

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

Iswan Umaternate¹, Rintania Elliyati N², Zulaeha Mabud³

Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate
Jl. Pertamina, Kampus II Gambesi Kota Ternate Selatan
e-mail : ¹iswanuter21@gmail.com, ²rintania@gmail.com, ³riset.ft@gmail.com

Abstrak - Kebutuhan akan informasi semakin pesat sehingga PT.Telekomunikasi Indonesia menyediakan salah satu sarana dalam bidang telekomunikasi dengan kapasitas tinggi yaitu Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO). Pada penelitian ini melakukan pengkajian dan menganalisa redaman yang terjadi pada media transmisi yang diakibatkan pada serat optik, sambungan dan konektor yang digunakan pada media dengan menganalisa daya yang diterima berdasarkan data yang diperoleh dengan menggunakan metode *Power Link Budget*. Hasil penelitian diperoleh data pengukuran redaman dan daya pada *link* Sofifi-Jailolo, pengukuran menggunakan OTDR dilakukan di OTB PT.Telkom Sofifi dengan nilai redaman tertinggi terdapat pada *core* 17 dengan nilai redaman total sebesar 22,428 dB dan redaman perkilometer terendah ada pada *core* 16 dengan nilai redaman 0,150 dB/km. Sedangkan untuk pengukuran menggunakan OPM dilakukan dari kedua OTB dengan daya terkecil terdapat pada *core* 18 dengan nilai -24,948 dBm. Dari hasil analisis *Power Link Budget* didapatkan nilai Rx dari hasil perhitungan lebih kecil dibandingkan dengan nilai daya yang distandarkan PT.Telkom maupun ITU-T yaitu -27 dBm dan -28 dBm, maka kinerja dari sistem komunikasi serat optik untuk *link* Sofifi-Jailolo masih normal karena daya output masih dapat diterima perangkat.

Kata kunci : SKSO, OTDR, OPM dan *Power Link Budget*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi idealnya diimbangi dengan penambahan kapasitas *bandwidth* yang disediakan oleh operator penyedia jasa

telekomunikasi. Dengan penambahan kapasitas *bandwidth* tersebut tentu akan mendorong suatu teknologi informasi yang mampu menyediakan berbagai macam layanan, seperti suara, video, dan data [1].

Dalam hal ini salah satu perusahaan yang bertanggung jawab yaitu PT. Telekomunikasi Indonesia dengan menghadirkan teknologi komunikasi serat optik berkapasitas tinggi sebagai media transmisi yang sesuai, sehingga dapat mengirimkan informasi dengan kapasitas yang besar. Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) yang pada akhir-akhir ini berkembang pesat untuk mengembangkan berbagai metode dan teknologi informasi yang dapat digunakan untuk memberikan kebutuhan layanan.

Dari permasalahan redaman serat optik yang dapat ditimbulkan dari adanya faktor negatif diatas sangat mengganggu jalannya pengiriman informasi, sehingga mengakibatkan hilangnya informasi yang cukup besar pada saat kinerja jaringan dibawah standart [2]. Dalam hal perlu adanya sebuah metode untuk mengetahui bagaimana kinerja suatu sistem komunikasi serat optik, salah satu metode yang digunakan adalah *power link budget*. *Power link budget* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan daya untuk mentransmisikan sinyal informasi pada serat optik yang dipengaruhi oleh redaman disepanjang kabel serat optik [3]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengkajian dalam menganalisis redaman pada media transmisi serat optik yang diakibatkan oleh redaman yang timbul dari bahan serat optik, redaman pada penyambungan, redaman pada konektor dan redaman yang ditimbulkan akibat dari instalasi serat optik pada media transmisi

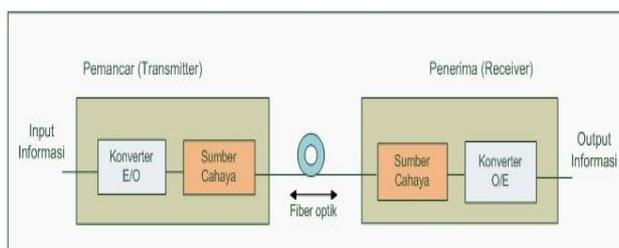
Pada penelitian ini dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut: Mengetahui besarnya redaman penyambungan, redaman konektor dan redaman per kilometer serat optik pada *link* Sofifi – Jailolo,

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

Penyebab terjadinya redaman pada media transmisi serat optik *link* Sofifi – Jailolo, Menganalisa redaman pada daya yang diterima oleh *receiver* menggunakan perhitungan *power link budget* agar sesuai dengan nilai daya pada spesifikasi di perangkat. Tujuan penelitian adalah sebagai berikut: Mengetahui hal-hal yang menyebabkan terjadinya redaman, lokasi terjadinya redaman, dan panjang suatu *core* serat optik, dengan melihat pada grafik dan tabel hasil pengukuran yang telah direkam pada OTDR, Melakukan perhitungan redaman dan daya yang terjadi di sepanjang kabel serat optik *link* Sofifi – Jailolo, Mengetahui kelayakan pakai serat optik dengan melakukan analisis kinerja dari sistem komunikasi serat optik untuk *link* Sofifi – Jailolo. Sebagai batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut: Penelitian hanya menganalisa kinerja dari sistem komunikasi serat optik akibat pengaruh redaman penyambungan, redaman konektor dan redaman serat optik yang mengakibatkan penurunan daya pada transmisi serat optik. Pembahasan lebih menitikberatkan pada perhitungan redaman penyambungan, redaman pada konektor dan redaman serat optik. Penelitian yang diambil adalah data redaman serat optik pada *link* Sofifi - Jailolo.

II. Sistem Komunikasi Serat Optik

Sistem komunikasi serat optik menjadi semakin berkembang sebanding dengan kebutuhan masyarakat akan proses komunikasi yang cepat dan *realtime*. kebutuhan komunikasi ini bukan hanya suara, tetapi sudah berkembang menuju era *broadband*. Oleh karena salah satu sistem komunikasi yang dapat mendukung perkembangan ini adalah sistem komunikasi serat optik. Sistem komunikasi serat optik sangat berpengaruh terhadap redaman yang ditimbulkan dari komponen-komponen pengirim atau penerima dan redaman kabel serat optik sehingga mengakibatkan penurunan daya [4]. Sistem komunikasi serat optik merupakan salah satu teknologi komunikasi yang terbaru dan paling canggih yang menggunakan gelombang cahaya sebagai media transmisinya. Pada umumnya sistem komunikasi serat optik dapat digambarkan pada diagram blok berikut ini [5].

