun *Optical Laser Source*. Konektor ST berbentuk Bayonet sedangkan konektor FC berbentuk ulir untuk memudahkan pemakaian.

### 3. ANALISIS MASALAH DAN METODE PERHITUNGAN POWER BUDGET

#### 3.1 Power Budget

Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan pada jalur transmisi serat optic antara Padang – Bukittinggi. Jenis serat optic yang digunakan adalah *single mode* tipe SM-G655 HPBB BACKBONE TELKOM 12C/2T SIEMENS ITU-T G655) dengan indeks inti kaca 1,48 dan indeks bias jacket (pembungkus) 1,4670 dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) 1550nm. Pemasangan kabel ditanam didalam tanah (*optic burial*).

Pada *Power Budget* hampir seluruhnya ditentukan oleh daya pancar transmitter, space loss

dan sensitivitas penerima. Dimana sensitivitas penerima merupakan salah satu faktor penting dalam sistem jarak jauh dalam menentukan *power budget*.

Penelitian mengenai analisis *power budget* didasarkan kepada data-data yang diperoleh dari PT TELKOM Area Network Sumbar atau STO Padang. Data tersebut adalah data histori hasil pengukuran dan evaluasi tahunan performansi jaringan akses yang dilakukan pada bulan Juli 2010. Datadata tersebut hanya menunjukkan hasil pengukuran *loss* dan jarak dari Daerah Padang – Bukittinggi dalam cakupan area STO Padang.

#### 3.2 Perhitungan Power Budget

Dengan melakukan perhitungan *power budget*, seorang perancang jaringan dapat menentukan estimasi jarak antara pengirim dan penerima atau antara *repeater*. Ketika jaringan telah beroperasi, pengukuran *power budget* dilakukan untuk tujuan evaluasi performansi.

Dari hasil pengukuran dan perhitungan tersebut, kita akan dapat melihat apakah jaringan masih memenuhi kelayakan seperti yang telah ditentukan pada disain awal *power budget* atau telah mengalami penurunan atau degradasi. Dengan demikian kita dapat mengevaluasi dan menganalisis bagaimana kelayakan jaringan tersebut dan kemudian

mengambil langkah-langkah dan solusi-solusi dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Apabila masih sesuai dengan standar maka tidak perlu dilakukan penggelaran kabel baru atau penambahan *repeater* atau *attenuator*, tetapi hanya melakukan proses *maintenance* rutin.

Selain itu, total *loss* dari hasil pengukuran harus dibandingkan dengan total *loss* dari hasil perhitungan berdasarkan standar PT. TELKOM. Standar batas maksimum PT. TELKOM untuk tiap jenis *loss* adalah sebagai berikut.

- *Fiber loss* : 0,5 dB/km
- *Splice Loss* : 0,01 dB
- *Connector loss* : 0,5 dB

Untuk beberapa jaringan akses beserta data hasil perhitungan standar *loss* dari standarisasi PT

TELKOM. Data-data hasil perhitungan dan pengukuran untuk evaluasi *power budget* dapat diringkas kedalam table-table di bawah.

Pengukuran dari beberapa event dari OTDR pada tiap core dapat dilihat bahwa besarnya redaman pada panjang serat didapat masih dalam standar yang direkomendasi oleh CCITT yaitu sebesar 0,15 sampai dengan 0,25 dB/km. Hal ini menunjukkan kualitas link masih bagus dan layak digunakan.

Untuk core 5,6,7,8,9,10 tidak dapat diukur karena sedang dalam keadaan beroperasi dan tidak bisa untuk mengambil data karena akan mengganggu pengoperasian kabel optik link Padang – Bukittinggi. Karena hanya kabel yang dalam keadaan idle saja yang dapat dilakukan pengukuran yaitu core 1,2,3,4,11,12.

