

ANALISIS PENGUKURAN REDAMAN KABEL SERAT OPTIK ANTARA STO PEMANGKAT – STO TEBAS MENGGUNAKAN OTDR EXFO FTB-200

Indra Lesmana¹⁾, Dasril²⁾, Dedy Suryadi³⁾
^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Email : indragareng12@gmail.com

ABSTRAK

Kabel serat optik sebagai media transmisi mampu meningkatkan jumlah kanal, bandwidth yang besar, kemampuan mengirim data dengan kecepatan tinggi, terjaminnya kerahasiaan data yang dikirimkan, tidak terganggu oleh pengaruh gelombang elektromagnetik pada pelayanan sistem komunikasi data, suara, dan video. Keunggulan yang dimiliki sistem komunikasi kabel serat optik terdapat faktor - faktor yang mempengaruhi tingkat efisiensi atau kualitas performansi suatu sistem kabel serat optik, seperti adanya redaman, *dispersi*, *power loss*, dan lain sebagainya. Redaman dapat disebabkan oleh faktor *internal* maupun faktor *eksternal*. Monitoring jaringan transmisi kabel serat optik dapat dilakukan pengukuran menggunakan alat *Optical time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 sehingga dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode *Power Link Budget* untuk mengetahui performansi jaringan transmisi kabel serat optik. Hasil pengukuran dan perhitungan pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas sebanyak 11 *core* yang berjarak 20,9 Km, redaman kabel serat optik bernilai antara 2,248 dB - 13,284 dB dengan titik putus antara 5,1145 Km - 14,7515 Km yang disebabkan oleh faktor *eksternal* yaitu terjadi *macro-bending*. Jaringan transmisi kabel serat optik *link* STO Pemangkat – STO Tebas memerlukan perbaikan atau penarikan *backbone* dengan panjang kabel serat optik antara 0,1139 Km - 5,7338 Km. Jaringan tersebut tidak layak karena nilai redaman dB/Km melebihi standarisasi PT.Telkom Pontianak sehingga perlu dilakukan perbaikan.

Kata kunci : Kabel Serat Optik, Redaman, Bending, Power Link Budget, OTDR EXFO FTB-200

1. PENDAHULUAN

Serat optik sebagai media transmisi mampu meningkatkan pelayanan sistem komunikasi data, suara, dan video. Peningkatan jumlah kanal, bandwidth yang besar, kemampuan mengirim data dengan kecepatan tinggi, terjaminnya kerahasiaan data yang dikirimkan, dan tidak terganggu oleh pengaruh gelombang elektromagnetik, petir dan cuaca. Sistem komunikasi serat optik, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat efisiensi atau kualitas unjuk kerja suatu sistem serat optik, seperti adanya redaman, *dispersi*, *power loss*, dan lain sebagainya. Faktor tersebut dapat disebabkan oleh faktor *internal* maupun faktor *eksternal*. Faktor *internal* antara lain karena struktur dari serat optik yang letak inti (*core*) tidak

berkesesuaian, *indeks* bias inti salah, dan lain sebagainya, Faktor *eksternal* antara lain seperti kesalahan penyambungan yang mengakibatkan adanya *indeks* bias udara diantara dua inti yang disambungkan, serat optik yang dipakai kotor, maupun karena pembengkokan (*bending*) dilokasi kabel serat optik atau bahkan karena kabel serat optik tersebut putus.

Redaman yang ditimbulkan dapat mengganggu jalannya pengiriman data dan penurunan kualitas transmisi dari kabel serat optik. Jika kinerja jaringan turun dibawah standar, mengakibatkan hilangnya informasi yang cukup besar. Penurunan kualitas jaringan tidak dikehendaki oleh pihak PT. Telkom, karena dapat mempengaruhi kualitas pelayanan data. Faktor-faktor tersebut dapat diketahui dengan mengadakan

kegiatan pengukuran kabel serat optik secara teratur dan berkesinambungan, sehingga jika terjadi masalah pada *Link* Transmisi kabel serat optik dapat segera dilakukan perbaikan dengan cara penyambungan (*Splice*) atau Penarikan kabel serat optik baru (*Backbone*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada skripsi ini dilakukan analisis kabel serat optik yang akan diukur dari *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai Tx dan *Optical termination Box* (OTB) di STO Tebas sebagai Rx yang berjarak 20,9 KM dengan menggunakan alat ukur *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 dan akan dibandingkan dengan hasil perhitungan *Power Link Budget*. Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan skripsi ini, serta buku literatur untuk dapat dijadikan sebagai bahan rujukan guna masukan dan ketepatan pelaksanaan skripsi ini, diuraikan sebagai berikut :

