

Estimasi Kerusakan Jaringan Fiber Optik Metro 1000 Menggunakan OTDR

Trouble Estimation of Metro 1000 Optical Fibre Network Using OTDR

Rizky Harsa Dian Akbar¹ dan S. El Yumin²

¹ Optical Fiber Engineer PT. Adyawinsa Telecommunication & Electrical, Jakarta.

Email: harsamilanisti@gmail.com

² Dosen Prodi Teknik Elektro, FTI-ISTN Jagakarsa, Jakarta 12640

Email: selyumin@istn.ac.id

Abstrak---Fiber optik adalah medium gelombang cahaya yang terdiri dari core dibalut cladding, dan terbuat dari kaca yang tipis dengan ukuran diameter core 3~10 μ m. Proses pengiriman informasi sangat cepat. Disamping itu bandwidthnya sangat lebar dalam orde Terahertz sehingga kebutuhan pelanggan akan informasi suara, data, dan video dalam waktu bersamaan dapat terpenuhi. Rugi-rugi pada transmisi serat optik dapat diakibatkan oleh perbedaan garis tengah inti dan apertur numerik, rugi – rugi celah, rugi-rugi akibat pemantulan Fresnel, rugi – rugi akibat redaman (attenuasi) dan rugi – rugi akibat pembengkokan yang terjadi pada serat optik. Rugi- rugi yang sangat krusial adalah rugi-rugi akibat putusnya FO. Layanan telekomunikasi Metro-1000 menggunakan jaringan FO, mengalami kehilangan daya sehingga kinerja layanan pada pelanggan menjadi buruk. Hal ini dapat terjadi karena adanya kerusakan FO pada jaringan. Dari hasil analisa pengukuran terhadap kabel FO dengan OTDR diperoleh estimasi kerusakan kabel FO ada yang putus. Setelah diperbaiki dan disambung kembali diperoleh total loss yang dihasilkan 6,425dB dan 6,652 dB < 8 dB yang disyaratkan. Untuk perhitungan power link budget, the value of $P_R > -4\text{dBm}$ sudah memenuhi nilai komponen dari provider XL Axiata.

Kata Kunci : Fiber Optik, attenuasi, PLB, Rugi- rugi transmisi

Abstract---Optical fiber is medium for the lightwave made of thin glass consisting core and cladding with diameter size of 3~10 μ m. Transmit process of informations are very quickly. Furthermore, its bandwidth is very large in orde of Terahertz that the customer's needs for voice, data, and video in same time can be fulfilled. Loss of optical fiber transmission link can be caused by difference of core diameter and numerical aperture, gap loss, Fresnel reflection, OF attenuation, and bending. And very crucial loss is fiber cut. Telecommunication service of Metro-1000 using the optical fiber link had power loss that the quality of service became bad. It can be caused by the broken fiber link. From the analysis of optical fiber measurements using OTDR is obtained that there was the fiber cut. After it was repaired the loss total could be obtained 6,425dB dan 6,652 dB < 8 dB of the performance indicator. For the power link budget, the value of $P_R > -4\text{dBm}$ has fulfilled the component value of XL Axiata provider.

Keywords : GLR, VLR, HLR, Message Signaling Unit, LU, LU GPRS SR

1 PENDAHULUAN

Semakin beragamnya layanan informasi, tuntutan kehandalan jaringan yang memadai, dan persaingan antar pemberi layanan telekomunikasi yang semakin ketat berakibat pada meningkatnya tuntutan sistem transmisi yang memiliki kapasitas bandwidth besar dan kualitas tinggi. Antisipasi kebutuhan bandwidth yang besar ini telah diupayakan dengan meningkatkan kualitas media transmisi yang digunakan, di antaranya dengan menggunakan serat optik. Serat optik digunakan sebagai media transmisi pilihan, karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain : memiliki bandwidth yang besar, redaman transmisi kecil, ukuran kecil, dan tidak terpengaruh oleh gelombang elektromagnetik.

Layanan jaringan sistem komunikasi serat optik Metro-1000 wilayah Bekasi, pada daerah

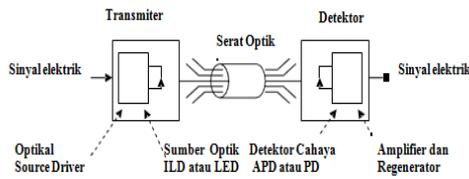
layanan Link Bulak Macan - Pekayon dan Link Bulak Macan – Tambun telah mengalami kehilangan daya sehingga menurunkan kinerja layanan jaringan. Untuk perbaikan diperlukan penelitian penyebab kehilangan daya ataupun kerusakan yang terjadi pada jaringan.