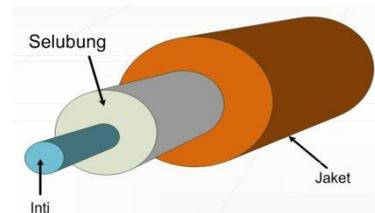


Gambar 1. Diagram Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik

A. Media Serat Optik

Pada dasarnya kabel serat optik merupakan media transmisi, yang dimana pada media serat optik adalah salah satu solusi dari berbagai permasalahan dalam dunia telekomunikasi, seperti peningkatan jumlah kanal yang tersedia, tersedianya *bandwidth* yang besar, mampu mengirim data dengan kapasitas besar dan berbagai kendala dalam komunikasi lainnya [6].

1. Struktur Kabel Serat Optik



Gambar 2. Struktur Serat Optik.

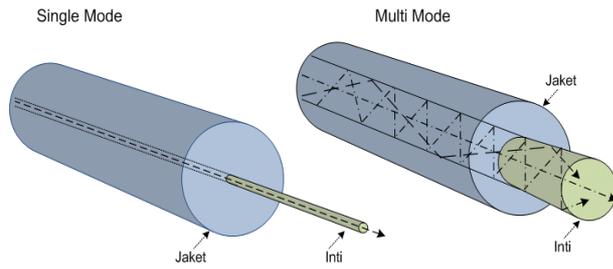
Serat optik memiliki tiga bagian utama yaitu *core*, *cladding* dan *coating*. Struktur serat optik dapat dilihat pada gambar 2.

- Core* (inti), berfungsi sebagai media pemandu cahaya (*guided medium*) atau tempat perambatan cahaya dari satu titik ke titik yang lainnya. *Core* terbuat dari bahan kaca dengan kualitas sangat tinggi dan memiliki diameter 5-10 μm dimana ukuran *core* akan mempengaruhi karakteristik serat optik.
- Cladding* (selubung), berfungsi sebagai bidang batas pemantulan agar cahaya optik yang dirambatkan dapat dipantulkan total lagi kedalam *core* sehingga cahaya dapat dipandu sampai diujung lainnya. *Cladding* terbuat dari bahan gelas dengan indeks bias lebih kecil dari *core* dan *cladding* akan mempengaruhi perambatan cahaya pada *core* (mempengaruhi besarnya sudut kritis).
- Coating* (jaket), berfungsi sebagai pelindung mekanis serat optik sehingga serat optik lebih tahan terhadap gangguan eksternal. *Coating* terbuat dari bahan plastik dan juga untuk tempat kode warna dari tiap *tube*.

2. Jenis-Jenis Serat Optik

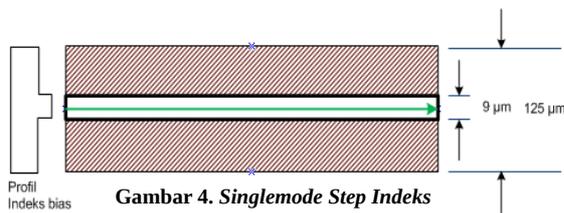
Berdasarkan struktur kabel serat optik, terdapat dua jenis serat yang sebagai media transmisi informasi yaitu *single mode* dan *multi mode* dengan kelebihan dan kekurangan yang berbeda-beda. Menurut cara perambatan cahaya didalam *core*, kabel serat optik *single mode* digunakan sebagai media transmisi jarak jauh, sedangkan perambatan cahaya menggunakan *multi mode* merupakan tipe serat yang digunakan sebagai media transmisi jarak dekat, dikarenakan media transmisi *multi mode* memiliki diameter *core* lebih besar sehingga perambatan cahaya didalam *core* tersebar melalui serat secara bersamaan. Dapat dilihat pada gambar 3 berikut perbedaan *singlemode* dan *multimode* [7].

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

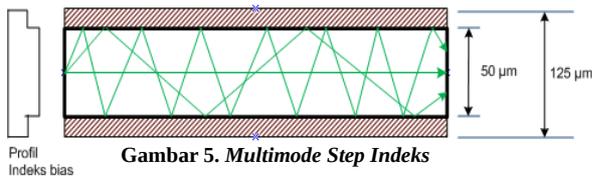


Gambar 3. Jenis-jenis Kabel Serat Optik

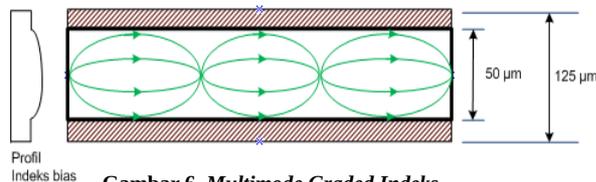
Berdasarkan susunan indeks biasanya serat optik *multi mode* dibedakan atas dua jenis yaitu *graded index* dan *step index*.



Gambar 4. Singlemode Step Indeks



Gambar 5. Multimode Step Indeks



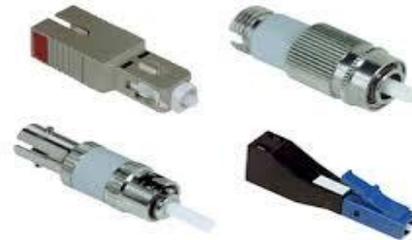
Gambar 6. Multimode Graded Indeks

B. Konektor Serat Optik

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung serat. Konektor ini mirip dengan konektor listrik dalam hal fungsi dan tampilan luar tetapi konektor pada serat optik memiliki ketelitian yang lebih tinggi. Konektor diperlukan apa bila sewaktu-waktu serat akan dilepas saat diperlukan suatu penggantian *transmitter* atau *receiver* maupun untuk melakukan suatu kegiatan perawatan maupun pengukuran. Syarat-syarat konektor yang baik adalah:

- 1) Kehilangan daya cukup rendah.
- 2) Kemampuan pengulangan.
- 3) Dapat diprediksi, artinya konektor memiliki efisiensi yang sama jika beberapa konektor sejenis dikombinasi.
- 4) Umurnya panjang. Tidak ada penurunan efisiensi dalam waktu yang lama.

- 5) Bahan konektor kuat terhadap tekanan.
- 6) Kompatibel dengan lingkungan, penyambungan dapat dilakukan pada berbagai variasi temperatur, tekanan tinggi, tahan terhadap getaran, dalam kondisi kelembaban dan kotoran mudah menggunakannya.