Bentuk lapisan tipis optik yang paling sederhana adalah lapisan tipis logam, seperti aluminium, yang didepositkan pada substrat kaca untuk membuat permukaan bersifat reflektif (Macleod, 2010; Holland, 1970; Hobbs, 2009; Wiley, 2010).

Sensor fiber optik didasarkan pada mekanisme modulasi gelombang cahaya dari suatu sumber seperti LED, diode laser, atau yang lainnya. Kuantitas optik yang dimodulasi dapat berupa intensitas atau amplitudo, panjang gelombang, fase gelombang dan polarisasi gelombang optik tersebut. Modulasi ini dapat terjadi diluar maupun di dalam fiber optik (Akhiruddin Maddu, 2007: 38).

Bila pada *core* serat optik terjadi perubahan indeks bias yang lebih pendek daripada panjang gelombang sinar yang dirambatkan, maka akan terjadi hamburan. Peristiwa ini juga terjadi karena adanya berkas cahaya yang mengenai suatu materi dalam serat optik yang kemudian menghamburkan/ memancarkan berkas-

berkas cahaya tersebut ke segala arah (Oktavianto Utomo, 2005).

Rugi-rugi pada dasarnya dapat mempengaruhi performansi suatu sistem komunikasi serat optik, namun besar kecilnya pengaruh rugi-rugi dapat diketahui dengan melakukan pengukuran yang dilakukan menggunakan OTDR Yokogawa AQ 7275 dan membandingkan dengan hasil perhitungan standarisasi dengan menggunakan metode perhitungan *power link budget* (Fazra Habib, 2016).

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Bahan pada analisis yang saya lakukan ini adalah *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai Tx dan *Optical termination Box* (OTB) di STO Tebas sebagai Rx, dengan jarak lintasan jaringan sepanjang 20,9 KM, yang akan diukur sehingga akan mendapatkan hasil untuk unjuk performansi sinyal gelombang cahaya pada *core* serat optik.



Gambar 1. *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai Tx.

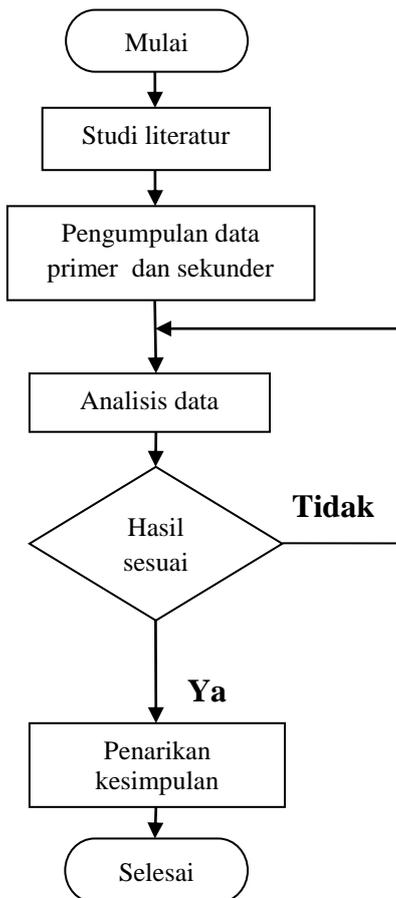
(Sumber : PT. Telkom Pontianak)



Gambar 2. Optical termination Box (OTB) di STO Tebas sebagai Rx.