**Tabel 2** Kriteria parameter dari STM-16

Perangkat	Daya sumber optik yang dikopel ke saluran (dBm)	Sensitivitas penerima terburuk (dBm)	BER
MTS 6000	1.95	-32.21	10

**Tabel 3** Data bentuk kejadian (*event*) jalur transmisi Padang – Bukittinggi pada *core 1 tube 1* STO Padang – HPBB5 – MTS 6000

No	Jarak (Km)	Rugi-rugi Kumulatif (dB)	Redaman (dB/Km)	Keterangan
1	1,65	0.423	0.262	Tingkat peluncuran sinyal
2	5,644	1,319	0.186	Titik pengukuran
3	7,55	1,892	0.208	Titik pengukuran
4	11,269	2,691	0.204	Titik pengukuran
5	15,263	3,587	0.206	Titik pengukuran
6	16,955	4,201	0.224	Titik pengukuran
7	23,17	5,451	0.218	Titik pengukuran
8	27,093	6,331	0.210	Titik pengukuran
9	29,365	7,001	0.222	Titik pengukuran
10	31,098	7,518	0.225	Titik pengukuran
11	34,949	8,424	0.213	Titik pengukuran
12	41,032	10,02	0.209	Titik pengukuran
13	43,427	10,667	0.210	Titik pengukuran
14	47,482	11,597	0.209	Titik pengukuran
15	51,405	12,531	0.209	Titik pengukuran
16	54,818	13,176	0.210	Titik pengukuran
17	56,449	13,673	0.187	Titik pengukuran
18	59,261	14,413	0.212	Titik pengukuran
19	67,922	16,503	0.212	Titik pengukuran
20	71,02	17,346	0.225	Titik pengukuran
21	72,273	17,829	0.230	Titik pengukuran
22	94,374	23,595	0.236	Titik pengukuran
Total	94,374	23,595	$\Sigma = 0.250$	Akhir pantulan pada receiver

Keterangan:

- Lebar pengukuran = 94. 374 km
- Range pengukuran = 120 km

**Tabel 4** Data bentuk kejadian (*event*) jalur transmisi Padang – Bukittinggi pada *core 2 tube 1* STO Padang – HPBB5 – MTS 6000

No	Jarak (Km)	Rugi-rugi Kumulatif (dB)	Redaman (dB/Km)	Keterangan
1	5,624	1,147	0,024	Tingkat peluncuran sinyal
2	9,578	2,125	0.220	Titik pengukuran
3	15,039	3,349	0.209	Titik pengukuran
4	20,929	4,732	0.220	Titik pengukuran
5	22,936	5,491	0.211	Titik pengukuran
6	27,195	6,286	0.215	Titik pengukuran
7	29,345	6,818	0.215	Titik pengukuran
8	31,169	7,323	0.218	Titik pengukuran
9	35,020	8,306	0.214	Titik pengukuran
10	41,042	10,092	0.212	Titik pengukuran
11	43,417	10,778	0.210	Titik pengukuran
12	51,405	12,618	0.217	Titik pengukuran
13	54,829	13,242	0.207	Titik pengukuran
14	56,398	13,746	0.196	Titik pengukuran
15	59,057	14,395	0.204	Titik pengukuran
16	63,316	15,425	0.210	Titik pengukuran
17	67.861	16,280	0.206	Titik pengukuran
18	70,255	17,016	0.241	Titik pengukuran
19	71,020	17,380	0.265	Titik pengukuran
20	72,416	17,947	0.202	Titik pengukuran
21	75,187	18,837	0.211	Titik pengukuran
22	92,509	23,519	0.228	Titik pengukuran
Total	92.509	23,519	$\sum = 0.254$	Akhir pantulan pada receiver

Keterangan:

- Lebar pengukuran = 92.509 km - Range pengukuran = 120 km

**Tabel 5** Data bentuk kejadian (*event*) jalur transmisi Padang – Bukittinggi pada *core 3 tube 1* STO Padang – HPBB5 – MTS 6000

