

# Analisis Rugi-Rugi Sambungan Serat Optik *Singlemode* Jenis *Aerial* pada Perangkat *Passive Splitter*

Aprinal Adila Asril<sup>1</sup>, Amelia Yolanda<sup>2</sup>, Lifwarda<sup>3</sup>, Dwi Kemala Putri<sup>4</sup>, dan Asrial<sup>5</sup>  
Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang  
Jl. Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, telp. 0811 753 2015  
e-mail: aprinal69@gmail.com

## Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan nilai redaman pada kabel optik *single mode* jenis *aerial* dengan *pigtail*. Melakukan beberapa jenis penyambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm dan 6 cm, dengan satu dan dua sambungan serta menggunakan konektor adapter barrel. Bagaimana pengaruh penyambungan terhadap pemasangan perangkat *passive splitter* 1:2. Alat ukur yang digunakan untuk proses pengukuran adalah OPM dan OTDR. Nilai redaman kabel optik *single mode* jenis *aerial* lebih kecil dibandingkan dengan kabel *pigtail*. Hasil pengukuran menggunakan OPM pada panjang gelombang 1310 nm, penyambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm satu sambungan didapatkan nilai redaman 0,18525 dB nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan kabel *pigtail* yaitu 1,27286 dB. Pada pemasangan *passive splitter* nilai redaman pada kabel *aerial* lebih kecil yaitu 0,20819 dB dibandingkan pada kabel *pigtail* yaitu 4,3281. Hasil pengukuran menggunakan OTDR didapatkan nilai loss sambungan pada jenis penyambungan menggunakan *protection sleeve* 6 cm satu sambungan lebih kecil dengan nilai 0,155 dB, dibandingkan dengan jenis penyambungan menggunakan adapter barrel dengan nilai 12,216 dB.

**Kata kunci:** *Aerial*, *Single Mode*, *Redaman*, *OPM*, *OTDR*.

## Abstract

In this study, a comparison of the attenuation value of *single mode aerial* cable with *pigtail* is made. Perform several types of connections using a 4 cm and 6 cm *protection sleeve*, with one and two connections and use a barrel adapter connector. How does the connection affect the installation of a 1:2 *passive splitter* device. The measuring instruments used for the measurement process are OPM and OTDR. The attenuation value of *aerial single mode optical* cable is smaller than that of *pigtail* cable. The measurement results using OPM at a wavelength of 1310 nm, connection using a 4 cm *protection sleeve*, one connection, the attenuation value is 0.18525 dB, this value is smaller than the *pigtail* cable, which is 1.27286 dB. In the installation of a *passive splitter*, the attenuation value on the *aerial* cable is smaller, namely 0.20819 dB compared to the *pigtail* cable, which is 4.3281. The measurement results using the OTDR obtained the connection loss value for the connection type using a 6 cm *protection sleeve*, one connection is smaller with a value of 0.155 dB, compared to the connection type using an adapter barrel with a value of 12,216 dB.

**Keywords:** *Aerial*, *Single Mode*, *Attenuation*, *OPM*, *OTDR*.

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya kebutuhan akan komunikasi data, terutama sistem komunikasi serat optik yang pada akhir-akhir ini berkembang pesat mendorong untuk membuat dan mengembangkan berbagai metode dan teknologi yang dapat digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan dalam kapasitas besar dan kecepatan tinggi dari sistem tersebut. Seiring dengan peningkatan dan pengembangan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi data, maka juga sering terjadi faktor hilangnya informasi yang diakibatkan oleh rugi-rugi yang disepanjang kabel serat optik, salah satu rugi-rugi tersebut adalah rugi daya yang diakibatkan oleh redaman di sepanjang kabel serat optik, yang mengakibatkan perubahan daya dari pemancar optik (*transmitter*) hingga mencapai di penerima optik[1].