(Sumber : PT. Telkom Pontianak)

B. Metode Penelitian

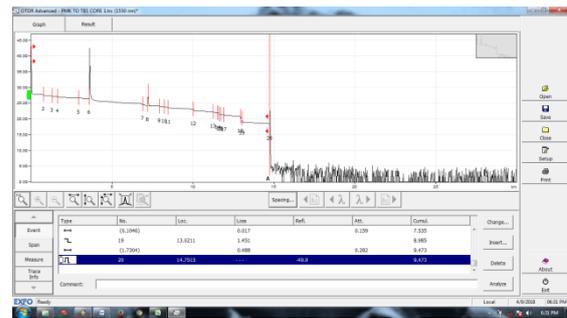


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

1). Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan alat *Optical time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 yang dilakukan sebanyak 11 *core* yaitu pada *core* 1, *core* 2, *core* 3, *core* 14, *core* 15, *core* 16, *core* 17, *core* 21, *core* 22, *core* 23, dan *core* 24 pada jaringan kabel serat optik antar *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai Tx dan *Optical termination Box* (OTB) di STO Tebas sebagai Rx, dengan jarak lintasan jaringan sepanjang 20,9 KM.

Optical time Domain Reflectometer (OTDR) EXFO FTB-200 menampilkan Pengukuran Redaman yang terjadi pada setiap *Core* dan titik putus kabel serat optik (*Fiber End*).



Gambar 4. Hasil pengukuran pada *core* 1 dari STO Pemangkat.

(Sumber : PT. Telkom Pontianak)

Berdasarkan hasil pengukuran Gambar 4. Diatas dapat diketahui bahwa nilai Redaman total adalah 9,473 (dB) dengan titik putus kabel serat optik (*Fiber End*) pada 14,7515 (Km), dengan Redaman per Kilometer yaitu 0,642 (dB/Km).

1). Perhitungan Data

Metode perhitungan redaman kabel serat optik menggunakan *link power budget* adalah salah satu metode yang digunakan untuk melihat kelayakan suatu jaringan transmisi kabel serat optik. Untuk standarisasi perhitungan redaman kabel serat optik menggunakan metode *link*

power budget telah ditetapkan oleh PT. Telkom. Berikut ini adalah nilai – nilai perhitungan yang sesuai dengan standarisasi yang ditetapkan oleh PT. Telkom :

Tabel 1. Nilai redaman standarisasi PT. Telkom.

Jenis-jenis redaman yang terjadi	Redaman α (dB)
Redaman <i>internal</i>	0.215 dB/Km (G.655) 0.3 db/Km (G.652)
Redaman konektor	0.5 db
Redaman <i>splice</i>	0.150 dB/ <i>splice</i>
Jumlah konektor	2
Jumlah <i>splice</i>	1 <i>splice</i> /3Km
Redaman <i>Bending</i>	0.150/ <i>Bending</i>

(Sumber : PT. Telkom Pontianak)

Berdasarkan pada Tabel 1. maka perhitungan total Redaman untuk standarisasi redaman kabel serat optik yang digunakan oleh PT. Telkom dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$L_t = (L \times \alpha) + (n_1 \times \alpha_1) + (n_2 \times \alpha_2) \dots (1)$$

Keterangan :

L_t = Total redaman (dB)

L = Jarak (Km)

α = Redaman serat optik/km (dB/Km)

n_1 = Jumlah konektor

α_1 = Redaman konektor (dB)

n_2 = Jumlah *splice*

α_2 = Redaman *splice* (dB)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data hasil pengukuran

Hasil pengukuran yang dilakukan pada *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai (Tx) dan *Optical termination Box* (OTB) di STO Tebas sebagai (Rx) dan pada *Optical termination Box* (OTB) di STO Tebas sebagai (Tx) dan *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai (Rx), dilakukan sebanyak 11 *core* yaitu pada *core* 1, *core* 2, *core* 3, *core* 14, *core* 15, *core* 16, *core* 17, *core* 21, *core* 22, *core* 23, dan *core* 24 dengan jarak lintasan jaringan transmisi kabel serat optik sepanjang 20,9 KM menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 maka, data statistik redaman dari hasil pengukuran redaman kabel serat optik ditunjukkan pada Tabel 2. dan Tabel 3. berikut ini :

Tabel 2. Hasil Pengukuran *link* STO Pemangkat - STO Tebas.