No	Jarak (Km)	Rugi-rugi Kumulatif (dB)	Redaman (dB/Km)	Keterangan
1	5,624	1,147	0,024	Tingkat peluncuran sinyal
2	9,578	2,125	0.220	Titik pengukuran
3	15,039	3,349	0.209	Titik pengukuran
4	20,929	4,732	0.220	Titik pengukuran
5	22,936	5,491	0.211	Titik pengukuran
6	27,195	6,286	0.215	Titik pengukuran
7	29,345	6,818	0.215	Titik pengukuran
8	31,169	7,323	0.218	Titik pengukuran
9	35,020	8,306	0.214	Titik pengukuran
10	41,042	10,092	0.212	Titik pengukuran
11	43,417	10,778	0.210	Titik pengukuran
12	51,405	12,618	0.217	Titik pengukuran
13	54,829	13,242	0.207	Titik pengukuran
14	56,398	13,746	0.196	Titik pengukuran
15	59,057	14,395	0.204	Titik pengukuran
16	63,316	15,425	0.210	Titik pengukuran
17	67.861	16,280	0.206	Titik pengukuran
18	70,255	17,016	0.241	Titik pengukuran
19	71,020	17,380	0.265	Titik pengukuran
20	72,416	17,947	0.202	Titik pengukuran
21	75,187	18,837	0.211	Titik pengukuran
22	92,509	23,519	0.228	Titik pengukuran
Total	92.509	23,519	$\sum = 0.254$	Akhir pantulan pada receiver

Keterangan:

- Lebar pengukuran = 94.374 km - Range pengukuran = 120 km

#### 4. PERHITUNGAN RUGI (*Loss*)

##### 4.1 Data Perhitungan Redaman Serat Optik

Hasil perhitungan redaman serat optic untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi didapat :

- 1). Nilai Redaman untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi core 1, tube 1
  - Rugi saluran = 23.595 dB
  - Jarak = 94.374 km
  - Redaman = 0.250 dB/km
- 2). Nilai Redaman untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi core 2, tube 1
  - Rugi saluran = 23.519 dB
  - Jarak = 92.374 km
  - Redaman = 0.254 dB/Km
- 3). Nilai Redaman untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi core 3, tube 1
  - Rugi saluran = 23.558 dB
  - Jarak = 94.374 km
  - Redaman = 0.249 dB/Km
- 4). Nilai Redaman untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi core 4, tube 1
  - Rugi saluran = 23.872 dB
  - Jarak = 76.481 km
  - Redaman = 0.252 dB/Km
- 5). Nilai Redaman untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi core 11, tube 2
  - Rugi saluran = 19.611 dB
  - Jarak = 76.482 km
  - Redaman = 0.256 dB/Km
- 6). Nilai Redaman untuk jalur transmisi Padang – Bukittinggi core 12, tube 2

Rugi saluran	= 19,274 dB
Jarak	= 76,482 km
Redaman	= 0.252 dB/Km

Dari data hasil pengukuran didapatkan, bahwa rugi-rugi yang terjadi pada kabel optic jalur transmisi Padang – Bukittinggi pada beberapa titik ukur terdapat perbedaan hasil perhitungan tetapi perbedaan tersebut tidak terlalu menyolok dan masih sesuai dengan standar redaman untuk kabel optic jenis single mode G 655.

##### 4.2 Redaman Konektor

Untuk jalur transmisi Padang– Bukittinggi tidak terdapat *repeater* maka rugi total konektor adalah:

Jumlah konektor ( $X_c$ )	= 2 buah
Loss Konektor ( $\alpha_c$ )	= 0.5 dB
Total	= 2 x 0.5 dB = 1 dB

##### 4.3 Data Redaman *Splicing*

*Splicing* dilakukan setiap panjang kabel optic 4 km akan tetapi untuk jalur Padang – Bukittinggi terdapat 41 buah titik sambung yang dikenal dengan Joint Termal (JT), maka redaman total *splicing* adalah:

Jumlah <i>splicing</i> ( $Y_s$ )	= 41 buah
Loss splicer	= 0,01 dB
Total 41 bh x 0,01 dB	= 0.41 dB

##### 4.4 Analisis *Power Budget*

Pada perhitungan power budget diperlukan untuk mengetahui rugi total yang terjadi di sepanjang saluran serat optic. Hal ini berguna untuk melihat apakah saluran transmisi serat optic berjalan baik dan redaman yang

**Tabel 6** Data bentuk kejadian (*event*) jalur transmisi Padang – Bukittinggi pada *core 11 tube 2* STO Padang – HPBB5 – MTS 6000