Gambar 7. Jenis Konektor Serat Optik

C. Redaman Transmisi Serat Optik

Redaman adalah turunnya level tegang sinyal yang diterima akibat karakteristik media. Sehingga redaman merupakan gangguan dalam sistem komunikasi yang mempengaruhi kinerja dari sistem komunikasi. Pada sistem komunikasi serat optik redaman tergantung dari beberapa keadaan. Tetapi yang utama adalah redaman tergantung pada panjang gelombang yang digunakan. Redaman (α) sinyal atau rugi-rugi serat optik didefinisikan sebagai perbandingan antara daya output optik (P_{out}) terhadap daya input optik (P_{in}) sepanjang serat L , dimana dapat ditunjukkan pada Persamaan 1. Menurut rekomendasi ITU-T, kabel serat optik harus mempunyai koefisien redaman 0.5 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Tapi besarnya koefisien ini bukan merupakan nilai yang mutlak, karena harus mempertimbangkan proses pabrikan, desain komposisi serat, dan desain kabel. Untuk itu terdapat *range* redaman yang masih diijinkan yaitu 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.3 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm.

$$dB/km = \frac{(P_{in}-P_{out})}{L} \tag{1}$$

- dengan L = Panjang serat optik (km)
 P_{in} = Daya input optik (dBm)
 P_{out} = Daya output optik (dBm)
 dB/km = Redaman perkilometer.

Redaman penyambungan serat optik seperti pada persamaan berikut ini :

$$\alpha_{ST} = \alpha_S \cdot Y \tag{2}$$

- dengan α_{ST} = Redaman penyambungan (dB)
 α_S = Redaman per penyambungan (dB)
 Y = Jumlah penyambungan

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

Redaman pada konektor serat optik seperti pada persamaan berikut ini :

$$\alpha_{CT} = \alpha_C \cdot X \quad (3)$$

dengan :

- α_{CT} = Redaman konektor (dB)
- α_C = Redaman per konektor (dB)
- X = Jumlah konektor

Redaman serat optik dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$\alpha_F = \alpha_{TOT} - \alpha_{ST} - \alpha_{CT} \quad (4)$$

dengan :

- α_F = Redaman serat optik (dB)
- α_{TOT} = Redaman total serat optik (dB)
- α_{ST} = Redaman sambungan (dB)
- α_{CT} = Redaman konektor (dB)

Redaman total serat optik dapat pada persamaan berikut ini:

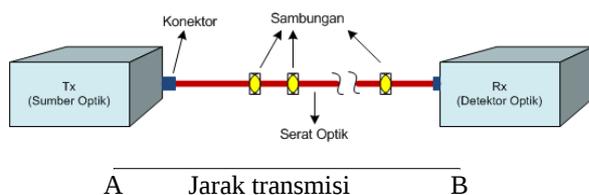
$$\alpha_{TOT} = \alpha_F + \alpha_{ST} + \alpha_{CT} \quad (5)$$

dengan :

- $\frac{(\text{Pin-Pout})}{L}$ = Redaman total serat optik (dB)
- α_{ST} = Redaman serat optik (dB)
- α_S = Redaman penyambungan (dB)
- α_{ST} = Redaman konektor (dB)

D. Power Link Budget

Dari sistem komunikasi serat optik, tidak akan terlepas dari perhatian *power link budget*. Dengan mengurangkan redaman optik sistem daya yang dikirimkan dari pemancar, sehingga perencanaan sistem serat optik memastikan bahwa sistem mempunyai daya yang cukup untuk penerima pada level yang diinginkan. Dalam perhitungan *power link budget* ada beberapa hal yang harus dihitung, yaitu pada redaman berdasarkan daya yang telah diketahui, perhitungan redaman berdasarkan spesifikasi alat yang digunakan (standart ITU-T) dan kopensasi nilai margin 3,0 dB. Untuk menghitung besarnya daya yang diterima perangkat dengan nilai margin (dB) sehingga dapat diketahui berapa jarak maksimum jaringan lokal serat optik, yaitu dengan cara memperhitungkan besar selisih antara daya yang dikopling ke serat dari sumber optik terhadap besarnya daya maksimum yang masih dapat diterima oleh detektor optik.



Gambar 8. Parameter-Parameter Transmisi Serat Optik

Dengan demikian dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_{rx} = P_{tx} - (\sum \text{loss} + \text{margin}) \quad (6)$$

dengan :

- P_{rx} = Daya receiver (dBm)
- P_{tx} = Daya transmitter (dBm)
- $\sum \text{loss}$ = Jumlah loss disepanjang serat optik (dB)
- Margin = Kompensasi nilai redaman serat optik (3,0 dB rekomendasi ITU-T)

III. METODOLOGI

Penelitian lapangan dilakukan pada tanggal 27 November - 06 Desember 2016 dengan lokasi PT.Telkom Sofifi Provinsi Maluku Utara, penelitian tersebut yaitu melakukan penyambungan kabel serat optik dan pengukuran redaman.

1. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut :

Tabel I. Alat yang digunakan dalam Penelitian

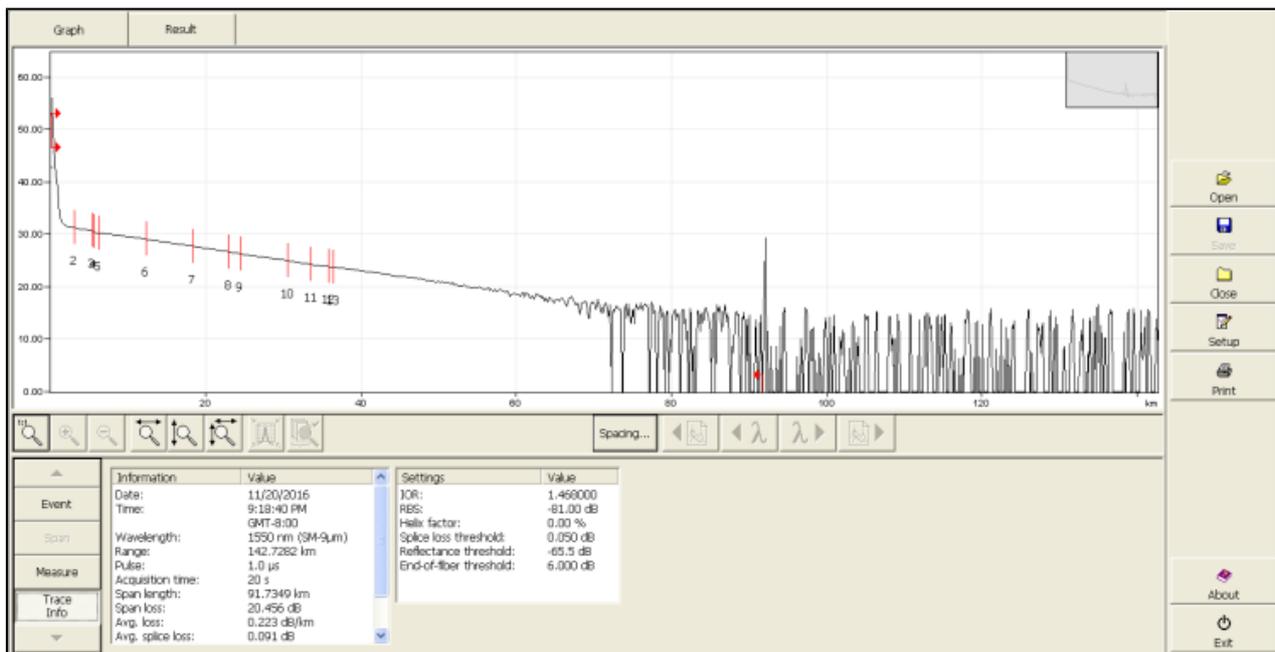
No	Nama Alat	Jumlah Alat	Fungsi
1	OTDR	1	Mengukur redaman serat
2	OPM	2	Mengukur level daya
3	Fusion Splicer	1	Menyambung serat optik
4	Fiber Cleaver	1	Pemotong serat
5	Fiber Stripper	1	Pemotong <i>cladding</i> serat
6	Cutter	2	Pemotong <i>coating</i> kabel optik
7	Kamera	1	Dokumentasi selama penelitian
8	Meteran	1	Mengukur panjang kabel yang akan dipotong
9	Genseat	1	Sebagai <i>power supply</i>

2. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.

No	Nama Bahan	Jumlah Bahan	Fungsi
1	Alkohol	2 botol	Pembersih minyak gel
2	Tisu	1 kotak	Pembersih serat
3	Alat tulis	1 set	Mencatat data-data
4	Kabel serat optik	-	Sebagai media transmisi

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi



Gambar 9. Grafik Pengukuran

Sesuai dengan masalah dan tujuan penelitian, maka jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian deskriptif, yang dimana penelitian deskriptif ini dimulai dengan pengumpulan data, analisis data, dan menginterpretasikan.

a. Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja dari sistem transmisi serat optik pada *link* Sofifi - Jailolo. Sehingga penelitian dilakukan dari beberapa titik penyambungan dan melakukan pengukuran pada *Optical Termination Box* (OTB).

b. Objek Penelitian

Penelitian ini akan menganalisis kinerja dari sistem komunikasi serat optik pada PT.Telkom Sofifi – PT.Telkom Jailolo, maka objek dari penelitiannya yaitu :

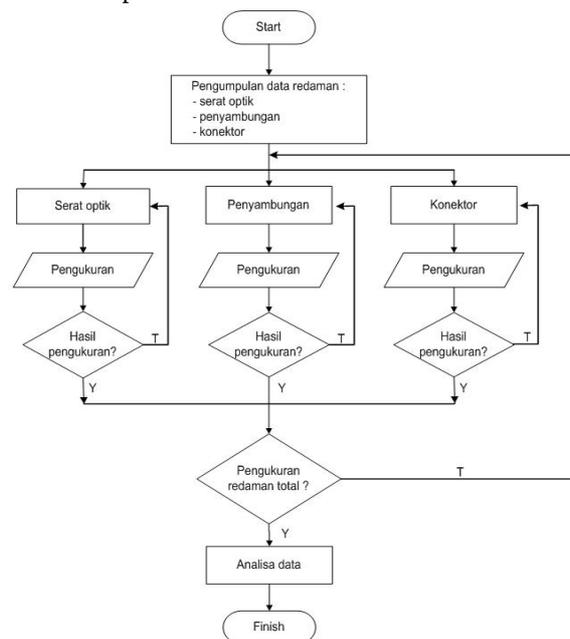
1. Konfigurasi kabel serat optik *link* Sofifi - Jailolo.
2. Penyambungan *core* atau inti dari kabel serat optik
3. *Core* atau inti kabel serat optik yang akan di ukur.

c. Teknik pengumpulan data

Adapun teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam melaksanakan penelitian ini, antara lain adalah :

1. Observasi dilakukan dengan cara mensurvey langsung ke PT. Telkom Sofifi.
2. Komunikasi dilakukan langsung dengan pihak PT.Telkom Sofifi untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian.
3. Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh data penelitian.
4. Studi pustaka yaitu data yang diperoleh dapat bersumber dari buku, jurnal, website , blog dan bahan referensi lainnya.

d. Prosedur penelitian

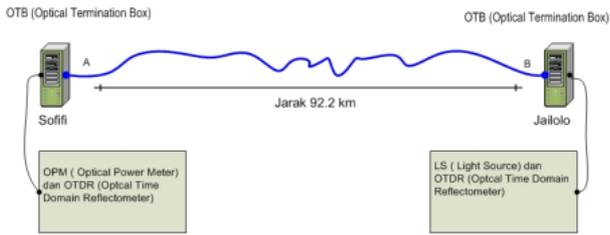


Gambar 10. Flowchart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi lapangan didapatkan data hasil pengukuran redaman dan daya pada kantor PT. Telkom Sofifi Jl. Kilometer 40 Pulau Sofifi-Maluku Utara. Kemudian data ini diolah menggunakan persamaan-persamaan untuk dibandingkan dengan standar yang ada. Gambar 10 merupakan ilustrasi *link* yang diukur.

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi



Gambar 11. Ilustrasi link Sofifi-Jailolo

A. Data Pengukuran

Dari metode penelitian maka dilakukan pengukuran redaman dan daya pada link Sofifi-Jailolo, hasil pengukuran ini untuk mengetahui karakteristik kabel yang digunakan. Pada dasarnya data hasil pengukuran diperoleh data dari serat optik dalam kilometer (km), sambungan dan konektor. Tabel 3 merupakan jumlah sambungan, redaman per sambungan, konektor dan redaman per konektor.

Tabel 3. Jumlah Sambungan, Konektor, Redaman Sambungan dan Redaman Konektor.