No	<i>Link</i>	No <i>Core</i>	Jarak (km)	<i>Cumulate</i> redaman (dB)	Redaman (dB/Km)
1	PMK - TBS	1	14,7515	9,473	0,642
2	PMK - TBS	2	13,1181	8,175	0,623
3	PMK - TBS	3	14,7528	11,264	0,763
4	PMK - TBS	14	5,1145	2,448	0,479
5	PMK - TBS	15	5,1145	2,248	0,439
6	PMK - TBS	16	12,0947	7,844	0,649
7	PMK - TBS	17	8,9887	4,351	0,484
8	PMK - TBS	21	12,9599	10,264	0,792
9	PMK - TBS	22	12,9599	10,843	0,837
10	PMK - TBS	23	12,9586	9,428	0,728
11	PMK - TBS	24	12,9599	13,284	1,025

(Sumber data : Hasil pengukuran)

Tabel 3. Hasil Pengukuran *link* STO Tebas - STO Pemangkat.

No	<i>Link</i>	No <i>Core</i>	Jarak (km)	<i>Cumulate</i> redaman (dB)	Redaman (dB/Km)
1	TBS - PMK	1	5,0992	3,359	0,594
2	TBS - PMK	2	6,4927	4,685	0,695
3	TBS - PMK	3	6,0333	5,451	0,814
4	TBS - PMK	14	14,8204	9,189	0,583
5	TBS - PMK	15	10,0517	5,091	0,507
6	TBS - PMK	16	7,2341	4,029	0,557
7	TBS - PMK	17	7,2379	2,918	0,403
8	TBS - PMK	21	7,2392	7,403	0,836
9	TBS - PMK	22	6,8589	4,229	0,591
10	TBS - PMK	23	7,2392	8,608	0,965
11	TBS - PMK	24	7,2430	2,757	0,381

(Sumber data : Hasil pengukuran)

B. Data hasil perhitungan

Dengan menggunakan data – data yang ditunjukkan pada Tabel 1. maka perhitungan nilai redaman untuk standarisasi redaman yang digunakan oleh PT. Telkom dapat dilakukan dengan menggunakan sistem metode *Link Power Budget* yang ditunjukkan pada persamaan (1) : Perhitungan redaman kabel serat optik pada *core* 1 pada *link* STO Pemangkat - STO Tebas, dengan jarak 14, 7515 Km, sebagai berikut :

$$L_t \text{ (dB)} = (L \times \alpha) + (n_1 \times \alpha_1) + (n_2 \times \alpha_2)$$

$$L_t \text{ (dB)} = (14, 7515 \times 0,3) + (4 \times 0,150) + (2 \times 0,5)$$

$$= 4,4254 + 0,6 + 1 = 6,0254 \text{ dB}$$

Untuk perhitungan nilai redaman kabel serat optik dB/Km maka, nilai total redaman kabel serat optik dibagi dengan jarak kabel serat optik :

$$\text{Redaman (dB/Km)} = 6,0254 : 14,7515 \\ = 0,4084 \text{ (dB/Km)}$$

Perhitungan redaman pada *link* STO Pemangkat - STO Tebas dan *link* STO Tebas - STO Pemangkat pada *core* 1, *core* 2, *core* 3, *core* 14, *core* 15, *core* 16, *core* 17, *core* 21, *core* 22, *core* 23, dan *core* 24 akan ditunjukkan pada Tabel 4.. dan Tabel 5 berikut ini :

Tabel 4. Hasil Perhitungan *link* STO Pemangkat - STO Tebas.

No	Link	No Core	Jarak (km)	Cumulate redaman (dB)	Redaman (dB/Km)
1	PMK - TBS	1	14,7515	6,0254	0,408
2	PMK - TBS	2	13,1181	5,5354	0,421
3	PMK - TBS	3	14,7528	6,0258	0,408
4	PMK - TBS	14	5,1145	2,6843	0,424
5	PMK - TBS	15	5,1145	2,6843	0,424
6	PMK - TBS	16	12,0947	5,2284	0,432
7	PMK - TBS	17	8,9887	3,9966	0,444
8	PMK - TBS	21	12,9599	5,4879	0,423
9	PMK - TBS	22	12,9599	5,4879	0,423
10	PMK - TBS	23	12,9586	5,4875	0,423
11	PMK - TBS	24	12,9599	5,4875	0,423

