

# ANALISA REDAMAN *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* TRANSMISI FIBER OPTIK

Benriwati Maharmi

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

\**corresponding author*: benriwati\_m@yahoo.com

## Abstrak

Mengukur redaman dalam kabel fiber optik adalah unsur penting untuk mendapatkan performa maksimal dari sistem transmisi telekomunikasi. Penelitian ini bertujuan menganalisa redaman pada jalur fiber optik berjenis *single mode Non-Zero Dispersion Shifted (NZDF)* tipe G 652 di PT. XL Axiata Pekanbaru yang menggunakan *Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*. Untuk mengetahui kinerja sistem komunikasi kabel fiber optik akibat redaman yang terjadi, digunakan metode *link power budget* dengan range 120 km pada jarak 70 km. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *optical time-domain reflectometer (OTDR)* Yokogawa AQ 7260 dan power meter Anritsu Optical Handy ML 8002A. Dari hasil penelitian didapatkan nilai total redaman sebesar 1,438 dB, redaman per kilometer tertinggi sebesar 0,211 dB/km pada jarak 4,73 km. Nilai redaman tertinggi tersebut masih berada di bawah nilai dari standart ITU (*International Telecommunication Union*) untuk fiber optik G.652 pada panjang gelombang 1310 nm yaitu  $\leq 0.34$  dB/km dan pada panjang gelombang 1510 yaitu  $\leq 0.2$  dB/km. Dapat disimpulkan kinerja sistem *fiber optic* yang diteliti, dikategorikan baik.

**Kata kunci:** Fiber optik, DWDM, *link power budget*, redaman

## Abstract

*Performance measuring of the attenuation in the fiber optic cable is a crucial factor for the telecommunications transmission to get the optimum of its performance system. This study is proposed to analyze the attenuation on the single mode channel of the optical fiber manifold Non-Zero Dispersion Shifted (NZDF) type G 652 used División Dense Wavelength Multiplexing (DWDM) at PT. XL Axiata, Pekanbaru. The attenuation performance of the fiber optic cable communication system was measured using the link power budget method, which a range of 120 km at a distance of 70 km. The measurements were made using the Optical Time-Domain Reflectometer (OTDR) AQ 7260 Yokogawa and a power meter of Anritsu Optical Handy ML 8002A. The study results were revealed the value of total attenuation of 1.438 dB and the highest attenuation was 0.21dB/km at the distance of 4.73km. Those values were still below the value of standard ITU (International Telecommunication Union) G.652 for optical fiber, which at a wavelength of 1310 nm was  $\leq 0.34$  dB/km and at a wavelength of 1510 was  $\leq 0.2$  dB/km. It can be concluded the performance of fiber optic systems studied, was categorized a good quality.*

**Keywords:** Fiber optics, DWDM, *link power budget*, attenuation

## PENDAHULUAN

Fiber optik menjadi salah satu pilihan teknologi yang handal sebagai media jaringan transmisi dengan kapasitas transmisi data dalam jumlah yang sangat besar. Pada sistem komunikasi fiber optik teknik *multiplexing* yang banyak digunakan yaitu *Wavelength Division Multiplexing (WDM)*. Teknologi WDM salah satunya yaitu *Dense Wavelength*

*Division Multiplexing (DWDM)* merupakan teknologi multipleks dalam transmisi data melalui jaringan fiber optik dengan panjang gelombang yang berbeda-beda untuk ditransmisikan melalui kanal-kanal informasi yang mempunyai jarak panjang/jauh dengan kecepatan transmisi data yang tinggi (Antil *et al*, 2012). Namun kabel fiber optik sebagai media transmisi data, terkadang terjadi hilangnya informasi data yang diakibatkan

oleh rugi-rugi yang terjadi disepanjang kabel seperti rugi daya (*loss power budget*) yang diakibatkan oleh redaman di sepanjang kabel fiber optik.

Faktor demografi menjadi salah satu yang sangat berpengaruh dalam performa sistem transmisi DWDM (Kartalopoulos, 2002). Karena faktor demografi akan mempengaruhi rugi-rugi disepanjang kabel fiber optik seperti redaman dan panjang kabel. Selanjutnya, Kaur dan Gupta (2012) menyatakan bahwa penempatan komponen DWDM dalam jaringan memerlukan analisis jarak antara dua node, jenis data rate, spesifikasi teknis komponen dan rugi daya.

Tujuan penelitian adalah menganalisa redaman pada jalur fiber optik berjenis *single mode Non-Zero Dispersion Shifted* (NZDF) tipe H 652 dengan menggunakan metode *link power budget*.

