

ANALISIS PERFORMANSI JARINGAN *FIBER OPTIC* PADA PENYAMBUNGAN *SINGLE-MODE* KE *MULTI-MODE PROVIDER XL* Menggunakan Perangkat *Temporary*

Rhendy Theopilus Silalahi¹⁾, Linna Oktaviana Sari²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. H. R. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293

Emai: Rhendy.theopilus@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Fiber optic network (FO) is currently one of the telecommunications network transmissions widely used by operators to meet the needs of telecommunication services. FO is able to transmit data quickly. This is because the FO has a large bandwidth and has a small attenuation. Behind the advantages, the FO also has a disadvantage, namely the FO transmission does not always meet the damping standards provided by the operator. Such as fiber optic attenuation (attenuation loss), splice loss, connector attenuation (connector loss), bending loss, coupling loss and other attenuation. In general, operators use the single mode – single mode (SM) FO connection method. This research uses single mode – multi mode method. This research can help operators in performing maintenance and troubleshooting by analyzing power link budget on single mode – multi mode (MM) FO connection to improve FO network performance, so that operators can compete with other telecommunications service providers.

Keywords : Power link budget, loss, single-mode, multy-mode, fiber optic

I. PENDAHULUAN

Di daerah perkotaan besar seperti Pekanbaru, tatanan penyedia jaringan telekomunikasi dibidang *fiber optic* sudah menyebar keseluruh perkotaan. Dan media transmisi telekomunikasi yang digunakan oleh perusahaan PT. PMT Pekanbaru salah satunya adalah *fiber optic*. Penggunaan *fiber optic* di Pekanbaru adalah pilihan yang memungkinkan. Meninjau dari banyaknya gedung tinggi dan bangunan yang rapat di beberapa ruas kota. Selain itu dikarenakan permintaan dari pengguna akan konektivitas yang cepat dan stabil. Hanya *fiber optic* yang mampu memenuhi permintaan ini.

Dibalik kelebihan *fiber optic* bukan berarti kinerja dari sistem komunikasinya sudah sempurna. Sampai saat ini penyedia dari sistem

komunikasi serat *optic* terus melakukan peningkatan performansi pada setiap perangkat dan transmisinya. Peningkatan performansi yang biasa dilakukan pada saat *splicing*, bahan dari *core* ke *core* tidak tersambung dengan baik sehingga cahaya yang ditembakkan dari terminal tidak terpancar dengan baik yang kita kenal dengan *loss*.

Dengan banyaknya penyedia layanan telekomunikasi berbasis *fiber optic*, PT PMT selalu ingin memenuhi layanan konsumen sehingga mampu bersaing dengan penyedia layanan telekomunikasi lainnya.

Latar belakang PT. PMT ingin dilakukannya penelitian ini adalah untuk meningkatkan performansi jaringan *fiber optic* pada penyambungan *single-mode* ke *multy-mode*.

Selain itu untuk mengetahui *alternative backup* dengan mempertimbangkan material penyambungan *fiber optic single-mode* ke *multi-mode*.

Pada penelitian ini, akan dianalisa peningkatan performansi jaringan *fiber optic* pada penyambungan *single-mode* ke *multi-mode* Pada PT. PMT untuk *provider* XL menggunakan perangkat *temporary*. Metode yang dilakukan adalah *fusion splicing*, dengan dengan memfokuskan ke setiap perangkat *temporary* yang digunakan dalam proses *splicing*.