(Sumber data : Hasil perhitungan)

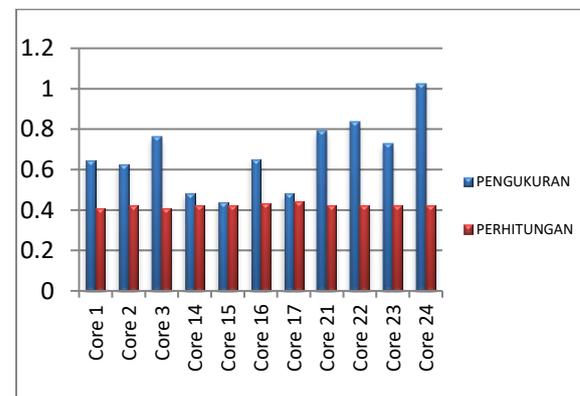
Tabel 5. Hasil Perhitungan *link* STO Tebas - STO Pemangkat.

No	Link	No Core	Jarak (km)	Cumulate redaman (dB)	Redaman (dB/Km)
1	TBS - PMK	1	5,0992	2,6797	0,425
2	TBS - PMK	2	6,4927	3,2478	0,400
3	TBS - PMK	3	6,0333	3,2980	0,446
4	TBS - PMK	14	14,8204	6,0461	0,407
5	TBS - PMK	15	10,0517	4,4655	0,444
6	TBS - PMK	16	7,2341	3,4702	0,479
7	TBS - PMK	17	7,2379	3,4713	0,479
8	TBS - PMK	21	7,2392	3,4717	0,479
9	TBS - PMK	22	6,8589	3,3576	0,489
10	TBS - PMK	23	7,2392	3,4717	0,479
11	TBS - PMK	24	7,2430	3,4729	0,479

(Sumber data : Hasil perhitungan)

C. Analisis data pengukuran dan perhitungan

• *Link* STO Pemangkat – STO Tebas

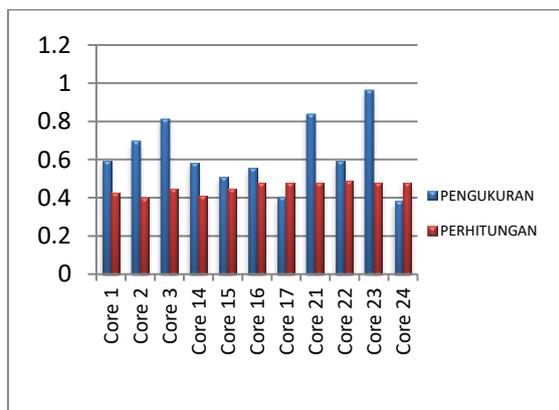


Gambar 5. Grafik perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan pada *Link* STO Pemangkat - STO Tebas.

Dari data grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5. di atas dapat diketahui perbandingan nilai redaman (dB/Km), Perbedaan nilai redaman (dB/Km) yang sangat jauh ini dipengaruhi oleh faktor *bending*. Pada pengukuran redaman kabel serat optik menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 nilai *bending* yang terukur melebihi standarisasi PT. Telkom sehingga mengakibatkan jaringan transmisi kabel serat optik pada *core* 1, *core* 2, *core* 3, *core* 16, *core* 21, *core* 22, *core* 23, dan *core* 24 mengalami gangguan yang disebabkan nilai redaman (dB/Km) yang melebihi standarisasi PT. Telkom dan tidak layak sebagai media transmisi komunikasi serat optik pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas.

Pada *core 14, core 15, dan core 17*, nilai redaman (dB/Km) memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh antara pengukuran menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) EXFO FTB-200* dengan nilai redaman (dB/Km) standarisasi PT. Telkom sehingga pada *core 14, core 15, dan core 17* masih dianggap layak sebagai media transmisi komunikasi serat optik pada *link STO Pemangkat – STO Tebas*.