Pada makalah ini dilakukan estimasi kerusakan yang menyebabkan kehilangan daya optik pada jaringan transmisi serat optiknya. Untuk pengukuran rugi daya serat optik yang terjadi digunakan OTDR

2 METODA

Komponen dasar yang membentuk komunikasi menggunakan media serat optik ada 3, seperti Gambar 1. yaitu sumber optik pada transmitter yang mengkonversi sinyal elektrik

menjadi sinyal cahaya atau optik, kabel serat optik sebagai media transmisi sinyal optik, dan detektor cahaya pada Receiver yang mengkonversi sinyal optik yang diterima menjadi sinyal elektrik.



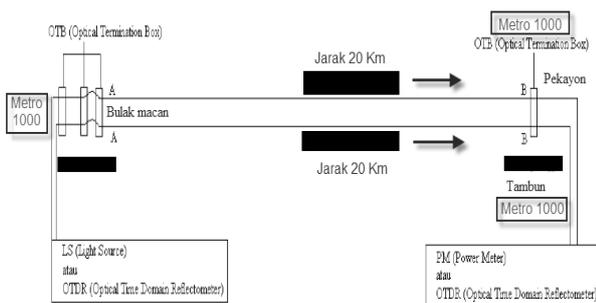
Gambar 1. Komponen Komunikasi Serat Optik

Transmitter atau alat pemancar cahaya terdiri dari [4], rangkaian elektrik, berfungsi untuk mengkonversi sinyal digital menjadi sinyal analog atau sebaliknya, yang selanjutnya data tersebut ditumpangkan ke dalam sinyal gelombang optik yang telah termodulasi; dan sumber gelombang sinyal optik berupa sinar *ILD* atau *LED* yang pemakaiannya disesuaikan dengan sistem komunikasi yang digunakan.

Serat optik merupakan media yang dipergunakan untuk menyalurkan informasi baik suara, data, serta informasi lainnya yang telah termodulasi menggunakan gelombang cahaya sebagai gelombang pembawa (carrier).

2.1 Penelitian

Penelitian dilakukan di Jaringan BTS PT.XL Axiata pada tanggal 3 Februari s/d 1 Maret 2014.



Gambar 2. Jalur yang Diukur Link Bulak Macan - Pekayon – Tambun

Jalur pengukuran yang dilakukan adalah hanya satu Link saja dengan pengukuran dua jalur yaitu Link Bulak Macan - Pekayon dan Link Bulak Macan – Tambun. Untuk wilayah Bekasi, pengukuran terhadap daya pada wilayah 1 dan redaman dilakukan di BTS Pekayon. Sedangkan pengukuran daya untuk wilayah 2 dilakukan di BTS Tambun. Range lokasi pada 2 Jalur tersebut adalah 20 km. Jalur pengukuran ini dapat di ilustrasikan seperti pada Gambar 2.

2.2 Perhitungan Power Link Budget

Rugi-rugi yang muncul pada media transmisi serat optik pada umumnya merupakan rugi-rugi

yang disebabkan oleh bahan serat optik itu sendiri dan rugi-rugi akibat instalasi seperti : alat penghubung (*connector*), pembengkokan, penyambungan (*splicer*) serta percabangan (*splitter*).

Perhitungan besarnya rugi-rugi link serat optik yang terjadi sepanjang lintasan dapat di hitung dengan menggunakan persamaan ini.

$$\text{Rugi LSO (dB)} = \alpha \cdot L + n_1 \cdot \alpha_1 + n_2 \cdot \alpha_2 + n_3 \cdot \alpha_3 \quad (1)$$

dengan : α = rugi serat optic (dB/km), α_1 = rugi konektor, α_2 = rugi sambungan, α_3 = splitter, L = panjang serat optic, n_1 = jumlah konektor, n_2 = jumlah sambungan, n_3 = jumlah splitter.