Tio Hanif Yanuary dan Lita Lidyawati, 2018 melakukan penelitian untuk menganalisa performa transmisi serat *optic*. Performa kabel serat *optic* harus selalu diperiksa untuk menjaga performa saat proses transmisi data. Salah satu cara yang digunakan untuk menguji performa kabel serat *optic* adalah menggunakan perangkat *Optical Time – Domain Reflectometer* (OTDR). Perangkat ini akan mengirimkan gelombang cahaya dari salah satu ujung kabel, kemudian kembali lagi saat mencapai ujung lain dari kabel serat *optic* tersebut dengan membawa beberapa parameter pengukuran terutama panjang fisik dan redaman dari suatu kabel serat *optic*. Pada pengujian performa kabel serat *optic* ini diperlukan tahap persiapan, instalasi, dan konfigurasi dari sebuah OTDR. Data yang dihasilkan dari pengujian berupa panjang fisik yang menunjukkan lokasi terjadinya redaman pada kabel serat *optic* sepanjang 64,402 Km.

Firdaus, Ferdyan Andhika Pradana, dan Eka Indarto, 2016. Penelitian ini menganalisa *power budget* jaringan *fiber optic* milik PT. Telkom Indonesia di Yogyakarta yang meliputi 5 STO (*Sentral Office*) dan 20 Pelanggan. STO Terdiri dari STO Kalasan, STO Godean, STO Kotabaru, STO Bantul, dan STO Pugeran. 20 Pelanggan tersebar di wilayah STO Kotabaru, STO Bantul dan STO Pugeran. Berdasar pengukuran di peroleh nilai redaman total antara STO hingga ke pelanggan masih kurang dari 28 dB. Hasil tersebut sesuai dengan standar tetapan PT. Telkom Indonesia. Nilai redaman kabel adalah 0,26 dB/Km masih sesuai dengan standart ITU (*International Telecommunication Union*) no. T-REC-G.651-199802-I. Jaringan ini mampu melayani pelanggan dengan kecepatan rata rata 8,23 Mbps untuk *download* dan 2,04 Mbps untuk *upload*.

Oktavianto Utomo Siswanto, 2015. Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang rugi-rugi serat *optic* menggunakan alat OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*). Adapun yang

diamati satu tipe serat *optic single-mode* dan dua sumber cahaya yang panjang gelombang berbeda. Hasil yang diperoleh dari OTDR berupa tampilan grafis nilai rugi-rugi terhadap jarak kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan (berdasarkan teori). Hasil secara keseluruhan berdasarkan hasil analisis rugi-rugi serat *optic* baik dari hasil percobaan penyebaran *rayleigh*, pengandengan, pembengkokan dan redaman pada konektor tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan. Hal ini disebabkan adanya faktor-faktor yang mempengaruhi rugi-rugi serat *optic* seperti kondisi kabel yang tidak layak dipakai, perbedaan serat yang disambung, ketidakseimbangan diameter inti dan luas permukaan serat pada pemancar. Analisis rugi-rugi serat *optic* dapat memperkirakan kemungkinan rugi-rugi yang terjadi pada serat *optic*.

Tias Syawala Putra, 2016. Penelitian ini membahas tentang Permasalahan utama dan yang paling sering terjadi dalam serat *optic* adalah hilangnya energi cahaya di dalam serat *optic*. Pada dasarnya hilangnya energi cahaya didalam serat *optic* disebabkan oleh dua hal : bahan inti serat *optic* (*core*) yang kotor dan cahaya dibelokan kearah yang salah. Salah satu penyebab arah cahaya kearah yang salah adalah akibat penyambungan kabel serat *optic* yang kurang baik. Dalam penelitian ini penulis mempelajari tentang teknik dan metode penyambungan kabel serat *optic* yang menghasilkan rugi-rugi kecil, yaitu penyambungan kabel serat *optic* secara fusi (*Fusion Splicing*).