- *Link STO Tebas – STO Pemangkat*



Gambar 6. Grafik perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan pada *Link STO Tebas – STO Pemangkat*

Berdasarkan grafik yang di tunjukkan pada Gambar 6. di atas menunjukan perbandingan nilai redaman (dB/Km), Pengukuran redaman kabel serat optik menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) EXFO FTB-200* pada *core 1, core 2, core 3, core 14, core 16, core 21, core 22, dan core 23*, menunjukan nilai redaman (dB/Km) yang sangat jauh berbeda jauh dari hasil perhitungan redaman kabel serat optik menggunakan metode *Link Power Budget*, perbedaan nilai redaman (dB/Km) yang terjadi dipengaruhi karena faktor *bending* yang terjadi pada jaringan transmisi kabel serat optik sepanjang lintasan yang terukur, pada *core 15, core 17, dan core 24* nilai redaman (dB/Km) dari hasil Pengukuran redaman kabel serat optik menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) EXFO FTB-200* dan hasil perhitungan redaman kabel serat optik menggunakan metode *Link Power*

Budget memiliki nilai redaman (dB/Km) yang tidak terlalu jauh berbeda sehingga jaringan transmisi kabel serat optik pada *core 15, core 17, dan core 24* masih layak digunakan sebagai media transmisi serat optik pada lintasan STO Pemangkat - STO Tebas.

Berdasarkan pengukuran dengan jarak lintasan jaringan transmisi kabel serat optik sepanjang 20,9 KM diketahui bahwa jarak *fiber end* pada titik – titik tertentu yang ditunjukkan pada Tabel 6. di bawah ini :

Tabel 6. Panjang sambungan kabel serat optik di STO Pemangkat – STO Tebas.

No.	No Core	Jarak STO PMK – STO TEBAS (Km)	Jarak Fiber End dari STO PMK (Km)	Jarak Fiber End dari STO TBS (Km)	Panjang sambungan kabel dari STO PMK – STO TEBAS (Km)
1	1	20,9	14,7515	5,0992	1,0493
2	2	20,9	13,1181	6,4927	1,2892
3	3	20,9	14,7528	6,0333	0,1139
4	14	20,9	5,1145	14,8204	0,9651
5	15	20,9	5,1145	10,0517	5,7338
6	16	20,9	12,0947	7,2341	1,5712
7	17	20,9	8,9887	7,2379	4,6734
8	21	20,9	12,9599	7,2392	0,7009
9	22	20,9	12,9599	6,8589	1,0812
10	23	20,9	12,9586	7,2392	0,7022
11	24	20,9	12,9599	7,2430	0,6971

(Sumber data : Hasil pengukuran)

Berdasarkan penjabaran pada Tabel 6. di atas maka diketahui nilai jarak panjang sambungan yang dibutuhkan pada *core 1, core 2, core 3, core 14, core 15, core 16, core 17, core 21, core 22, core 23, dan core 24*. Misalnya pada *core 1* yang berjarak sebenarnya 20,9 Km, untuk pengukuran dari *Link Optical termination Box (OTB)* di STO Pemangkat sebagai Tx dan *Link Optical termination Box (OTB)* di STO Tebas diketahui nilai *fiber end* pada jarak 14,7515 Km sedangkan pengukuran dari arah pada *Link Optical termination Box (OTB)* di STO Tebas sebagai Tx dan *Optical termination Box (OTB)* di STO Pemangkat sebagai Rx diketahui nilai *fiber end* pada jarak 5,0992 Km. dari pengukuran tersebut maka diketahui bahwa jarak titik sambungan dari *Link Optical termination Box (OTB)* di STO Pemangkat sebagai Tx dan *Link*

Optical termination Box (OTB) di STO Tebas dan *Link Optical termination Box* (OTB) di STO Tebas sebagai Tx dan *Optical termination Box* (OTB) di STO Pemangkat sebagai Rx dibutuhkan penyambungan kabel sepanjang 1,0493 Km.