Bila jarak lintasan >>> panjang serat optik, maka $n_2 = (\text{jarak lintasan/panjang serat}) - 1$

Untuk menghitung *Power Link Budget* (PLB) maka digunakan,

$$P_S = P_R + L_T \quad (2)$$

dimana : P_S adalah daya optik yang dikirimkan oleh *Transmitter* [dBm], P_R adalah daya optik yang diterima *Receiver* [dBm], dan L_T adalah total rugi lintasan serat optic [dB]

2.3 Pengukuran Power Link budget

Daya optik yang di salurkan pada kabel serat optik, dari transmitter ke receiver, diukur melalui OTDR type EXFO FTB-1.

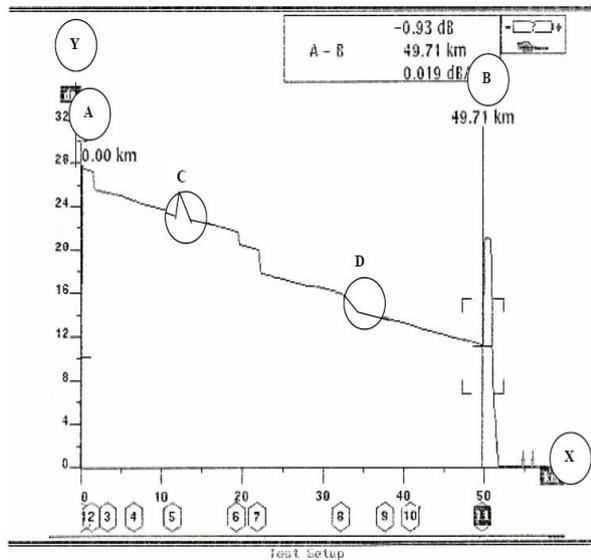
Dari hasil yang didapat dari OTDR dan juga penghitungan secara manual dijadikan sebagai perbandingan yang digunakan untuk penghitungan PLB pada jaringan serat optik tersebut.

Dengan metoda ini dapat diketahui panjang dan lokasi serat optik yang dilalui oleh laser yang berasal dari OTDR, besarnya rugi-rugi untuk serat yang dilaluinya dan gangguan-gangguan yang ada pada serat tersebut seperti adanya sambungan, bengkokan, dan gangguan yang lainnya.

Prinsip kerja OTDR dapat diaplikasikan untuk mengukur suatu core pada kabel optik. Apabila terjadi gangguan misalnya putus atau terjadi bengkokan atau bending, maka dapat diketahui hal tersebut, sehingga bisa ditentukan kelayakan pakai dari core tersebut. Apabila core tersebut tidak layak, maka bisa digantikan dengan core yang lain yang masih ada, tetapi apabila jumlah core yang ada sudah habis, maka harus dilakukan penyambungan atau diganti dengan kabel optik yang baru.

Tampilan grafik pengukuran secara umum merupakan gambar garis yang naik turunnya ditentukan dari keadaan medium yang dilewati. Rugi-rugi dapat dihitung dengan membandingkan jarak yang ditempuh dengan penurunan daya optik yang disalurkan. Adanya garis yang miring dari kiri atas ke kanan bawah menunjukkan dengan adanya efek hamburan Rayleigh scattering dan rugi-rugi

lainnya sehingga tampilan grafiknya memiliki kemiringan. Rugi-rugi menyebabkan penurunan daya optik yang bisa dipancarkan. Semakin miring grafik berarti perbandingan penurunan daya optik dengan jarak yang ditempuh semakin besar, yang berarti kualitas fiber optic buruk.



Gambar 3. Tampilan Grafik secara Umum.

Serat optik yang masih baik, grafik yang ditampilkan adalah sebagai garis yang miring ke kanan dengan gradient atau kemiringan yang kecil. Rugi-rugi yang dikategorikan masih baik adalah kurang dari 0.3 dB/km untuk $\lambda=1550$ nm, yang berarti tiap 1 km serat optik, daya yang hilang sebesar 0,3 dB. Dari Gambar 3. dapat dijelaskan hal-hal sebagai berikut.

1. Sumbu X grafik : menunjukkan panjang serat optik dalam satuan kilometer (km) dari titik pengukuran.

2. Sumbu Y grafik : menunjukkan daya atau kekuatan optik yang diterima OTDR dalam satuan desibel (dB).

3. Titik A : menunjukkan titik awal sinar dari alat ukur masuk ke serat optik. Tampilan berbentuk grafik impuls yang naik secara tajam dengan amplitudo kenaikan yang tinggi, lalu turun secara drastis pula namun amplitudonya kecil. Hal ini terjadi karena adanya refleksi fresnel. Sinar yang masuk akan diteruskan dan dipantulkan sebagian karena mengenai permukaan konektor akibat adanya celah udara. Untuk lebih jelasnya refleksi fresnel dibahas pada bab teori dasar serat optik.