Core	Jarak (m)	Sambungan	Konektor	α (dB)	α (dB)
1	91,7349	30	4	0,2	0,25
2	91,9187	30	4	0,2	0,25
3	59,1825	19	3	0,2	0,25
4	56,7727	18	3	0,1	0,25
5	92,0003	30	4	0,1	0,25
6	92,0003	30	4	0,2	0,25
7	65,2886	21	3	0,1	0,25
10	67,3308	22	3	0,1	0,25
11	91,8574	30	4	0,2	0,25
12	72,7834	24	3	0,2	0,25
13	91,9187	30	4	0,2	0,25
14	91,9187	30	4	0,2	0,25
15	91,8370	30	4	0,2	0,25
16	91,8574	30	4	0,2	0,25
17	91,9391	30	4	0,2	0,25
18	91,9799	30	4	0,2	0,25
19	90,8159	30	4	0,1	0,25
20	90,6729	30	4	0,1	0,25
21	90,8159	30	4	0,2	0,25
22	66,8815	22	3	0,1	0,25
23	90,7955	30	4	0,2	0,25
24	90,8159	30	4	0,2	0,25

1. Hasil Pengukuran Menggunakan OTDR.

Dalam pengukuran redaman menggunakan alat ukur OTDR jenis JDSU MTS6000. Pengambilan data sebanyak 22 core dengan tipe kabel G655 kabel tanah (KT) dimana terdapat 24 core serat optik pada link Sofifi-Jailolo, 2 core sebagai core aktif yaitu pada core 8 dan core 9. Gambar 11 berikut merupakan hasil pengukuran pada core 1 dengan OTDR. Pengamatan

dilakukan pada nilai redaman yang dihasilkan pada tiap core pada link yang digunakan, pengamatan dilakukan berdasarkan event (jarak lokasi kejadian) yang terjadi disepanjang kabel serat optik. Tabel 4 menunjukkan data hasil pengukuran menggunakan OTDR dan kemudian data ini akan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan optical power meter, perhitungan secara teoritis standart ITU-T.

2. Hasil pengukuran menggunakan Optical Power Meter.

Berdasarkan hasil pengukuran dengan optical power meter maka didapatkan hasil pengukuran daya dan kemudian akan dianalisis sesuai dengan persamaan 1. Secara umum besarnya daya dipengaruhi oleh panjang kabel optik. Akan tetapi ada faktor lain yang mempengaruhi besarnya daya misalnya banyak jumlah sambungan dan bending sehingga terjadi penurunan daya pada penerima. Dapat dilihat pada tabel 5 hasil pengukuran menggunakan optical power meter.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Menggunakan OTDR

No	Link	Core	Jarak (km)	α_{TOT} (dB)	α (dB)
1	PT Telkom SFF-PT Telkom JLL	1	91,7349	20,456	0,223
2		2	91,9187	20,628	0,224
3		3	59,1825	14,372	0,243
4		4	56,7727	12,815	0,226
5		5	92,0003	20,405	0,222
6		6	92,0003	20,059	0,229
7		7	65,2886	13,518	0,207
8		10	67,3308	15,302	0,227
9		11	91,8574	20,778	0,226
10		12	72,7834	17,794	0,224
11		13	91,9187	20,224	0,220
12		14	91,9187	20,337	0,221
13		15	91,8370	20,191	0,220
14		16	91,8574	13,789	0,150
15		17	91,9391	22,428	0,244
16		18	91,9799	10,981	0,119
17		19	90,8159	19,924	0,219
18		20	90,6729	20,482	0,226
19		21	90,8159	19,735	0,217
20		22	66,8815	14,794	0,221
21		23	90,7955	20,857	0,230
22		24	90,8159	20,423	0,225

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

Tabel 5. Hasil Pengukuran Menggunakan Optical Power Meter

No	Link	Core	P _{Tx} (dBm)	P _{Rx} (dBm)
1	PT Telkom SFF-PT Telkom JLL	1	5,08	-23,872
2		2	5,08	-24,436
3		3		
4		4		
5		5	5,08	-23,468
6		6	5,08	-24,560
7		7		
10		10		
11		11	5,08	-22,006
12		12		
13		13	5,08	-20,000
14		14	5,08	-21,938
15		15	5,08	-20,914
16		16	5,08	-18,664
17		17	5,08	-21,674
18		18	5,08	-24,948
19		19	5,08	-18,356
20		20	5,08	-21,488
21		21	5,08	-23,664
22		22		
23		23	5,08	-24,686
24		24	5,08	-21,654

Ket : Tidak dapat diukur dengan OPM

Dalam pengukuran menggunakan alat ukur *optical power meter* daya yang dipancarkan (transmit) dari OTB PT. Telkom Sofifi ke OTB PT. Telkom Jailolo sebesar 5,08 dBm sepanjang *link* Sofifi-Jailolo. Ada beberapa *core* yang tidak dapat diketahui dari hasil pancaran alat ukur yaitu pada *core* 3,4,7,10,12 dan *core* 22 di karenakan pada *core-core* tersebut putus pada kilometer-kilometer sepanjang *link* Sofifi-Jailolo.

B. Analisa Perhitungan

1. Perhitungan dengan menggunakan hasil pengukuran OTDR.

Dengan menggunakan data redaman per kilometer dan persamaan 2, 3, 4 dan 5 untuk mencari nilai redaman total pada serat optik, redaman pada sambungan dan redaman pada konektor berdasarkan hasil ukur, untuk redaman konektor nilai redamannya konstan 0,25 dB. Pada *core* 3,4,7,10,12 dan *core* 22 hanya memiliki 3 konektor di karenakan pada *core-core* tersebut tidak sampai pada OTB (*optical termination box*) atau mengalami putus pada kilometer-kilometer tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada dasar teori menggunakan persamaan 2, 3, 4 dan 5, maka didapatkan nilai redaman pada tabel 6.