Pelemahan energi sinyal informasi yang terjadi disepanjang saluran kabel fiber optik yang dikenal juga dengan *Attenuasi* yang dinyatakan dalam *decibel* (dB), sehingga amplitudo gelombang yang sampai pada penerima menjadi lebih kecil dari amplitudo yang dikirim oleh pemancar. Selain itu pembengkokan fiber optik yang dipengaruhi oleh faktor demografi serta untuk memenuhi syarat ruangan dikenal juga dengan *mikro-bending* (Kartalopoulos, 2002). Namun pembengkokan dapat pula terjadi secara tidak sengaja seperti misalnya fiber optik yang mendapat tekanan cukup keras sehingga cahaya yang merambat didalamnya akan berbelok dari arah transmisi dan hilang. Hal ini tentu saja menyebabkan *attenuasi*. Untuk menghitung besarnya *attenuasi* di tiap titik *loss* digunakan persamaan (Keiser, 2010):

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left( \frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \text{dB/km} \dots\dots\dots(1)$$

Menghitung rugi-rugi total yang terjadi di sepanjang lintasan fiber optik diperlukan untuk melihat apakah lintasan fiber optik itu

berfungsi dengan baik dan *attenuasi* disepanjang fiber optik tersebut tidak terpengaruh terhadap pengiriman sinyal informasi. *Power Budget* dengan berbagai rugi-rugi dalam fiber optik dapat dihitung dengan persamaan (Sajjan *et al*, 2015):

$$P = P_t(\text{dBm}) - P_r(\text{dBm}) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: P=Power Budget; P<sub>t</sub>=Daya transmitter dan P<sub>r</sub> = Daya receiver.

DWDM dapat mentransfer informasi secara fleksibel dengan *bit-rate* sebesar 10 Gbps untuk setiap kanal. Kecepatan transfer data yang fleksibel dapat digunakan untuk mengakomodir sistem dengan kecepatan yang berbeda. Disamping itu kecepatan transfer yang tinggi memungkinkan sistem mentransfer secara *real time*. Kecepatan dalam mentransfer data dapat dihitung dengan (Ramaswami *et al*, 2010):

$$\text{Kecepatan tiap kanal} = \lambda \cdot \text{BR} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Kecepatan total} = \sum \lambda \cdot \text{BR} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:  $\lambda$  = panjang gelombang;  $\sum \lambda$  = jumlah panjang gelombang dan BR=*bit-rate* panjang gelombang.

Kapasitas yang dapat disediakan DWDM akan semakin besar dengan semakin banyaknya panjang gelombang yang dapat diakomodir. Besarnya kapasitas dapat dihitung dengan persamaan (Ramaswami *et al*, 2010):

$$\text{Kap. tiap kanal (bps)} = \lambda \cdot \text{SDH/STM-n} \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Kapasitas total} = \sum \lambda \cdot \text{SDH/STM-n} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana: SDH/STM-n = kapasitas kanal input dan STM-1 = 63 E<sup>1</sup> dimana E<sup>1</sup> = 2 Mbps (Ramaswami *et al*, 2010).

## METODA PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pada fiber optik yang terdiri dari 72 *core*

berjenis *single mode Non-Zero Dispersion Shifted* (NZDF) tipe G 652 dengan panjang gelombang 1310 nm. Pemasangan kabel fiber optik ini ditanam di dalam tanah. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *optical time-domain reflectometer* (OTDR) Yokogawa AQ 7260 dan power meter Anritsu Optical Handy ML 8002A dengan *range* 120 km pada jarak 70 km yang menggunakan *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM).

Pengukuran yang dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada *core* 7 untuk transmitter (Tx) dan *core* 33 sebagai receiver (Rx). Tempat pengukuran setiap *core* dinamakan OTB (*Optical Termination Board*).

Data penelitian dilakukan pada kabel fiber optik pada jalur transmisi Pekanbaru–Minas, PT. XL Axiata, sebagai studi kasus.