4. Titik B : menunjukkan jarak titik akhir ujung serat optik. Tampilan mirip dengan titik awal namun bentuk pulsa yang besar karena terjadi refleksi fresnel dengan udara sehingga setelah grafik naik drastis, turunnya grafik drastis pula bahkan mendekati titik terendah..

5. Titik C : menunjukkan konektor yang dilewati saat pengukuran ataupun titik sambung secara mekanis, bukan secara fusi. Grafiknya ditunjukkan dengan adanya kenaikan lalu penurunan tiba-tiba, hanya saja tidak sampai jatuh turunnya. Hal ini terjadi karena refleksi fresnel sehingga sebagian cahaya terpantul dan diterima OTDR.

6. Titik D : bisa menunjukkan suatu titik sambung atau bending pada bagian serat optik. Karena rugi-rugi seperti ini sama-sama bisa diakibatkan titik sambung maupun bending, sehingga perlu dilakukan analisa dengan melihat grafik hasil uji pada core yang lain.

7. Kotak-kotak segienam dibawah sumbu X : menunjukkan adanya event-event dimana terjadi perubahan daya sinyal yang sekiranya patut dicermati pada suatu jarak tertentu (dalam km). Sensitifitas penandaan ditentukan pada pengaturan *splice threshold*. Untuk event yang berwarna hitam menunjukkan bahwa kursor sedang menunjuk ke event yang ditunjuk dan perhitungan pada kotak di atas grafik (A-B), akan berubah menyesuaikan nilai yang terdapat pada event.

8. Grafik vertikal pada grafik : merupakan kursor atau penanda. Dengan kursor maka dapat diketahui secara detail jarak suatu garis atau kurva yang ingin diamati pada grafik. Bila itu suatu event, maka dapat diketahui jaraknya tanpa melihat kabel. Kursor dapat diubah sesuai keinginan menggunakan tombol arah pada OTDR.

9. Kotak di atas grafik : menunjukkan jarak antara titik yang diukur (ditunjuk oleh kursor), total rugi-rugi antar titik tersebut (dB), dan rata-rata rugi-rugi per satuan panjang (dB/km). Sedangkan kotak disampingnya menunjukkan level tegangan supply OTDR.

10. Data grafik pasti disertai dengan data tabel. Fungsi data tabel adalah memberi informasi secara detail mengenai informasi event yaitu jarak event, slope, rugi-rugi komulatif (loss cumulative), delta loss, dan lain sebagainya. Juga disertai dengan tanggal dan waktu pengujian. Grafik dan tabel pengujian dipakai bersama untuk dapat menganalisa keadaan serat secara tepat yang saling menjelaskan.

2.4 Pengambilan Data Pengukuran

Pengambilan data dilakukan melalui pengukuran dengan OTDR, pada site di daerah Bekasi yaitu Bulak Macan, Tambun dan Pekayon, dimana data yang ditampilkan hanya pada sisi *Receiver* (Rx). Tabel 2. memperlihatkan spesifikasi parameter yang di pakai jaringan. Nilai parameter diambil dari data teknis yang ada. Pada penghitungan serat optik untuk media transmisi terdapat beberapa macam rugi-rugi yaitu seperti rugi-rugi penyerapan, rugi-rugi pada inti, rugi-rugi penyambungan, rugi-rugi konektor dan rugi-rugi pembengkokan. Untuk analisa kerusakan, dengan

membandingkan hasil pengukuran pada kabel FO saat *trouble* dengan kabel FO selesai diperbaiki.