5. PENUTUP

Dari pembahasan yang telah di jabarkan maka dapat disimpulkan hasilnya :

1. Pada *link* STO Pemangkat - STO Tebas hasil pengukuran redaman kabel serat optik menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 bahwa 11 *core* kabel serat optik dari dari arah STO Pemangkat yang *IDLE* tidak ada satupun kabel serat optik yang sampai ke kearah STO Tebas dikarenakan putus.
2. Dari hasil pengukuran redaman kabel serat optik menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) EXFO FTB-200 pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas disetiap *core* redaman dipengaruhi faktor *bending*.
3. Pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas *core* 14, *core* 15, dan *core* 17 masih layak sebagai media transmisi jaringan kabel serat optik.
4. Pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas penyambungan kabel serat optik pada *core* 1, *core* 2, *core* 3, *core* 14, *core* 15, *core* 16, *core* 17, *core* 21, *core* 22, *core* 23, dan *core* 24, Panjang sambungan yang dibutuhkan berkisar antara 0,1139 KM - 5,7338 KM.
2. Perlu dilakukan pemeliharaan atau perawatan secara rutin pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas untuk terjaminnya kualitas performansi jaringan kabel serat optik.
3. Dari permasalahan yang terjadi pada *link* STO Pemangkat – STO Tebas perlu dilakukan sosialisai atau kerja sama dari masing- masing instansi yang terkait untuk menghindari kerusakan dari fasilitas masing-masing instansi.
4. Dari hasil penelitian skripsi yang telah dilakukan ini agar media transmisi serat optik berjalan dengan baik dan tanpa ada kendala dalam waktu jangka panjang hendaknya agar PT. Telkom mempertimbangkan untuk usulan perbaikan jalur backbone kabel serat optik *link* STO Pemangkat – STO Tebas.
5. Skripsi ini bisa dikembangkan lagi dengan memperhatikan alat yang digunakan, lokasi (ruas) yang akan diukur, variabel yang akan diukur serta metode perhitungannya.

REFERENSI

1. Fazra Habib. 2015. Skripsi : *Analisis rugi – rugi serat optik menggunakan optical time domain reflectometer dengan aplikasi AQ7932 emulation*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
2. Ganijanti Aby Saroyo. 2011. *Gelombang dan Optika*, Jakarta : Salemba Teknika.
3. Iqbal Rifki Arifandi. 2015. *Skripsi : Analisis jaringan Optical Distribution Cabinet menuju Optical Distribution Point menggunakan metode Link Power Budget Di Perumahan Argopuro*. Jember : Universitas Jember.

Dari hasil penelitian skripsi yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan yaitu:

1. Untuk menjaga keamanan dan keselamatan kerja jangka panjang, hendaknya kita sebagai teknisi dilapangan harus mengutamakan K3 atau *safety first*.

4. John, C. Elliott, B. 2006. Serat optik : Sebuah pengantar, Jakarta : Erlangga.
5. Laud. B. B.1988. Laser dan optik nonlinear, Jakarta :Universitas Indonesia.
6. Oktavianto Utomo Siswanto. 2005. *Skripsi : Analisis rugi – rugi pada serat optik*. Semarang : Universitas Diponegoro.

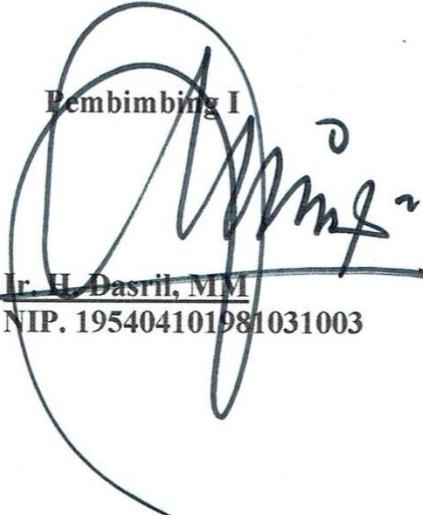
BIOGRAFI



Indra Lesmana, lahir di Ngabang, Kalimantan Barat, Indonesia, 03 Juli 1995. Memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak Indonesia.

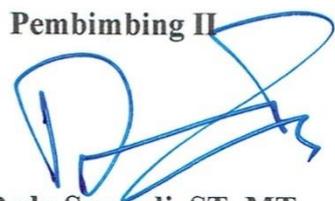
Menyetujui,

Pembimbing I


Ir. H. Dasril, MM

NIP. 195404101981031003

Pembimbing II


Dr. Dedy Suryadi, ST, MT

NIP. 196812031995121001