Penulis melakukan penelitian dengan menggunakan beberapa jenis penyambungan untuk melihat pengaruh redaman dari setiap penyambungannya. Jenis penyambungan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu

Putri Azizah [1] dan Tiara Audina pada tahun 2020 dengan judul “Merancang Pengaruh Passive Splitter dalam Sistem Redaman Transmisi dari Rugi-rugi Sambungan pada Kabel Optik Single Mode Jenis Pigtail”[2] yang mana dalam penelitian tersebut penulis mengganti media transmisi (jenis kabel) yang digunakan dari jenis kabel optik single mode jenis pigtail menjadi kabel optik single mode jenis aerial pada panjang kabel yang awalnya 10 m jenis kabel optik single mode jenis pigtail menjadi jenis kabel single mode jenis aerial dengan panjang 150 m.

Redaman transmisi pada kabel optik dengan faktor rugi-rugi pengaruh sambungan kabel telah diteliti sebelumnya, dimana dari hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat salah satu contoh data bahwa redaman pada kabel optik jenis pigtail 10 meter yang disambung ada kenaikan dengan pemasangan perangkat *passive splitter* dari pada kabel optik tanpa sambungan seperti dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 hasil penelitian sebelumnya, dimana dalam penelitian menggunakan jenis kabel optik single mode jenis pigtail[1].

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tanpa Sambungan

$\lambda$	Pin (watt)	Pout (dBm)	Pout		Redaman / $\alpha$ (dB)
			$\mu$ W	Watt	
850	0,001	-6,36	230,2	0,0002302	0,63789
1300	0,001	-12,11	61,47	0,0000614	1,21133
1310	0,001	-12,15	61,16	0,0000611	1,21353
1490	0,001	-12,59	55,25	0,0000552	1,25766
1550	0,001	-12,51	55,75	0,0000557	1,25375
1625	0,001	-12,74	53,22	0,0000532	127392

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sambungan dengan *Sleeve Protection* 6 cm Satu Sambungan

$\lambda$	Pout (watt)	Pin (dBm)	Pout		Redaman / $\alpha$ (dB)
			$\mu$ W	Watt	
850	0,001	-27,3	1,98	0,00000198	2,703
1300	0,001	-32,04	0,7184	$7,184 \times 10^{-7}$	3,143
1310	0,001	-31,59	0,7055	$7,055 \times 10^{-7}$	3,151
1490	0,001	-32,78	0,5042	$5,042 \times 10^{-7}$	3,297
1550	0,001	-33,32	0,4721	$4,721 \times 10^{-7}$	3,325
1625	0,001	-33,61	0,4373	$4,373 \times 10^{-7}$	3,359

Dalam tabel 1 dan 2 dapat lihat sebagai salah contoh pada panjang gelombang 850 nm nilai redaman dengan menggunakan jenis optik pigtail pakai sambungan menggunakan *Sleeve Protection* 6 cm ada kenaikan dari 0,63789 menjadi 2,703, kenaikan ini sebabkan karena ada penambahan dari redaman perangkat *passive splitter*, oleh karena dalam penelitian ini penulis ingin memperkecil nilai redaman transmisi tersebut sehingga data sinyal informasi yang dikirim sampai dipenerima sangat baik dengan mengganti jenis kabel transmisi *optik Single Mode Jenis Aerial*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai redaman :

$$\alpha(dB) = \frac{10}{L} \log \left( \frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \quad (1)$$

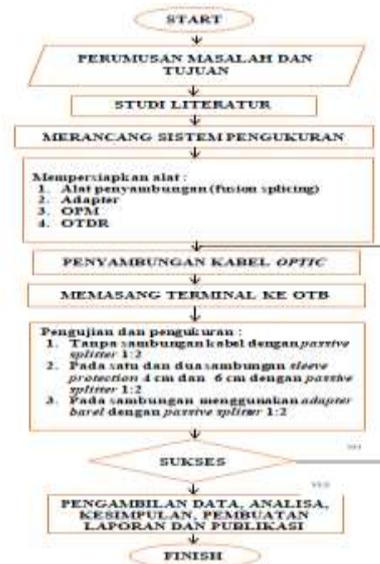
Berdasarkan dari permasalahan di atas, maka penulis memperkecil nilai redaman transmisi dengan cara mengganti jenis kabel transmisi yang standar digunakan oleh PT. Telkom yaitu kabel optik *Single Mode Jenis Aerial*, pengukuran redaman ini dilakukan dengan menggunakan beberapa metoda penyambungan dan akan dilakukan pengkajian dalam menganalisis pengaruh terhadap penggantian jenis kabel terhadap pemasangan perangkat *passive splitter* dengan beberapa metode penyambungan yang dilakukan pada media transmisi kabel optik.