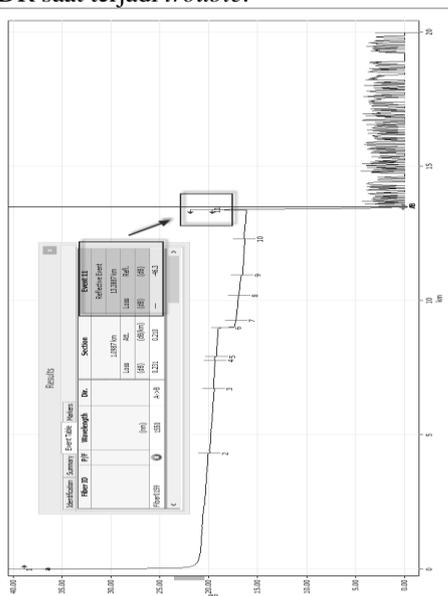
Tabel 2. Parameter Pengukuran Link BSC Bulak Macan – Tambun – Pekayon

DATA PARAMETER LINK Bulak Macan – Tambun – Pekayon	
Jarak dan panjang kabel link madonga poasia	20 km
BER (Bit Error Rate)	10 ⁻¹²
Format Modulasi	NRZ (Nero Return To Zero)
Panjang Gelombang (λ)	1550 nm
Margin Sistem	5 dB
Redaman Kabel (αf)	0.22 dB
Redaman Splicing (αs)	≤ 0.1 dB/Splice
Redaman Konektor (αc)	≤ 0.5 dB/Konektor
Rise time transmitter (Tbx)	35 PS
Rise time Receiver (Trx)	35 PS
Dispersikromatis(D)	4.3 ps/(nm.km)
Lebar Spektral (αλ)	0.1 nm
Jenis Kabel	Single Mode
Jumlah Splice	4 splice
Loss Fiber	0.22 dB
Loss Splice	0.1 dB
Loss Konektor	0.5 dB
Daya Transmitter (Ptx)	4 dBm
Daya Receiver (Prx)	-4 dBm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kerusakan Serat Optik Link Bulak Macan – Pekayon

Gambar 4 memperlihatkan grafik hasil pengukuran power link budget menggunakan OTDR saat terjadi *trouble*.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran OTDR Link Bulak Macan - Pekayon saat *trouble*

Pengukuran tersebut menunjukkan penjaralan cahaya dari *transmitter* yang berasal dari OTDR dan tidak dapat menempuh sampai jarak tempuh 20 km, hanya sampai pada jarak 13,3887 km Terdapat 11 *event* yang dianggap mencolok. Pada *event* yang terakhir titik awal acuan pengukuran mempunyai rugi-rugi - 46,3 dB, ini artinya terjadi penurunan grafik sebesar 46,3 dB yang mana rugi-rugi ini adalah rugi-rugi akibat terjadinya *trouble* pada

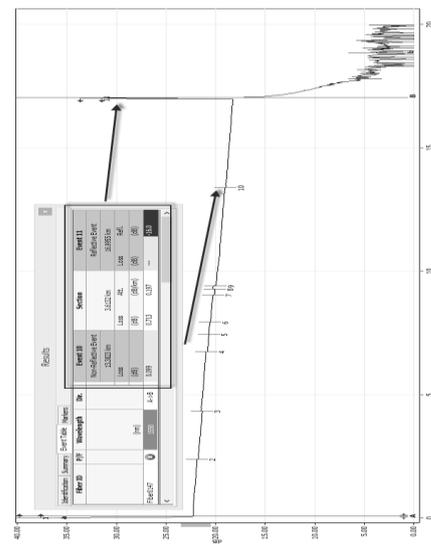
fiber *optic*, dan dengan memperhatikan besarnya rugi-rugi yang timbul dapat diestimasi bahwa ini akibat terjadinya fiber cut (putus pada fiber *optic*).

Tabel 3. Hasil pengukuran OTDR pada Link Bulak Macan - Pekayon saat *trouble*

OTDR		
Results	Test Parameters	Test Settings
Span length	Wavelength	1550 nm
Span loss	Range	20.0000 km
Average loss	Pulse	50 ns
Average splice loss	Duration	10 s
Maximum splice loss	High resolution	No
Span ORL	Resolution	0.638 m
		End-of-fiber threshold
		1.468325
		Backscatter
		-1.87 dB
		Helix Factor
		0.00 %
		Splice loss threshold
		0.020 dB
		Reflectance threshold
		-72.0 dB
		End-of-fiber threshold
		5.000 dB

Hasil pengukuran dengan OTDR seperti Tabel 3. menunjukkan bahwa titik kesalahan putus terjadi pada jarak 13,3887 km dari transmitter, disamping adanya 10 titik kesalahan yang diakibatkan oleh sambungan yang sudah tidak baik dengan loss rata-rata 0,223 dB yang awalnya menurut spek 0,1 dB (Tabel 2.) dan perubahan loss serat akibat adanya pembengkokan menjadi 0,370 dB/km yang awalnya 0,22 dB/km (Tabel 2.). Data hasil pengukuran dengan OTDR diperlihatkan pada Tabel 3.