Tabel 1. Data pengukuran redaman dari OTDR pada *core* 7

No	Jarak (km)	Rugi Kumulatif / Link Budget (dB)	Redaman Hasil Pengukuran (dB/km)	Redaman Hasil Perhitungan (dB/km)
1	4,73278	1,055	0,211	0,223
2	8,221165	1,494	0,164	0,182
3	12,43567	2,624	0,202	0,211
4	23,51723	4,633	0,205	0,197
5	60,30346	12,601	0,198	0,209
6	64,00774	13,452	0,189	0,210
7	65,21478	13,661	0,077	0,209
E	70,29106	14,760	0,192	0,209
Total	70,29106		$\Sigma = 0,1438$	$\Sigma = 1,65$

Keterangan: E=End (titik akhir pengukuran)

Tabel 2. Data pengukuran redaman dari OTDR pada *core* 33

No	Lokasi (km)	Rugi Kumulatif / Link Budget (dB)	Redaman Hasil Pengukuran (dB/km)	Redaman Hasil Perhitungan (dB/km)
1	4,58132	0,838	0,175	0,183
2	8,24736	1,740	0,217	0,211
3	13,33871	2,617	0,194	0,196
4	25,11686	5,458	0,198	0,217
5	60,25418	12,590	0,198	0,209
E	70,29106	14,788	0,204	0,210
Total	70,29106		$\Sigma = 1,186$	$\Sigma=1,226$

Keterangan: E=End (titik akhir pengukuran)

## HASIL DAN ANALISA

Hasil penelitian yang dilakukan pada fiber optik *single mode Non-Zero Dispersion Shifted* (NZDF) tipe G 652 *core* 7 dan *core* 33 dengan menggunakan *optical time-domain*

*reflectometer* (OTDR) Yokogawa AQ 7260 dengan *range* 120 km pada jarak 70 km yang menggunakan *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM), dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

### **Perhitungan Redaman**

Hasil perhitungan redaman fiber optik untuk jalur transmisi *section* area Pekanbaru – Minas, data pengukuran menggunakan OTDR dengan persamaan  $\text{Redaman} = (\text{Loss (dB)}) / (\text{Jarak (km)})$ .

Dari Tabel 1 dapat dilihat bentuk kejadian (*event*) fiber optik pada jalur Pekanbaru – Minas, gelombang pada *core* 7 untuk transmitter (Tx). Diketahui, kumulatif *loss* akhir = 14,760 dB dengan jarak adalah 70,29106 km. Redaman disepanjang fiber optic adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kumulatif Loss akhir/Jarak} \\ &= 14,760/70,29106 \\ &= 0,209 \text{ dB/km} \end{aligned}$$

Jadi pengukuran redaman pada *core* 7 untuk transmitter (Tx) sebesar 0,209dB/km. Redaman yang terjadi lebih kecil dari standar ITU sebesar 0,25 dB/km.

Sedangkan untuk bentuk kejadian (*event*) fiber optik pada jalur Pekanbaru – Minas, gelombang pada *core* 33 untuk receiver (Rx) dapat dilihat pada Tabel 2. Diketahui, kumulatif *loss* akhir = 14,788 dB, jarak = 70,29106 km. Redaman disepanjang serat optik didapatkan 0,210 dB/km. Dapat disimpulkan pengukuran redaman pada *core* 33 untuk receiver (Rx) sebesar 0,210 dB/km. Redaman yang terjadi lebih kecil dari standar ITU sebesar 0,25 dB/km.

Dari data pengukuran yang diperoleh dapat dilihat bahwa redaman yang terjadi pada kabel fiber optik pada jalur transmisi Pekanbaru – Minas pada beberapa titik ukur terdapat perbedaan antara hasil pengukuran yaitu 0,211 dB/km dan hasil perhitungan 0,223 dB/km sesuai dengan standar redaman maksimal yang ditetapkan oleh ITU yaitu sebesar 0,25 dB/km untuk fiber optik *single mode*.

### **Perhitungan Power Budget**

Untuk menghitung *power budget* digunakan persamaan (2) pengukuran *power budget*

dengan menggunakan power meter sudah mencakup keseluruhan baik itu redaman pada fiber maupun redaman pada sistem transmisinya. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan power meter didapatkan data

Daya transmitter (Pt) = -6,54 dBm, Daya receiver (Pr) = -11,74 dBm. Maka *Power budget* (P) adalah 5,2 dB.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa kinerja pengiriman sinyal berjalan dengan baik karena nilai pengukuran pada *power budget* yaitu sebesar 5,2 dB masih dibawah ambang batas sensitifitas perangkat yaitu sebesar 35 dB (ITU,2000), jika melebihi ambang batas tersebut maka pentransmision sinyal terganggu.

### **Analisa Kapasitas Data**

Untuk mengetahui kapasitas data dapat dianalisa melalui *traffic* yang dipakai dalam penerapan teknologi DWDM. Dalam penelitian ini, memanfaatkan teknologi SDH (*Synchronous Optical Networking*) menggunakan STM-64 (*Synchronous Transport Module level-64*). Kapasitas data maksimal yang mampu mentransmisikan dihitung dengan persamaan (3). Dimana diketahui panjang gelombang adalah ( $\lambda$ ).