Pada penelitian ini sistem pengukuran yang dilakukan sama dengan yang sebelumnya yaitu menggunakan alat ukur *Optical Power Meter* (OPM) dan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR).

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Alur Penelitian

Pada proses perancangan penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang terdiri dari diagram alur penelitian yang dapat ditunjukkan pada gambar 1 sehingga terbentuklah sebuah sistem yang menjadi sebuah tujuan, kemudian data hasil kerja yang didapatkan di analisa sehingga bisa ditarik sebuah kesimpulan.



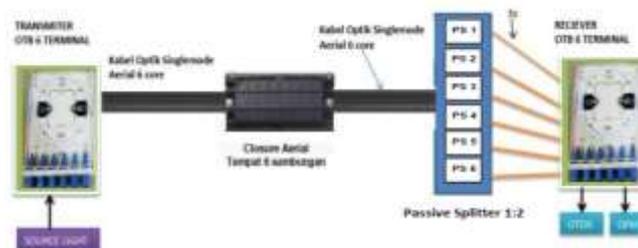
Gambar 1. Alur Penelitian

#### 2.1.1. Studi Literatur

Dalam tahap ini dilakukan kegiatan pembahasan literatur dari suatu penelitian yaitu Merancang Sistem Redaman Transmisi pada Kabel Serat Optik *Single Mode* Jenis *Aerial* terhadap Rugi-Rugi Sambungan Pada Perangkat *Passive Splitter*, dimana penulis mengumpulkan data-data serta mempelajari teori dasar yang relevan dari berbagai sumber seperti buku, internet, nara sumber dan penelitian yang telah dilakukan yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis.

#### 2.1.2. Desain Rancangan

Dalam tahap ini kegiatan yang dilakukan penulis adalah membuat sebuah desain rancangan dalam untuk pengukuran redaman transmisi kabel optik seperti gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Rancangan pengukuran Redaman Transmisi Kabel Serat Optik *Single Mode* Jenis *Aerial* menggunakan *Passive Splitter*

#### 2.1.3. Pengujian dan Pengukuran

Pada tahap ini penulis melakukan tahap pengujian dan pengukuran redaman setiap kabel hasil sambungan yang dilakukan sesuai dengan rancangan.

#### 2.1.4. Analisa, Penarikan Kesimpulan, dan Pembuatan Laporan

Merupakan tahap akhir dalam proses pembuatan penelitian yaitu setelah semua data pengujian terkumpul kemudian penulis akan melakukan analisa data tersebut, selanjutnya menarik kesimpulan sebagai bahan penyusun laporan.

#### 2.1.5 Bahan dan Alat Penelitian

Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen-komponen untuk dapat menunjang sistem kerja alat yaitu kabel optik *Single Mode* jenis *Aerial* 100 m, alkohol 95%, kain majun, *protection sleeve*, *tissues*, *adapter*, OTB, *fusion splicer*, *passive splitter*, OPM, OTDR, Obeng, tang potong dan *tube cutter*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Pengukuran

##### 3.1.1. Hasil Pengukuran menggunakan Alat Ukur OPM

Pada proses pengukuran ini akan diamati daya yang dihasilkan oleh sumber input (*source light*) yang dikirim ke penerima (*receiver*) sebesar 10 mW. Hasil pengukuran daya sambungan kabel optik *single mode* jenis *Aerial* 100 m dengan panjang gelombang kabel yang digunakan 1310 nm menggunakan alat *Optical Power Meter* (OPM).