Setelah dilakukan perbaikan dengan melakukan perbaikan sambungan-sambungan yang berubah



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran OTDR Link Bulak Macan - Pekayon setelah perbaikan

dan pembengkokan yang terjadi, selanjutnya dilakukan kembali pengukuran dengan OTDR dan hasilnya diperlihatkan seperti pada Gambar 5. Pertama-tama yang terlihat bahwa setelah dilakukan perbaikan dan penyambungan pada tempat terjadinya serat optic yang putus di jarak 13,3887 km, maka jarak yang ditempuh cahaya telah sampai pada jarak 16,9955 km dan terlihat pada titik ini terjadi rugi-rugi sebesar -16,9 dB, ini

berarti ada kenaikan grafik sebesar 16,9 dB diakibatkan oleh adanya refleksi sebesar -16,9 dB pada tempat tersebut, oleh sambungan mekanik atau konektor.

Tabel 4. Hasil pengukuran OTDR Link Bulak Macan - Pekayon setelah perbaikan

OTDR		
Results	Test Parameters	Test Settings
Span length 16,9955 km	Wavelength 1550 nm	TDR 1,468325
Span loss 4,867 dB	Range 20,000 km	Backscatter -61,87 dB
Average loss 0,239 dB/km	Pulse 50 ns	Helix factor 0,01 %
Average splice loss 0,063 dB	Duration 10 s	Splice loss threshold 0,020 dB
Maximum splice loss 0,319 dB	High resolution No	Reflectance threshold -72,0 dB
Span ORL 20,14 dB	Resolution 0,638 m	End-of-fiber threshold 5,000 dB

OTDR		
Markers	Manual Measurement	
Marker	Position	Value
a	0,0396 km	22,537 dB
A	0,0396 km	22,537 dB
B	17,0102 km	39,189 dB
b	19,9771 km	0,000 dB
B-A	16,9706 km	-16,652 dB
	4 points event loss	9,897 dB
	2 points section attenuation	-0,981 dB/km
	3 points reflectance	-22,5 dB
	3 points maximum reflectance	-22,2 dB
	A-B ORL	30,31 dB

Dari Tabel 4. diperoleh bahwa telah terjadi perbaikan, untuk link serat optic lossnya menjadi 0,239 dB/km sudah mendekati spec sebesar 0,22 dB/km, dan loss rata-rata penyambungan diperoleh 0,063 dB lebih baik dari spek sebesar 0,1 dB, dan jarak transmisi yang telah normal sampai pada jarak 16,9955 km.

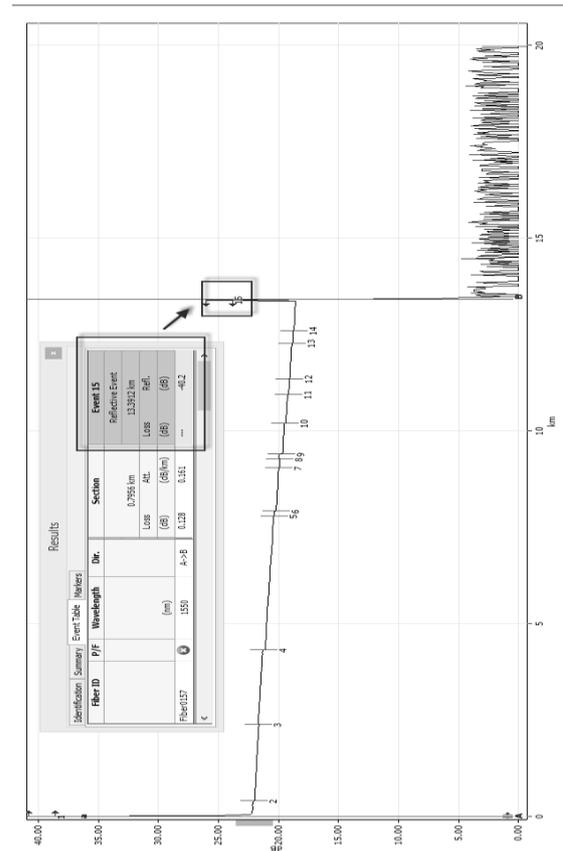
3.2 Analisa Kerusakan Serat Optik Link Bulak Macan – Tambun

Gambar 6. memperlihatkan grafik hasil pengukuran power link budget link Bulak Macan – Tambun menggunakan OTDR saat terjadi *trouble*.