No	Jarak (Km)	Rugi-rugi Kumulatif (dB)	Redaman (dB/Km)	Kett
1	1.803	0.465	0.258	Tingkat peluncuran sinyal
2	9.578	2.405	0.226	Titik pengukuran
3	11.340	2.839	0.190	Titik pengukuran
4	17.128	40116	0.205	Titik pengukuran
5	26.869	6.327	0.358	Titik pengukuran
6	29.345	7.033	0.209	Titik pengukuran
7	31.240	7.696	0.213	Titik pengukuran
8	34.908	8.605	0.210	Titik pengukuran
9	41.175	10.284	0.210	Titik pengukuran
10	43.172	10.804	0.207	Titik pengukuran
11	47.482	11.758	0.207	Titik pengukuran
12	55.460	13.520	0.214	Titik pengukuran
13	56.316	13.786	0.216	Titik pengukuran
14	66.567	16.058	0.229	Titik pengukuran
15	67.942	16.442	0.223	Titik pengukuran
16	71.407	17.195	0.199	Titik pengukuran
17	73.506	17.896	0.271	Titik pengukuran
18	76.277	18.836	0.213	Titik pengukuran
19	76.481	19.611	0.258	Titik pengukuran
Total	92.509	19.611	$\Sigma = 0.256$	Akhir pantulan pada receiver

Keterangan:

- Lebar pengukuran = 76.481 km - Range pengukuran = 120 km

terjadi di sepanjang serat optic tidak mempengaruhi kualitas pengiriman sinyal.

Besar rugi saluran transmisi didapatkan dari rugi optic yang terjadi antara sumber cahaya, rugi konektor, rugi splicing (sambungan) dan sistem margin. Besarnya rugi total serat optic pada lintasan didapatkan dari persamaan (2-5). Dari persamaan tersebut didapatkan besar redaman yang diizinkan pada jalur transmisi Padang – Bukittinggi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Spesifikasi:} \\ \text{Daya pancar ( } P_{\text{out}} \text{)} &= +1.95 \text{ dBm} \\ \text{Daya terima ( } P_{\text{in}} \text{)} &= -32.21 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Faktor sistem margin = 3dB (standar single mode 1550 nm). Maka  $P_T$  yang diizinkan :

$$\begin{aligned} &= P_{\text{out}} \text{ (dBm)} - P_{\text{in}} \text{ (dBm)} \\ &= +1.95 \text{ dBm} - (-32,21) \text{ dBm} = 34.16 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dari hasil pengukuran jalur transmisi Padang – Bukittinggi didapatkan besarnya rugi total dimana:

$$\begin{aligned} \text{Rugi setiap konektor} &= 0,5\text{dB} \\ \text{Total Rugi konektor (} L_c \text{)} &= 2 \times 0.5\text{dB} = 1\text{dB} \end{aligned}$$

Dari data diatas diambil sebagai sampel core 01 tube 1

$$\begin{aligned} \text{Panjang serat optic Padang – Bukittinggi} \\ &= 94.374 \text{ km} \\ \text{Total rugi serat optik} \\ &= 0.250 \text{ dB/km} \times 94.374 \text{ km} \\ &= 23.593 \text{ dB} \end{aligned}$$

Pada jalur transmisi Padang – Bukittinggi adalah 41 splicing

$$\begin{aligned} \text{Rugi tiap splicing} &= 0.01 \text{ dB} \times 41 \\ \text{Rugi total splicing} &= 0.41 \text{ dB} \end{aligned}$$

Maka rugi total lintasan serat optic adalah :  $P_t =$  Rugi total konektor + rugi total splicing + rugi total serat optic + sistem margin

$$\begin{aligned} &= 1 \text{ dB} + 0.41 \text{ dB} + 23.593 \text{ dB} + 3 \text{ dB} \\ &= 28.003\text{dB} \end{aligned}$$

Hasil 28.003 dB merupakan daya untuk menransmisikan link ini. Tentu saja penting untuk mengukur dan meneliti nilai actual / real link loss mulai saat pertama pembentukan suatu jalur untuk mengidentifikasi karakteristiknya.