Berikut hasil pengukuran daya dengan alat ukur *Optical Power Meter* (OPM) pada kabel optik *Single Mode* jenis *Aerial* 150 m dengan panjang gelombang kabel 1310 nm :

Tabel 3. Kabel *Optic Single Mode* Jenis *Aerial* 150 m

Jenis Penyambungan	Pin (watt)	Redaman / $\alpha$ (dB) tanpa <i>Passive Splitter</i>	Redaman / $\alpha$ (dB) dengan <i>Passive Splitter</i>
1	0,001	0,1640281411	0,21980351692
2	0,001	0,1852564452	0,20819060753
3	0,001	0,2301893919	0,26852289761
4	0,001	0,1911613434	0,21555760758
5	0,001	0,2414643785	0,26006735737
6	0,001	0,2183433941	0,22694488153

Keterangan :

1. Hasil pengukuran Tanpa Sambungan dengan *passive splitter*
2. Hasil pengukuran Sambungan *sleeve protection* 4 cm satu sambungan dengan *passive splitter*.
3. Hasil pengukuran Sambungan *sleeve protection* 4 cm dua sambungan dengan *passive splitter*.
4. Hasil pengukuran Sambungan *sleeve protection* 6 cm satu sambungan dengan *passive splitter*.
5. Hasil pengukuran Sambungan *sleeve protection* 6 cm dua sambungan dengan *passive splitter*.
6. Hasil pengukuran menggunakan *Adapter Barrel* dengan *passive splitter*.

Pada tabel 4 berikut adalah hasil pengukuran penelitian sebelumnya yang telah dibuat menggunakan jenis kabel *single mode pigtail* 10 meter.

Tabel 4. Kabel *Optic Single Mode* Jenis *Pigtail* 10 m [5]

Jenis Penyambungan	Pin (watt)	Redaman / $\alpha$ (dB) tanpa <i>Passive Splitter</i>	Redaman / $\alpha$ (dB) dengan <i>Passive Splitter</i>
1	0,001	1,21353252	3,15150298
2	0,001	1,27286558	4,32817944
3	0,001	1,95039439	5,84710040
4	0,001	1,23306691	1,89414932
5	0,001	1,25523776	4,26816958
6	0,001	1,29542055	4,81417464

Pada langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan nilai redaman pada kabel *aerial* dengan menggunakan rumus redaman. Untuk perhitungan nilai redaman pada panjang gelombang 1310 nm dengan *passive splitter* salah satu contohnya pada satu sambungan :

Redaman dengan Sambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm satu sambungan

Diketahui : Pin = 1 mW ; Pout = 0,7536  $\mu$ W ; L = 150 m

Ditanya : ?

Jawab :

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

$$\alpha = \frac{10}{150} \log \left( \frac{1 \text{ mW}}{0,7536 \mu\text{W}} \right)$$

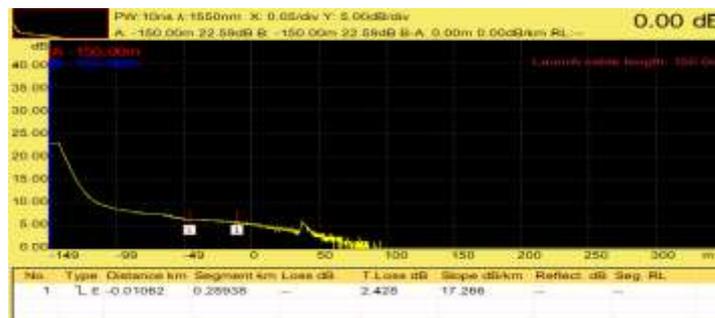
$$\alpha = \frac{10}{150} \log \left( \frac{1 \times 10^{-3} \text{ W}}{0,7536 \times 10^{-6} \text{ W}} \right)$$