Fazar Guntara Praja, Dwi Aryanta, Lita Lidyawati, 2013. serat *optic* merupakan media transmisi yang banyak digunakan untuk jaringan local. Pada serat *optic* untuk media transmisi terdapat beberapa macam rugi-rugi seperti rugi-rugi penyerapan, rugi-rugi pada inti dan *cladding*, rugi-rugi penyambungan dan rugi-rugi konektor. Pengujian jaringan dilakukan pada Panjang gelombang $\lambda = 1310$ nm dan $\lambda = 1550$ nm. Perancangan transmisi jaringan serat *optic* Telkomsel Regional Jawa Tengah terbentang diantara Kota Bawen - Payaman Yang terdiri dari empat link. Pengukuran dilakukan pada *power link budget* dan *rise time budget* dengan ketentuan standar KPI (*Key Performance Indicator*) Telkomsel yaitu untuk *power link budget* sebesar -4 dBm dan *rise time budget* 70 Ps. Hasil pengukuran *link* jaringan diperoleh nilai *power link budget* rata-rata sebesar -0,33 dBm dan *rise time budget* rata-rata sebesar 45,76 Ps, yang

mengindikasikan seluruh *link* yang telah dibangun memiliki kinerja yang baik dan sesuai dengan standar minimal yang diinginkan Telkomsel.

Ade Nurhayati, 2015. Penelitian tentang analisa dan penentuan redaman kabel serat *optic* yang digunakan dalam sistem telekomunikasi pada PT. Telkomsel telah dilakukan. Serat *optic* yang digunakan *Single Mode Step Indeks* tipe G.655. Transmisi cahaya di dalam serat *optic* mengalami redaman yang secara fisik disebabkan oleh *absorbs*, rugi-rugi pada serat *optic*, rugi-rugi penyambungan dan rugi-rugi penyambungan dan rugi-rugi pada konektor serta kerusakan fisik lainnya. Pengujian jaringan dilakukan pada panjang gelombang dan pada 1 jalur yang menghubungkan antara Telkom Kotamubagu sampai Upai. Alat bantu yang digunakan untuk pengambilan data adalah OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) dan perangkat jaringan transmisi yang berfungsi untuk mentransmisikan sinyal *optic*.

Metode yang digunakan adalah *link budget* yaitu untuk mengetahui kinerja dari sistem komunikasi kabel serat *optic* akibat dari redaman yang terjadi di sepanjang kabel. Dari hasil pengukuran menggunakan alat OTDR didapatkan bahwa redaman tertinggi berada pada jalur antara Telkom Kotamubagu sampai Upai pada jarak 16,19 Km jatuh pada *core* 2 dengan panjang gelombang dengan nilai redaman total 13,02 dB.

Redaman tersebut diakibatkan oleh ketidakmurnian bahwa penyusun serat *optic* ketika proses penyambungan (*splice*).

Sedangkan untuk jalur lainnya dalam keadaan normal yaitu berada dibawah standar ITU (*International Telecommunication Union*) no. T-REC-G.651-199802-I yaitu 0,35 dB/Km pada dan 0,25 dB/Km pada panjang gelombang yang mengindikasikan seluruh jalur *fiber optic* yang telah dibangun memiliki kinerja yang baik dan dalam keadaan normal sehingga dapat digunakan untuk beroperasi.

Sistem Komunikasi *Fiber Optic*

Sistem komunikasi *fiber optic* adalah pengiriman sinyal informasi dalam bentuk sinyal cahaya dari bagian pemancar ke penerima. Proses pengiriman sinyal informasi yang melalui *fiber optic* adalah menggunakan prinsip pemantulan sinyal *optic* yang berupa cahaya dengan panjang gelombang tertentu. (Lucia Jambola, 2016).

Jenis – Jenis Serat *Optic*

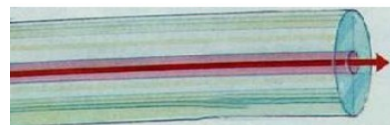
Jaringan *fiber optic* terdiri dari beberapa jenis serat, yang biasanya dapat dengan mudah diketahui dengan melihat *transmitter* (media transmisi data) yang digunakannya. Berikut ini jenis-jenis *fiber optic* :

Single Mode (SM)