Untuk nilai loss yang dihasilkan dari standarisasi PT. Telkom sangat tergantung pada jumlah konektor yang

digunakan, jumlah splice dan panjang kabel optik. Semakin panjang kabel semakin banyak konektor yang digunakan serta semakin banyak splice, maka hasil loss dari standarisasi juga semakin besar. Begitu juga dengan loss yang dihasilkan dari pengukuran sangat tergantung pada hal tersebut. Jaringan akses ini jumlah konektor hanya 2 dan jumlah splice 41 sehingga loss-loss yang dihasilkan dari hasil pengukuran relative kecil seperti terlihat pada table 7.

Dari hasil perbandingan pengukuran dapat diambil kesimpulan bahwa core serat optic 1,2,3,4,11,12 masih layak digunakan dan sesuai standar yang direkomendasikan CCITT. Dan untuk core 5,6,7,8,9,10 tidak dapat dilakukan pengukuran karena dalam proses pengoperasian, apabila dilakukan pengukuran pada core tersebut maka akan mengganggu proses pengoperasian jalur serat optik.

## 5. KESIMPULAN

Dari ke-enam core data hasil pengukuran *loss* terlihat bahwa kondisi ke-enam jaringan komunikasi yang berada dalam cakupan area STO Padang masih menghasilkan nilai *Loss* yang sesuai dengan standarisasi yang direkomendasikan oleh CCITT yaitu sebesar 0,15 sampai dengan 0,25 dB/km. Dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa berdasarkan hasil analisis power budget ke-enam jaringan akses tersebut masih memiliki performansi yang baik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gerd Keiser. 2000, '**Optical Fiber Communications**', 3th edition, McGraw-Hill Inc., Singapore
- [2]. Putra JA Purnama (1997) **Rugi-Rugi pada Serat Optik**, Gematel edisi 02/XXVIII
- [3]. "**SeratOptik**", [http://id.wikipedia.org/wiki/Serat\\_optik](http://id.wikipedia.org/wiki/Serat_optik), Juni 2009
- [4]. Keiser, Gerd (2001), **Optical Fiber Communication**. Singapore. Mc. Graw Hill
- [5]. Jean-Pierre Laude (1993) **Wavelength Division Multiplexing**: Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632
- [6]. PT. Telkom (2006) "**Planning Pembangunan FO JASUKA**", Bandung
- [7]. Gerd Keiser (1991) **Optical Fiber Communications** - Second Edition: McGraw-Hill, Inc., New York.

**Tabel 7** Perbandingan hasil pengukuran perhitungan *link budget*

Core	Jarak [Km]	Loss Pengukuran (dB)	Loss Standarisasi (dB)	Daya Total
1	94,374	23,595	23,593	28,003
2	92,509	23,519	23,312	27,722
3	94,374	23,558	23,409	27,900
4	94,374	23,072	23,702	20,192
11	76,481	19,611	19,609	23,731
12	76,482	19,274	19,273	23,683



- [8]. Casimer DeCusatis, Eric Maass, Darrin P. Clement and Ronald C. Lasky (1998) **Handbook of Fiber Optic Data Communication**: Academic Press, London.
- [9]. Govind P. Agrawal. 2002, "Fiber Optic Communication Systems", Third Edition, Willey Interscience.
- [10]. TELKOM, **Perencanaan Jarkolaf, Sumbar**
- [11]. US Patent. 2009, "*Optical Time Domain Reflectometer and Optical Fiber Measuring Method and Optical Fiber Measuring System using the Same*" United States Patent.
- [12]. John M Senior (1992) **Optical Fiber Communications: Principles and Practice**, Second Edition: Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- [13]. <http://fiberoptic.com/handbook2.html>
- [14]. Pendidikan Teknik Elektronika (2008). "Pengenalan Serat Optik". Bandung
- [15]. <http://www.slideshare.net/kraghunath/fiber-optic-transmission-networks-presentation>
- [16] *Harumi Yuniarti & Bambang Cholis Su'udi. Implementasi DWDM Pada ErionTM*. Universitas Trisakti. Jakarta