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= \lambda \cdot \text{SDH/STM-n} \\ &= \lambda \cdot \text{STM-64} \\ &= 1 \times 10 \text{ Gb} = 10 \text{ Gb} \end{aligned}$$

Dari analisa diatas terlihat bahwa kapasitas data maksimal teknologi sebesar 10 Gbps. Sedangkan kapasitas data yang terpakai dihitung dari perolehan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } \Sigma \lambda &= 1344 \\ \text{STM-1} &= 63 \text{ E}^1 \end{aligned}$$

$$\text{Dimana } \text{E}^1 = 2 \text{ Mbps}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: data yang terpakai} &= \Sigma \lambda \cdot \text{E}^1 \\ &= 1344 \times 2 \text{ Mbps} = 2688 \text{ Mb} \\ &= 2,688 \text{ Gb} = 3 \text{ Gb} \end{aligned}$$

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa kapasitas teknologi DWDM yang dipakai masih kosong sebesar:

Kapasitas data kosong

= Kapasitas Data – Kapasitas Data yang terpakai = 10 Gb – 3 Gb = 7 Gb

Maka, kapasitas data yang kosong yaitu sebesar 7 Gb.

### **Analisa Kecepatan Transfer Data**

Untuk mengetahui kecepatan transfer data dapat diketahui dari modul yang dipakai dalam penerapan teknologi *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM), menggunakan produk *alcatel lucent* menyediakan 8λ input dengan *bit rate* kanal sebesar 10 Gbps. PT. XL Axiata Pekanbaru saat ini baru menggunakan 1λ input karena telah mencukupi keperluan input data daerah Pekanbaru dan sekitarnya. Kecepatan untuk mentransfer data dapat dihitung dengan persamaan (4). Diketahui panjang gelombang = 1λ, BR (*bit-rate*) = 10Gbps, maka kecepatan = λ . BR = 10 Gbps.

Dari analisa diatas terlihat bahwa kecepatan teknologi DWDM dalam memenuhi kebutuhan layanan komunikasi pelanggannya sebesar 10 Gbps, dengan kapasitas data sebesar 3 Gb dapat mentransmisikan data selama 0,3 *second*.

### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian didapatkan nilai total redaman sebesar 1,438 dB, redaman per kilometer tertinggi sebesar 0,211 dB/km pada jarak 4,73 km. Nilai redaman tertinggi tersebut masih berada dibawah nilai dari standart *International Telecommunication Union* (ITU) untuk fiber optik G.652 pada panjang gelombang 1310 nm yaitu ≤0.34 dB/km dan pada panjang gelombang 1510 yaitu ≤0.2 dB/km.

Power budget pada Fiber optic sebesar 5,2 dB masih dibawah ambang batas sensitifitas perangkat yaitu sebesar 35 dB. Dengan kapasitas data sebesar 3 Gb dari 10 Gb yang tersedia sehingga dapat mentransmisikan data selama 0,3 *second*

### **DAFTAR ACUAN**

Antil, R., Pinki and Beniwal, S. (2012), “An Overview of DWDM Technology & Network”, *International Journal of Scientific & Technology Research*, Vol. 1, Issues 11, pp. 43-46.

Kartalopoulos, S. (2002), “DWDM Networks” in DWDM: Networks, Devices, and Technology, Chapter 5, pp. 388-427, Wiley-IEEE Press.

Kaur, I. and Gupta, N. (2012) “Optimization of Fiber Length For EDFA to Enhance the Channel Capacity of DWDM System” *International Symposium on Instrumentation & Measurement, Sensor Network and Automation (IMSNA), IEEE*, Vol. 1, pp 7-10.

Keiser, G. (2010) *Optical Fiber Communications*, Fourth Edition, Mc. GrawHill Inc.

Ramaswami, R., Sivarajan, K. and Sasaki G. (2010), *Optical Networks: A Practical Perspective*, 3<sup>rd</sup> Edition, Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers, USA.

Sajjan, S.M., Seshasai, V. and Sadashivappa, G. (2015) “DWDM Link Design and Power Budget Calculation”, *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, Vol. 4, Issue 4, pp. 2538-2548.

International Telecommunication Union, 2000, *ITU-T G-652 Series Recommendations Transmission Systems And Media, Digital Systems And Networks*.