Tabel 6. Redaman Hasil Perhitungan

Redaman Hasil Perhitungan					
Core	Jarak (m)	α _{ST} (dB)	α _{CT} (dB)	α _F (dB)	α (dB/km)
1	91,7349	6,0	1,00	13,456	0,147
2	91,9187	6,0	1,00	13,628	0,148
3	59,1825	3,8	0,75	9,822	0,166
4	56,7727	1,8	0,75	10,265	0,181
5	92,0003	3,0	1,00	16,405	0,179
6	92,0003	6,0	1,00	13,059	0,153
7	65,2886	2,1	0,75	10,668	0,163
10	67,3308	2,2	0,75	12,352	0,183
11	91,8574	6,0	1,00	13,778	0,150
12	72,7834	4,8	0,75	12,244	0,148
13	91,9187	6,0	1,00	13,224	0,146
14	91,9187	6,0	1,00	13,337	0,145
15	91,8370	6,0	1,00	13,191	0,144
16	91,8574	6,0	1,00	6,789	0,074
17	91,9391	6,0	1,00	15,428	0,168
18	91,9799	6,0	1,00	3,981	0,043
19	90,8159	3,0	1,00	15,824	0,175
20	90,6729	3,0	1,00	16,482	0,182
21	90,8159	6,0	1,00	12,735	0,140
22	66,8815	3,0	0,75	11,844	0,165
23	90,7955	6,0	1,00	13,857	0,153
24	90,8159	6,0	1,00	13,423	0,148

2. Perhitungan redaman perkilometer *link* Sofifi-Jailolo dengan *optical power meter*.

Dengan menggunakan persamaan 1. Untuk menghitung redaman perkilometer pada hasil ukur *optical power meter*, kemudian akan dibandingkan dengan redaman hasil pengukuran, standart ITU-T.

Berdasarkan hasil perhitungan redaman perkilometer maka dapat dilihat pada tabel 7 dengan nilai redaman yang cukup besar hampir setara dengan standart dari ITU-T yang telah distandartkan.

Data yang telah dihimpun yang dimana berisi perbandingan antara hasil perhitungan, pengukuran OTDR, pengukuran menggunakan *optical power meter* dan standart ITU-T. Menurut rekomendasi ITU-T G655, kabel serat optik *singlemode* yang bekerja pada panjang gelombang 1550 nm umumnya memiliki koefisien redaman sebesar 0,35 dB/km. Nilai 0,35 dB/km merupakan nilai maksimal yang diperbolehkan dalam sebuah sistem komunikasi serat optik, dan kemudian nilai inilah yang menjadi acuan bagi standart PT.Telkom.

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

Tabel 7. Hasil Perhitungan Redaman Per kilometer Menggunakan Optical Power Meter.

Core	P _{Tx} (dBm)	P _{Rx} (dBm)	Panjang Kabel (m)	α (dB/km)
1	5,08	-23,872	91,7349	0,316
2	5,08	-24,436	91,9187	0,321
5	5,08	-23,468	92,0003	0,310
6	5,08	-24,560	92,0003	0,322
11	5,08	-22,006	91,8574	0,295
13	5,08	-20,000	91,9187	0,273
14	5,08	-21,938	91,9187	0,294
15	5,08	-20,914	91,8370	0,283
16	5,08	-18,664	91,8574	0,258
17	5,08	-21,674	91,9391	0,291
18	5,08	-24,948	91,9799	0,326
19	5,08	-18,356	90,8159	0,258
20	5,08	-21,488	90,6729	0,293
21	5,08	-23,664	90,8159	0,317
23	5,08	-24,686	90,7955	0,328
24	5,08	-21,654	90,8159	0,294

C. Perhitungan Power Link Budget

Data yang dipergunakan untuk menghitung *power link budget*, dimana data hasil pengukuran yang *optical power meter*, redaman total pada hasil pengukuran dengan OTDR dan nilai margin.

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil yang positif, misalnya pada *core* 1 daya yang dipancarkan dari OTB Sofifi sebesar 5,08 dBm diterima pada OTB Jailolo dengan nilai -18,376 dBm. Hal ini menunjukkan bahwa redaman hasil perhitungan masih dibawah standart PT. Telkom. Untuk menghitung nilai *power link budget*, ada beberapa parameter yang digunakan, yaitu P_{Tx} sebagai daya pancar dan P_{Rx} sebagai daya terima, dapat dilihat pada tabel 8. sehingga data hasil perhitungan dibandingkan dengan hasil pengukuran dan standart PT. Telkom.

D. Analisa Hasil Penelitian

Dari analisis redaman ini, membahas mengenai dengan redaman kabel serat optik yang terjadi di sepanjang *link* yang digunakan untuk melakukan penelitian, nilai redaman yang dihasilkan merupakan nilai dari hasil pengukuran, kemudian dibandingkan dengan nilai redaman hasil perhitungan, redaman standart PT. Telkom yang direkomendasikan ITU-T, dapat dilihat pada tabel 2.2 pedoman untuk pengukuran redaman serat optik dan pada bab 3 yaitu penentuan alat ukur yang digunakan, ada 2 buah alat ukur.

Tabel 8. Hasil Perhitungan dan Perbandingan

Core	Prx Pengukuran (dBm)	Prx Perhitungan (dBm)	Rx Standart (dBm)
1	-23,872	-18,376	-27
2	-24,436	-18,548	-27
5	-23,468	-18,344	-27
6	-24,560	-18,988	-27
11	-22,006	-18,679	-27
13	-20,000	-18,344	-27
14	-21,938	-18,234	-27
15	-20,914	-18,124	-27
16	-18,664	-11,698	-27
17	-21,674	-20,353	-27
18	-24,948	- 8,865	-27
19	-18,356	-17,808	-27
20	-21,488	-18,412	-27
21	-23,664	-17,627	-27
23	-24,686	-18,802	-27
24	-21,654	-18,344	-27

Pertama adalah alat ukur yang digunakan OTDR JDSU MTS-6000 merupakan alat ukur redaman pada suatu *link* pada jarak tertentu dengan panjang gelombang yang digunakan 1550 nm. Dari alat ukur OTDR ini dapat ketahui titik kejadian sepanjang serat optik, dalam pembacaan alat ukur ini dengan satuan dB. Pada pengambilan data pada *link* Sofifi-Jailolo menggunakan alat ukur OTDR sebanyak 22 *core* dari 24 *core* dan terdapat 2 *core* yang tidak diberikan izin pengukuran dikarenakan *core* tersebut *core* aktif.