$$\alpha = 0,20819060753 \text{ dB}$$

### 3.1.2. Hasil Pengukuran Loss dengan OTDR

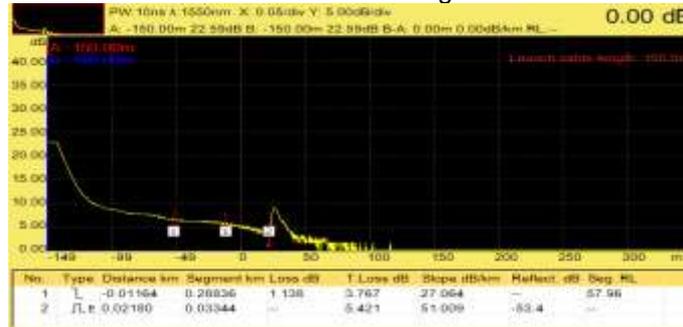
Pengukuran dilakukan menggunakan perangkat *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)* pada kabel serat optik *single mode aerial* sepanjang 150 m, dari pengukuran yang telah dilakukan didapat parameter pengukuran yaitu *Distance*, *Loss*, *T.Loss*. pada pembahasan ini akan dilakukan pengukuran terhadap beberapa penyambungan sebagai berikut :

- 1) Tanpa Sambungan



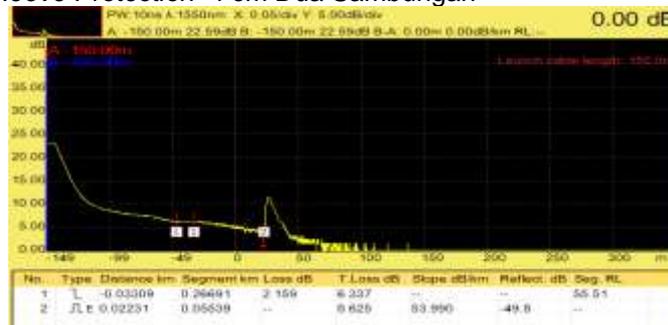
Gambar 3. Pengujian OTDR Tanpa Sambungan

2) Sambungan Sleeve Protection 4 cm Satu Sambungan



Gambar 4. Pengujian OTDR dengan Sleeve Protection 4 cm Satu Sambungan

3) Sambungan Sleeve Protection 4 cm Dua Sambungan



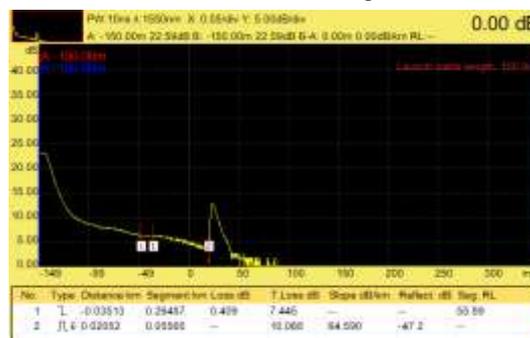
Gambar 5. Pengujian OTDR dengan Sleeve Protection 4 cm Dua Sambungan

4) Sambungan Sleeve Protection 6 cm Satu Sambungan



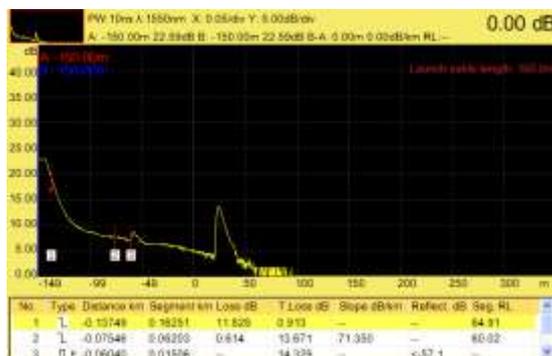
Gambar 6. Pengujian OTDR dengan Sleeve Protection 6 cm Satu Sambungan

5) Sambungan Sleeve Protection 6 cm Dua Sambungan



Gambar 7 Pengujian OTDR dengan Sleeve Protection 6 cm Dua Sambungan

## 6) Sambungan menggunakan Adapter Barrel



Gambar 8 Pengujian OTDR menggunakan Adapter Barrel

## 3.2. Analisa

### 3.2.1. Analisa Pengukuran menggunakan alat ukur *Optical Power meter* (OPM)

Pengukuran daya pada sistem komunikasi serat optik dilakukan menggunakan *optical power meter*, tingkatan daya dapat ditampilkan dalam satuan  $\mu\text{W}$  atau desibel. Pada penelitian ini OTB Tx (Pemancar) A akan dimasukan daya *input* dari light source sebesar 1 mW dan melihat daya *output* yang diterima menggunakan alat ukur OPM pada OTB Rx B.