Pengukuran tersebut menunjukkan penalaran cahaya dari *transmitter* yang berasal dari OTDR dan tidak dapat menempuh sampai jarak tempuh 20 km, hanya sampai pada jarak 13,3912 km dan terdapat 15 *event* yang dianggap mencolok. Pada *event* yang terakhir titik awal acuan pengukuran mempunyai rugi-rugi - 40,2 dB, ini artinya terjadi penurunan grafik sebesar 40,2 dB yang mana rugi-rugi ini adalah rugi-rugi akibat terjadinya *trouble* pada fiber *optic*, dan dengan memperhatikan besarnya rugi-rugi yang timbul dapat diestimasi bahwa ini akibat terjadinya *fiber cut* (putus pada fiber *optic*).

Hasil pengukuran dengan OTDR seperti Tabel 5. menunjukkan bahwa titik kesalahan putus terjadi pada jarak 13,3912 km dari transmitter, disamping adanya 10 titik kesalahan yang diakibatkan oleh sambungan yang sudah tidak baik dengan loss 0,278 dB yang awalnya menurut spek 0,1 dB (Tabel 2.) dan perubahan loss serat akibat adanya pembengkokan menjadi 0,270 dB/km yang

awalnya 0,22 dB/km (Tabel 2.). Data hasil pengukuran dengan OTDR diperlihatkan pada Tabel 5.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengukuran OTDR Link Bulak Macan - Tambun saat trouble

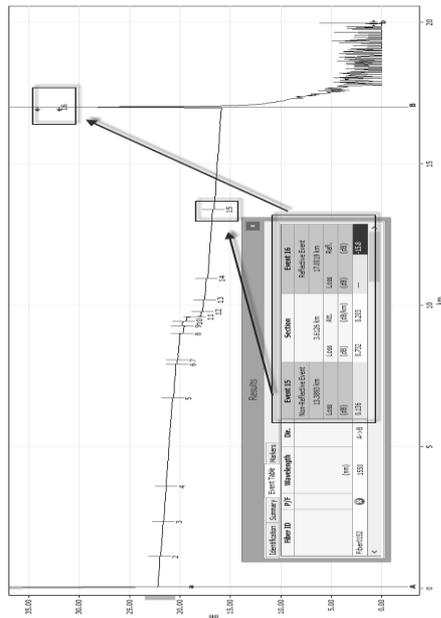
Tabel 5. Hasil Pengukuran OTDR Link Bulak Macan - Tambun saat trouble

OTDR		
Results	Test Parameters	Test Settings
Span length 13,3912 km	Wavelength 1550 nm	TDR 1,468325
Span loss 3,622 dB	Range 20,000 km	Backscatter -61,87 dB
Average loss 0,270 dB/km	Pulse 50 ns	Helix factor 0,01 %
Average splice loss 0,088 dB	Duration 10 s	Splice loss threshold 0,020 dB
Maximum splice loss 0,278 dB	High resolution No	Reflectance threshold -72,0 dB
Span ORL <19,20 dB	Resolution 0,638 m	End-of-fiber threshold 5,000 dB

Setelah dilakukan perbaikan dengan melakukan perbaikan sambungan-sambungan yang berubah dan pembengkokan yang terjadi, selanjutnya dilakukan kembali pengukuran dengan OTDR dan hasilnya diperlihatkan seperti pada Gambar 7.

Pertama-tama yang terlihat bahwa setelah dilakukan perbaikan dan penyambungan pada tempat terjadinya serat optic yang putus di jarak 13,3912 km, maka jarak yang ditempuh cahaya telah sampai pada jarak 17,0019 km dan terlihat pada titik ini terjadi rugi-rugi sebesar -15,8 dB, ini berarti ada kenaikan grafik sebesar 15,8 dB diakibatkan oleh adanya rugi refleksi sambungan mekanik atau konektor sebesar -15,8 dB. Tabel 6. memperlihatkan bahwa telah terjadi perbaikan,

untuk loss link serat optic menjadi 0,239 dB/km sudah mendekati spec sebesar 0,22 dB/km, dan loss rata-rata penyambungan diperoleh 0,063 dB lebih baik dari spek sebesar 0,1 dB, dan jarak transmisi yang telah normal sampai pada jarak 17,0229 km.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengukuran OTDR Link Bulak Macan - Tambun setelah perbaikan