Alat ukur yang kedua adalah alat ukur daya menggunakan *optical power meter* dan *light source*, pada alat ukur ini bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik kabel serat optik, dapat dilihat dari nilai daya input yang dipancarkan dari *light source* dan nilai daya yang diterima oleh *optical power meter*. Dalam pembacaan alat ukur ini dalam satuan dBm dengan panjang gelombang yang digunakan adalah 1550 nm, dalam pengambilan menggunakan alat ukur *optical power meter* sebanyak 16 *core* dari 24 *core* yang dimana pada *link* Sofifi-Jailolo ada 2 *core* sebagai *core* aktif dan tidak diberikan izin untuk melakukan pengambilan data pada 2 *core* tersebut. Pada pengukuran redaman, kabel serat optik yang digunakan adalah kabel jembo G655 *singlemode*. Pada dasarnya harus menggunakan kabel jenis ini, karena penggunaan kabel jenis ini merujuk pada rekomendasi ITU-T untuk jaringan transport jarak jauh. Untuk *link* Sofifi-Jailolo konektor yang terpasang pada kedua perangkat adalah konektor UPC dengan redaman konektor 0,25 dB dan jumlah sambungan sebanyak 30 sambungan.

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

1. Analisa hasil pengukuran dan perhitungan OTDR.

Dari data pengukuran redaman serat optik menggunakan OTDR terlihat bahwa redaman total hanya berkisar antara 10,981 dB sampai dengan 22,428 dB dan redaman untuk perkilometer hanya berkisar 0,150 dB sampai dengan 0,230 dB untuk redaman yang terendah yaitu pada *core* 18 dengan nilai redaman total 10,981 dan *core* 17 merupakan yang memiliki nilai redaman total terbesar yaitu 22,428 dB. Untuk redaman perkilometer masih dikatakan *link* Sofifi-Jailolo memiliki status yang baik. Dapat dilihat pada perbandingan redaman perkilometer pada setiap *core* yang dimana redaman perkilometer tidak melebihi standart yang diberikan PT. Telkom dan rekomendasi dari standart ITU-T. Misalnya pada *core* 1 dengan panjang diameter serat 91,7349 m dan redaman perkilometer pengukuran 0,223 dB, redaman hasil perhitungan 0,147 dB dan redaman standarnya 0,35 dB/km dapat dilihat juga pada gambar 12 grafik perbandingan redaman pada *link* Sofifi-Jailolo.

Pada pengukuran serat *link* Sofifi-Jailolo menggunakan OTDR ada beberapa *core* yang memiliki diameter panjang serat tidak sesuai dengan panjang sebenarnya, dikarenakan pada *core* tersebut terjadi putus yaitu terdapat pada *core* 3, 4, 7, 10, 12 dan *core* 22 yang dimana pada *core* 3 memiliki diameter panjang serat 59,1825 m dan redaman total 14,372 dB, *core* 4 memiliki diameter panjang serat 56,7727 m redaman total 12,815 dB, *core* 7 memiliki diameter panjang serat 65,2886 m dan redaman total 13,518 dB, *core* 10 memiliki panjang serat 67,3308 m dan redaman total 15,302 dB, *core* 12 memiliki panjang diameter 72,7834 m dan redaman total 17,794 dB dan *core* 22 memiliki diameter panjang serat 66,8815 m dan redaman total 14,794 dB. Dari hasil pengukuran pada *link* Sofifi-Jailolo tidak ada nilai redaman pada serat tidak melebihi hasil perhitungan dan standart PT. Telkom dan ITU-T, akan tetapi dapat dikatakan bahwa *link* ini belum memiliki sistem kinerja yang baik karena pada *core* 3, 4, 7, 10, 12 dan *core* 22 belum dilakukan perbaikan atau penyambungan kembali.

2. Analisa hasil pengukuran dan perhitungan optical power meter.

Untuk pengukuran menggunakan alat ukur *optical power meter* dilakukan pengambilan data sebanyak 16 kali, yang dimana tata cara pengambilan data menggunakan alat ukur OPM ini, kedua alat ukur terhubung pada OTB, yang dimana *light source* terhubung pada OTB PT. Telkom Jailolo dan *optical power meter* terhubung pada OTB PT. Telkom Sofifi. Pengukuran ini dilakukan pada *core* yang mempunyai status kosong *core* ini siap dipasangi sewaktu diperlukan, daya input yang dipancarkan dari *light source* sebesar 5,08 dBm. Pengukuran ini dilakukan untuk nilai daya disepanjang kabel serat optik pada *link*

Sofifi-Jailolo. Dari hasil pengukuran pada 16 *core*, nilai daya yang dipancarkan 5,08 dBm diterima berkisar -18,356 dBm sampai dengan -24,948 dBm. Misalnya pada *core* 5 nilai P_{Tx} yang dipancarkan dari OTB PT. Telkom Jailolo oleh *light source* sebesar 5,08 dBm maka nilai P_{Rx} pada *optical power meter* di OTB PT. Telkom Sofifi bernilai -23,468 dBm, nilai minus (-) mempunyai arti bahwa nilai level daya yang bekerja pada sepanjang kabel serat optik, misalnya -23,468 dBm adalah berkisar 4,500 μW . Dari hasil konversi pada nilai ukur pada *core* 5, dapat dikatakan bahwa besar nilai P_{Tx} untuk *core* ini sebesar 3221,06 μW dan nilai P_{Rx} sebesar 4,500 μW . Berdasarkan nilai perhitungan yang terdapat pada P_{Rx} merupakan hasil perhitungan menggunakan nilai redaman total pengukuran OTDR yaitu 20,405 dB, maka didapatkan nilai P_{Rx} nya sebesar 29,34 μW dengan demikian hasil perhitungan menggunakan redaman total dapat dikatakan selisih daya yang cukup besar yaitu berkisar 24,84 μW , hal ini dapat dikatakan pada hasil pengukuran redaman total pada *core* 5 dengan menggunakan OTDR memiliki redaman cukup besar.

Berdasarkan hasil perhitungan redaman perkilometer dari pengukuran menggunakan *optical power meter*, untuk *core* 5 nilai redaman perkilometernya sebesar 0,310 dB/km, dari nilai redaman yang dihasilkan pada dari pengukuran daya jika disesuaikan dengan standart nilai redaman yang diterapkan PT. Telkom dan rekomendasi ITU-T yang dimana redaman standart PT. Telkom dan ITU-T sebesar 0,35 dB/km maka dapat dikatakan redaman hasil perhitungan masih dibawah standart PT. Telkom dan ITU-T. Untuk pengukuran menggunakan *optical power meter* ada 2 *core* aktif yang tidak diberikan izin pengukuran dan terdapat 6 *core* yang tidak dapat diketahui hasil ukur, yaitu *core* 3, 4, 7, 10, 12 dan *core* 22 diketahui *core* ini putus pada kilometer tertentu, dalam alat ukur *optical power meter* tidak dapat diketahui titik lokasi kejadian. Dari hasil perhitungan redaman perkilometer dapat dilihat perbandingan redaman digambar 13 grafik perbandingan redaman *link* Sofifi-Jailolo.