Dalam analisa berikut peneliti akan membandingkan hasil penelitian yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan jenis *single mode pigtail* 10 m seperti terlihat hasil pengukuran tabel 4. dengan hasil penelitian yang penulis kembangkan dengan mengganti jenis kabel optic yang digunakan dengan jenis kabel optik *single mode aerial* dengan panjang kabel 150 m panjang gelombang kabel *aerial* sesuai standar panjang gelombang yang digunakan yaitu 1310 nm hasilnya pengukurannya terlihat dalam tabel 3.

Dari hasil pengukuran antara tabel 3 dan 4 terlihat bahwa nilai redaman dengan menggunakan jenis kabel *single mode aerial* jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan jenis kabel *single mode pigtail*. Pada penyambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm satu sambungan didapatkan nilai redaman 0,1852564452 dB nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan kabel *pigtail* yaitu 1,27286558 dB. Pada jenis penyambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm satu sambungan dengan pemasangan *passive splitter* nilai redaman pada kabel *aerial* lebih kecil yaitu 0,20819060753 dB dibandingkan pada kabel *pigtail* yaitu 4,32817944 selisih nilai redaman cukup besar yaitu sebesar 4,11 dB. Hal ini juga berlaku untuk jenis penyambungan yang lainnya, karena semakin banyak penyambungan yang dilakukan maka nilai redaman juga akan semakin bertambah. Dimana selisih nilai redamannya yang cukup besar ini disebabkan karena biasanya kabel optik *single mode pigtail* tidak pernah digunakan untuk transmisi sinyal informasi dengan jarak jauh, biasanya jenis kabel optik *pigtail* digunakan untuk kabel *patch cord* untuk menghubungkan antar perangkat atau ke koneksi telekomunikasi, untuk transmisi menggunakan kebel optik jarak jauh PT Telkom menggunakan jenis kabel *single mode aerial* karena mempunyai nilai redaman transmisi jauh lebih kecil seperti hasil pengukuran peneliti lakukan.

Pengukuran yang kedua yaitu menggunakan alat ukur OTDR, OTDR adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan gambaran visual dari redaman *fiber optic* sepanjang *link* yang ditampilkan pada sebuah layar dengan jarak digambarkan pada sumbu 'X' dan daya pada sumbu 'Y'. Tujuan dari pengukuran menggunakan OTDR adalah untuk mengukur redaman, mengukur *loss* sambungan (*splice*), mengukur *loss* antar dua titik, mengukur jarak kabel dan melokalisir gangguan.

Untuk nilai redaman dengan jenis penyambungan satu dan dua sambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm dan 6 cm, nilai *loss* sambungan dengan *protection sleeve* 6 cm lebih kecil yaitu 0,155 dB dan 0,409 dB dapat dilihat pada gambar 6 dan pada gambar 7, dibandingkan dengan *protection sleeve* 4 cm yaitu 0,319 dB dan 0,414 dB dapat dilihat pada gambar 4 dan pada gambar 5.

Nilai redaman sambungan tersebut disebabkan karena ukuran panjang protection sleeve yang digunakan sangat menentukan dan juga proses penyambungan menggunakan alat sambung (*splicer*). Nilai redaman sambungan jauh lebih tinggi dengan jenis penyambungan menggunakan *adapter barrel* dengan dengan *loss* sambungan 12.216 dB dan *total loss* yaitu 14,329 dB hal ini disebabkan karena proses pemasangan *adapter barrel* dan pemasangan konektor SC dilakukan secara manual yang menyebabkan nilai redaman sambungan menjadi lebih besar, tapi nilai *total loss* redaman pada *adapter barrel* masih dibawah standar ITU dari PT Telkom sebesar maksimal redaman masih dibolehkan untuk tranmisi serat optik di bawah 28 dB

Dari hasil pengukuran dengan OTDR ini juga akan mempengaruhi nilai total redaman dalam satu *link* transmisi kabel serat optik.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pengukuran dan analisa data-data yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