Kabel jaringan *fiber optic* jenis *single mode* memiliki inti (*core*) yang relatif kecil, dengan diameter sekitar 0.00035 *inch* atau 9 *micron*. Jenis kabel *fiber optic* yang satu ini menggunakan *transmitter* laser semikonduktor yang mengirimkan sinar laser inframerah dengan panjang gelombang mencapai 1300-1550 nm. Disebut '*single mode*' karena penggunaan kabel *fiber optic* ini hanya memungkinkan terjadinya satu modus cahaya saja yang dapat tersebar melalui inti pada suatu waktu. Berikut ini ciri-ciri kabel *fiber optic single-mode*:

1. Diameter *core* yang lebih kecil dari claddingnya.
2. Diameter *core* 8 μm – 12 μm .
3. Cahaya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan serat sumbu *optic*.
4. Memiliki redaman yang kecil.
5. Memiliki *bandwidth* yang besar.
6. Digunakan untuk transmisi data dengan *bit rate* tinggi.

Berikut ini adalah gambar *fiber optic single mode (SM)*:



Gambar 1 *Fiber Optic Single-Mode*
Sumber : Indah Restyana, 2016

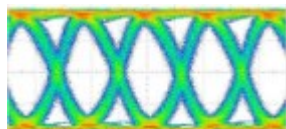
Multi Mode (MM)

Fiber optic Multi-mode merupakan jenis kabel *fiber optic* yang memiliki inti (*core*) yang lebih besar dibanding milik kabel *fiber optic* jenis *single-mode* yakni berdiameter sekitar 0.0025 *inch* atau 62.5 *micron*. Dengan ukuran yang lebih besar, maka penggunaan kabel *fiber optic* jenis ini memungkinkan ratusan modus cahaya tersebar melalui serat secara bersamaan. Kabel *fiber optic multi-mode* ini menggunakan LED sebagai media transmisinya, serta lebih ditujukan untuk kepentingan komersil. Berikut ini ciri-ciri kabel *fiber optic multi-mode*:

1. Diameter *core* 50 μm – 125 μm .

2. Penyambungan *core* lebih mudah karena ukuran *core* lebih besar dari *single mode*.
3. Memiliki redaman yang kecil.
4. Memiliki *bandwidth* yang kecil.
5. Digunakan untuk transmisi data dengan *bit rate* rendah.

Berikut ini adalah gambar *fiber optic* multi-mode :



Gambar 2 *Fiber Optic Multi-mode (MM)*

Sumber : J.P. Turkiewicz, 2017

Tabel 1 Nilai Redaman Standarisasi PT. XL

Jenis-jenis redaman yang terjadi	Redaman α (dB)
Redaman internal <i>single-mode</i>	0.3 dB/Km
Redaman internal <i>multi-mode</i>	0.215 dB/Km
Redaman konektor	0.5 dB
Redaman <i>splice</i>	0.15 dB/ <i>splice</i>
Jumlah konektor	2
Jumlah <i>splice</i>	1/2 Km
Redaman <i>bending</i>	0.15 / <i>bending</i>
Level Power	0.28 Db

Splicing loss

Berdasarkan tabel 1 maka untuk perhitungan redaman pada *splicing loss* yang digunakan PT. PMT pada *provider* XL dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$\alpha_2 = (\alpha_2 \times n_2) \quad (1)$$

Link Budget

Berdasarkan pada tabel 1, maka perhitungan total redaman *power link budget* pada *fiber optic* yang digunakan PT. PMT pada *provider* XL dapat dilakukam dengan menggunakan persamaan beriku ini :

$$L_t = (L \times \alpha) + (n_1 \times \alpha_1) + (n_2 \times \alpha_2) \quad (2)$$

Keterangan:

L_t = Total redaman (dB)

L = Jarak (Km)

α =Redaman *fiber optic* (dB/Km)

n_1 = Jumlah konektor

α_1 = Redaman konektor (dB)