3. Analisa power link budget

Analisa *power link budget* dihitung dengan cara menjumlahkan parameter redaman (redaman kabel, redaman sambungan dan redaman konektor) atau $\sum loss$ dan dijumlahkan dengan nilai margin yang distandarkan ITU-T sebesar 3,0 dB. Hasil perhitungan *power link budget* dapat dilihat pada tabel 4.11 untuk *core* 1 panjang serat 91,7349 m dengan redaman total pengukuran sebesar 20,456 dB dan P_{Rx} adalah -23,972 dBm, dapat dinyatakan dalam daya sebesar 4,100 μW . Kemudian nilai perhitungan ini dibandingkan dengan nilai standart pada penerima PT. Telkom sebesar -27 dBm dan rekomendasi standart ITU-T sebesar -28 dBm

Analisis Redaman Serat Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT.Telkom Sofifi

dapat dilihat pada gambar 4.6 grafik perbandingan P_{Rx} pada link Sofifi-Jailolo, maka dapat dikatakan bahwa pada sistem yang dibangun pada link Sofifi-Jailolo bekerja secara normal jika digunakan mentransmisi data.

Berdasarkan hasil perhitungan *power link budget* diperoleh hasil pada tabel 4.10 nilai perhitungan pada core 1, 2, 5, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, dan core 24 masih dibawah nilai Rx standarnya, yang artinya sistem transmisi link Sofifi-Jailolo memiliki kinerja yang baik dan layak untuk digunakan secara normal sebagai media transmisi data. Ada beberapa core yang tidak dapat di hitung *power link budgetnya* yang dimana terdapat pada core 3, 4, 7, 10, 12 dan core 22, sehingga dari beberapa core ini tidak dapat digunakan sebagai media transmisi data.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis redaman serat optik terhadap kinerja sistem komunikasi serat optik dengan metode *power link budget*, maka dapat disimpulkan:

- 1) Sistem komunikasi serat optik pada link Sofifi-Jailolo memiliki jumlah sambungan sebanyak 30 dengan nilai redaman rata-rata berbeda dan konektor yang digunakan adalah konektor tipe UPC dengan nilai redaman 0,25 dB, jarak yang di jangkau kabel serat optik 92,2329 m atau 92,2 km.
- 2) Untuk pengukuran ada dua alat ukur yang digunakan yaitu OTDR (*optical time domain reflectometer*) dan OPM (*optical power meter*). OTDR merupakan alat ukur redaman pada suatu link, dari alat ukur ini dapat diketahui titik kejadian pada serat optik. Sedangkan pada OPM merupakan alat ukur daya, dari alat ukur ini dapat diketahui kondisi fisik serat optik dapat dilihat dari daya input yang dipancarkan pada *light source*.
- 3) Hasil pengukuran menggunakan OTDR terdapat 22 core dengan nilai redaman total dan redaman perkilometer yang terjadi pada sistem komunikasi serat optik link Sofifi-Jailolo. Dari hasil pengukuran OTDR kemudian dibandingkan dengan standart PT. Telkom dan ITU-T dapat dikatakan hasil pengukuran masih dibawah standart.
- 4) Hasil pengukuran menggunakan OPM terdapat 16 core dengan nilai daya yang diterima berbeda-beda, kemudian nilai ini dibandingkan dengan perhitungan dan standart PT. Telkom dan rekomendasi ITU-T, berdasarkan hasil pengukuran dapat dikatakan bahwa redaman perkilometer untuk perhitungan masih dibawah standart.

- 5) Perhitungan nilai redaman *power link budget* digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu jaringan dalam segi daya yang diterima OPM. Nilai perhitungan *power link budget* ini akan diuji dengan standart kelayakan -27 dBm untuk PT. Telkom dan -28 dBm untuk rekomendasi ITU-T. Dari pengujian kelayakan tersebut didapatkan bahwa nilai perhitungan *power link budget* masih dibawah standart PT. Telkom -27 dBm dan rekomendasi ITU-T -28 dBm, artinya daya yang dipancarkan dapat diterima oleh sistem dengan baik.
- 6) Redaman total pada sistem komunikasi serat optik, baik itu redaman kabel, redaman sambungan, dan redaman konektor akan mempengaruhi nilai dari daya yang diterima, sehingga semakin tinggi nilai redaman maka nilai daya yang akan diterima semakin kecil.

REFERENSI

- [1] I. Ristika, R. Barani, S. N. Sari, J. Teknik, E. Fakultas, and T. Universitas, "Pengaruh rugi-rugi macrobending terhadap kinerja plastic optical fiber jenis step index multimode," *J. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Brawijaya*, no. Ld, pp. 1–6, 2013.
- [2] F. Jepri Vovriyanto, Poernomo Trisapto, "Studi Kasus Rugi-Rugi Serat Optik dan Analisis Daya dengan Metode Link Budget Pada Jaringan Serat Optik STO Ahmad Yani," *J. Reka Elektron.*, vol. 1, no. 4, pp. 386–397, 2013.
- [3] D. F. Ilham Sudrajat, Yasdinul Huda, "Analisis Redaman Serat Optik Terhadap Performansi SKSO Menggunakan Metode Link Power Budget (studi kasus pada link padang-bukittinggi di PT. Telkom Padang)," *Progr. Sudi Pendidik. Tek. Elektron. Fak. Tek. Univ. Negri Padang*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [4] M. S. M. Metha Martina Herdiani, Akhmad Hambali, "Perencanaan Dan Implementasi Power Meter Optik Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 dengan Tampilan di Android," *Tek. Telekomun. Fak. Tek. Elektro, Univ. Telkom*, 2014.
- [5] A. Hanafiah, "Teknologi serat optik," *Staf Pengajar Dep. Tek. Elektro. Fak. Tek. USU*, pp. 87–91, 2013.
- [6] F. G. Praja, D. W. I. Aryanta, and L. Lidyawati, "Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah," vol. 1, no. 1, pp. 42–51, 2013.
- [7] M. M. Fajri Fitrianto, Darjat ST, "Pengukuran Kabel Serat Optik Dengan OTDR Beserta Power Kalkulasi Redamannya Untuk Wilayah Pekalongan," *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, pp. 1–7, 2013.