Pengukuran menggunakan alat ukur OPM pada panjang gelombang 1310 nm penyambungan menggunakan *protection sleeve* 4 cm satu sambungan didapatkan nilai redaman 0,185256 dB nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan kabel *pigtail* yaitu 1,27286 dB, dengan pemasangan *passive splitter* nilai redaman pada kabel *aerial* lebih kecil yaitu 0,20819 dB dibandingkan pada kabel *pigtail* yaitu 4,32817. Pengukuran nilai redaman menggunakan kabel optik *single mode aerial* rata-rata nilai redamannya jauh lebih kecil dibandingkan dengan *kabel optik single mode pigtail*. Pengukuran menggunakan alat ukur OTDR didapatkan nilai *loss* sambungan pada jenis penyambungan menggunakan *protection sleeve* 6 cm satu sambungan lebih kecil dengan nilai 0,155 dB, dibandingkan dengan jenis penyambungan menggunakan *adapter barrel* dengan nilai 0,614dB. Pengukuran dengan OTDR ini juga akan mempengaruhi nilai total redaman dalam satu *link* transmisi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Herwita, P. A., & Asril, A. A. (2019). *Merancang Sistem Pengukuran Redaman Transmisi Kabel Optik Single Mode Jenis Pigtail*. Elektron Jurnal Ilmiah, 2, 56-62.
- [2] Asril, A. A., & Markis, L. (2016). *Sistem Komunikasi Serat Optik Semester V*. Padang, Sumatera Barat: Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang.(n.d.).
- [3] Aprinal A.A, Popy M, Yustini, Putri A.H" Merancang Sistem Pengukuran Redaman Transmisi Kabel Optik Single Mode Jenis Pigtail "Elektron Jurnal Ilmiah Sinta4 11 (Vol 2), 56-62
- [4] Hadria O, Aprinal A.A, S Khairunnisa" Perancangan Sistem Pengukuran Redaman Transmisi Pada Kabel Optik Single Mode Dan Multi Mode Akibat Tekukan Dengan Faktor Jari-Jari Menggunakan Alat Ukur OPM Dan OTDR",Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa 15 (1), 27-38
- [5] Tiara Audina, Merancang Pengaruh Passive Splitter dalam Sistem Redaman Transmisi dari Rugi-rugi Sambungan pada Kabel Optik Single Mode Jenis Pigtail, 2020, Tugas Akhir
- [6] E. K. Wadhana, I. H. Setijono, and M. Sc, "Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode Optical Link," pp. 1–11.
- [7] R.E.N.P.Iswan Umaternate1, M. Zen Saifuddin2, Hidayat Saman, "Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer ( OTDR ) pada," vol. 0, no. 1, pp. 26–34, 2016.
- [8] I. Umaternate and Z. Mabud, "Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Metode Power Link Budget pada Link Sofifi-Jailolo di PT . Telkom Sofifi," vol. 04, no. 1, pp. 20–29, 2017.
- [9] E. K.Wadhana ,H. Setijono, M.Sc," Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode Optical Link Power Budget", Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya
- [10] R.Wartapane, N/ Aminah, " Pengujian, Pengukuran, Dan Analisis Nilai Redaman Akibat Pengkopelan (Coupling) Serat Optik Pada Saluran Transmisi Optiki" pp.153-158, 2017
- [11] F.G.Praja , D. Aryanta, L.Lidyawati, " Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah", Itenas,Vol.1 ,No.1,pp 42-51, 2013.
- [12] I.Lesmana1, Dasril, D. Suryadi3," Analisis Pengukuran Redaman Kabel Serat Optik Antara Sto Pemangkat – STO Tebas Menggunakan OTDR EXFO FTB-200", Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

- [13] J.A. Rahman, Hafidudin, H. priatna , " Perancangan jaringan akses fiber to the home (ftth) dengan teknologi gigabit-capable passive optical network (gpon) di daerah sarirasa 3 kelurahan ledeng kecamatan cicadap sarijadi bandung dalam proyek tito di pt. inti", vol.3, No.3, pp 1075-1089, 2017.