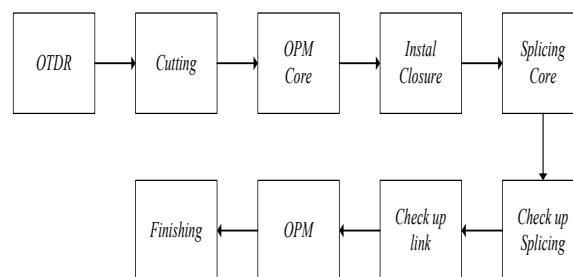
n_2 = Jumlah *splice* (dB)

α_2 = Redaman *splice* (dB)

(Indra Lesmana dkk, 2015)

II METODA PENELITIAN

Teknik penyambungan *fiber* optik dengan metode penyambungan fusi (*fusion splicing*) optik dilakukan dengan cara melakukan pemanasan pada ujung sambungan dan menggunakan lelehannya sebagai perekatnya sehingga terbentuk suatu sambungan *continuu*. Berikut ini gambar metode proses dilakukan *splicing fusion* dapat diliat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram metode *fusion splicing*

Metode lain yang digunakan untuk melihat kelayakan kualitas penyambungan *fiber* optik adalah metode perhitungan *link budget*. perhitungan total redaman *fiber* optik yang digunakan PT. PMT pada *provider* XL dapat dilakukam dengan menggunakan persamaan 2.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini diperoleh dua sumber data yang akan dianalisa, yakni data *existing Site* Sail – *Site* Tangkerang Timur Pekanbaru dan data peningkatan performansi pada jaringan *fiber optic* pada penyambungan *single-mode* ke *multy-mode* menggunakan perangkat *temporary*. Data analisis performansi pada jaringan *fiber optic* pada penyambungan *single-mode* ke *multy-mode* menggunakan perangkat *temporary* bisa dilihat pada tabel 2. Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran menggunakan OTDR dan OPM *Link site* Sail – *site* tangkerang Timur metode perhitungan data dapat diliat pada tabel 2 :

Tabel 2. Hasil OTDR Dan OPM Menggunakan Perangkat *Temporary* Menggunakan Metode SM-MM

Core	L (Km)	α (dB/Km)	SI (dB)	P(dB)
1	3,678	0,170	0	-15,215
2	3,678	0,171	0	-15,171
3	3,678	0,171	0	-14,999
4	3,678	0,202	0	-14,954
5	3,678	0,202	0	-15,032
6	3,678	0,202	0	-14,857

7	3,678	0,202	0	-14,889
8	3,678	0,181	0	-14,746
9	3,678	0,182	0	-14,691
10	3,678	0,182	0	-14,503
11	3,678	0,182	0	-14,680
12	3,678	0,222	0	-14,444
13	3,678	0,222	0	-14,411
14	3,678	0,222	0	-14,413
15	3,678	0,222	0	-14,447
16	3,678	0,226	0	-14,457

Keterangan

L = Panjang *fiber optic* (Km)

α = *attenuation loss* (dB/Km)

Sl = *Splicing loss* (dB)

P = *Power* (dB)

Conector loss = 1 dB

Keterangan

S = *Site Sail*

TT = *Site Tangkerang Timur*

IV KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian, dan analisis pada skripsi ini dapat diambil kesimpulan :

1. Jumlah *splicing* Mempengaruhi keluaran *power* yang diterima pada perangkat.
2. Nilai *Splicing* metode SM-MM 0 dB (*perfect splicing*) dapat mengurangi loss pada *link Site Sail – Site Tangkerang Timur*.
3. Metode SM - MM memiliki performansi yang mampu memenuhi standar PT. PMT dengan memiliki *link power budget* sebesar -15,215 dB pada *core* 1, -15,171 dB pada *core* 2, -14,999 dB pada *core* 3, -14,954 dB pada *core* 4, -15,032 dB pada *core* 5, -14,857 dB pada *core* 6, -14,889 dB pada *core* 7, -14,746 dB pada *core* 8, -14,691 dB pada *core* 9, -14,503 dB pada *core* 10, -14,680 dB pada *core* 11, -14,444 dB pada *core* 12, -14,411 dB pada *core* 13, -14,413 dB pada *core* 14, -14,447 dB pada *core* 15, -14,457 dB pada *core* 16