Tabel 6. Hasil Pengukuran setelah perbaikan

OTDR		
Results	Test Parameters	Test Settings
Span length	Wavelength	TDR
16.9955 km	1550 nm	1.468025
Span loss	Range	Backscatter
4.067 dB	20.000 km	-81.87 dB
Average loss	Pulse	Helix factor
0.239 dB/km	50 ns	0.00 %
Average splice loss	Duration	Splice loss threshold
0.063 dB	10 s	0.020 dB
Maximum splice loss	High resolution	Reflectance threshold
0.319 dB	No	-72.0 dB
Span ORL	Resolution	End-of-fiber threshold
20.14 dB	0.638 m	5.000 dB

Markers			Manual Measurement	
Marker	Position	Value	4 points event loss	8.722 dB
a	0.0000 km	23.032 dB	2 points section attenuation	0.126 dB/km
A	0.0000 km	23.032 dB	3 points reflectance	*****
B	17.0299 km	20.885 dB	3 points maximum reflectance	-22.6 dB
b	19.9771 km	3.393 dB	A-B ORL	20.14 dB
B-A	17.0299 km	2.147 dB		

3.3 Analisis Nilai Total Loss

Analisa total loss sangat diperlukan untuk mengetahui kelayakan jalur instalasi jaringan serat optik link Bulak Macan – Pekayon dan Bulak Macan - Tambun. Total loss max L_T menurut spesifikasi parameter komponen yang digunakan :

$$4dBm = -4dBm + L_T \text{ sehingga } L_T = 8 \text{ dB}$$

Dari hasil pengukuran setelah diperbaiki diperoleh total loss untuk Link Bulak Macan – Pekayon

sebesar 6,652 dB dan Link Bulak Macan – Tambun sebesar 6,425 dB, keduanya memenuhi < 8 dB. Daya Terima $P_R = 4dBm - 6,652 \text{ dB} = -2,652dBm$ Untuk Pekayon, dan $P_R = 4dBm - 6,425 \text{ dB} = -2,425dBm$, memenuhi > -4dBm sesuai Tabel 2.

4. SIMPULAN

Hasil pengukuran Link Serat Optik dengan OTDR dapat digunakan untuk mengestimasi Nilai Power Link Budget dan mengestimasi rugi-rugi sepanjang serat optic serta kerusakan yang terjadi.

Estimasi kerusakan telah dapat dilakukan pada link serat optic Bulak Macan – Tambun – Pekayon melalui hasil pengukuran dengan OTDR, dan setelah diperbaiki layanan normal kembali dengan daya terima $P_R > -4dBm$

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Jaringan BTS PT.XL Axiata yang telah memfasilitasi penelitian di Wilayah Bekasi untuk link Bulak Macan – Tambun – Pekayon

DAFTAR PUSTAKA

Bob Chomycz., 1996. *Fiber Optik Installation*. McGraw-Hill, New York, USA.

Fedor Mitschke. 2010. *Fiber Optics: Physics and Technology*, Springer, New-York.

Gerd Keiser. 2000. *Optical Fiber Communication*. Mc Graw-Hill, USA.

John P. Powers, 1996. *An Introduction to Fiber Optic Systems*, Irwin Professional Publishing, California, USA.

Made Yudistira. 2003. *Komunikasi Serat Optik di PT. Telekomunikasi Indonesia KADISTEL*, Surabaya.

M. Syamsul Hadi. 2003. *Penentuan Rugi-Rugi Sistem Komunikasi Serat Optik antara Sentral Telepon Otomat (STO) Gladak Sampai STO Karanganyar, Surakarta, UNS Karanganyar, Surakarta*.

Seongtaek Hwang, et.all., 2001. *Broad-Band Erbium Doped Fiber Amplifier With Double Pass Configuration*, IEEE Photonics Tech.Letters, Vol.13, No.12.

Thomas Sri Widodo. 1995. *Komunikasi Serat Optik*, Andi Offset, Yogyakarta.

Walidaini, H., 2000. *Teknologi Serat Optik*. Elektro Indonesia, Jakarta.