DAFTAR PUSTAKA

- Firdaus. Dkk. (2016). Performansi Jaringan Fiber Optik Dari Sentral *Office* Hingga ke Pelanggan di Yogyakarta. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Islam Riau.
- G, Sergio. Dkk. (2015). *Photonic Latern*. Jurnal. *Institute of Photonics and Optical Science*. Jurnal. *School of Physics, University of Sydney, Sydney, Australia*

- Hanif, Irfan. (2017). Analisis Penyambungan Kabel Fiber Optik Akses Dengan Kabel Fiber Optik *Backbone*. Jurnal. Teknik Informatika dan Komputer. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.

- Jambola, Lucia. (2016). Simulasi Anggaran daya Sistem Komunikasi Serat Optik Berbasis Matlab 7.5. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Institut Teknologi Nasional. Bandung.

- Khan, Faisal Nadeem dkk. (2016). *Optical Performancemonitoring For Fiber-Opticcommunication Networks*. Book chapter. *School of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Campus, Universiti SainsMalaysia, Penang, Malaysia*

- Lesmana, Indra. Dkk. (2015). Analisis Pengukuran Redaman Kabel Serat Optik Antara STO Pemangkat – STO Tebas Menggunakan OTDR EXFO FTB-200. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

- Noordegraaf, Danny. Dkk. (2009). *Efficient Multi-mode to Single-mode Coupling In a Photonic Latern*. Jurnal. *Technical University of Denmark. Denmark*.

- Nurhayati, Ade. (2015). Pengukuran Kualitas Transmisi Serat Optik PT. Telkomsel Pada Ruas Telkom Kota Mubagu-Upai. Akademik Telkom Jakarta.

- Olivero, Massimo. Dkk. (2017). *Single-Mode–Multimode–Single-Mode OpticalFiber Sensing Structure WithQuasi-Two-Mode Fibers*. Jurnal. IEEE.

- Praja, Fajar Guntara. (2013). Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Institut Teknologi Nasional. Bandung.

Putra, Tias Syawala. (2017). Analisa penyambungan Fiber Optik Dengan Metode *Fusion*. Jurnal. Jurusan Teknik Informatika dan Komputer. Politeknik Jakarta.

Elektro. Institut Teknologi Nasional Bandung.

Siswanto, Oktavianto Utomo. (2015). Analisis Perhitungan Rugi=Rugi Pada Serat Optik. Fakultas Teknik. Teknik Elektro. Universitas Diponogoro. Semarang.

Sulaiman, Nur Hidayah. Dkk. (2019). *An Experimental Analysis On The Performance Of Single-mode To Multimode Fiber Optic Sensor*. Jurnal. Fakulti Kejuruteraan Elektronik dan Kejuruteraan Komputer. *Universiti Teknikal* Malaysia Melaka.

Tang, Jieyuan. Dkk (2016). *Fabrication of Side-Polished Single Mode-Multimode-SingleModeFiber and Its Characteristics of Refractive Index Sensing*. Jurnal. IEEE.

Turkiewicz, J.P. Dkk (2017). *High Speed Transmission with 850 nm SM and MM VCSELs*. Jurnal. *Instytut Telekomunikacji, Poland*

Umaternate, Iswan. Dkk. (2016). Sistem Penyambungan Dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT. Telkom Kandatel Ternate. Jurnal. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Khairun. Ternate.

Wartapane, Rusdi. Dkk (2017). Pengujian, pengukuran dan Analisis Nilai Redaman Akibat Pengkopelan (*Coupling*) Serat Optik Pada Saluran Transmisi Optik. Jurnal. Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Yanuary, Tio Hanif. Dkk (2018). Analisis Link Budget Penyambungan serat Optik Menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer*. Jurnal. Jurusan Teknik