

Analisis *Troubleshooting* Pada *Fiber To The Home (FTTH)* Link STO Tanjung Morawa (TJR) Ke Perumahan Rivera Menggunakan *Power Link Budget*

Nur Rahman¹, Indra Roza², M. Zulfin³, Lisa Andriana⁴

^{1,2,4}Universitas Harapan Medan

Jln. Imam Bonjol No. 35 ^{1,3}, 20152, Indonesia

³Universitas Sumatera Utara

Jln. Dr. T. Mansyur No. 29 ³, 20155, Indonesia

e-mail: nurrahman0497@gmail.com¹, indraroz@gmail.com², mzulfin@gmail.com³, lisaandriana@gmail.com⁴

Abstrak— Jaringan yang dibangun oleh penyedia layanan telekomunikasi hampir semuanya ubah ke jaringan optik dikarenakan keunggulannya dibandingkan dengan jaringan kabel tembaga. Keunggulannya yaitu memiliki kapasitas *bandwidth* yang lebih besar, karena berbanding lurus dengan jumlah permintaan pelanggan yang semakin banyak serta teknologi komunikasi yang semakin berkembang. Instalasi dan perawatan jaringan yang baik sangat dibutuhkan demi menjaga kenyamanan pelanggan. Namun, apapun performa dan keunggulan dari fiber optik yang dijaga tidak akan menutup kemungkinan akan terjadinya gangguan (*trouble*) dalam proses transmisi. Dalam tulisan ini, dianalisis *Troubleshooting* pada jaringan FTTH STO Tanjung Morawa (TJR) ke Komplek Rivera Medan, penelitian dilakukan untuk memperoleh solusi dari gangguan yang terjadi pada sistem teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). Ditinjau dari besar anggaran daya berdasarkan teori dan standard ITU (*International Telecommunication Union*), dengan menggunakan alat ukur OPM (*Optical Power Meter*) dan *fusion splicer* sebagai alat penyambung kabel fiber optik dan menghitung rugi-rugi menggunakan *Power Link Budget*. Hasil pengukuran nilai total redaman menurut perhitungan secara teoritis, ialah sebesar 13,973 dB pada sisi *downlink* dan 14,2236 dB pada sisi *uplink* dan menurut hasil pengukuran ialah sebesar 15,0714 dB pada sisi *downlink* dan 15,6080 dB pada sisi *uplink*. Jadi sistem komunikasi serat optik *Fiber To The Home (FTTH)* ini dalam keadaan yang layak untuk di operasionalkan dikarenakan nilai redaman berada dibawah nilai redaman maksimum yang ditetapkan ITU-T G.984. Penerapan teknologi GPON terhadap besar *link budget* yaitu penambahan *passive splitter* yang menyumbangkan redaman $\pm 50\%$ dan mempengaruhi margindaya dari keseluruhan sehingga menyebabkan nilai *link budget* begitu besar.

Kata Kunci : Fiber Optik, *Troubleshooting*, *Fusion Splicer*, *Power Link Budget*

Abstract— Almost all of the networks built by telecommunications service providers have changed to optical networks because of their advantages compared to copper wired networks. The advantage is that it has a larger bandwidth capacity, because it is directly proportional to the increasing number of customer requests and the growing communication technology. Good network installation and maintenance is needed to maintain customer convenience. However, whatever the performance and advantages of optical fiber are maintained, it will not rule out the possibility of disturbances in the transmission process. In this research, *Troubleshooting* is analyzed on the FTTH STO Tanjung Morawa (TJR) network to the Rivera Medan Complex, research is carried out to prevent interference that occurs in a GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) technology system measured from the size of the power budget based on benchmarks from theory and standards of ITU (*International Telecommunication Union*), using OPM (*Optical Power Meter*) and *splicer* as a means of connecting fiber optic cables and calculating losses using *Power Link Budget*. The measurement results of the total attenuation value according to theoretical calculations are 13,973 dB on the *downlink* side and 14,2236 dB on the *uplink* side and according to the measurement results are 15,0714 dB on the *downlink* side and 15,6080 dB on the *uplink* side. So the *Fiber To The Home (FTTH)* optical fiber communication system is in a condition that is feasible to operate because the attenuation value is below the maximum attenuation value set by ITU-T G.984. The application of GPON technology to the *link budget* is the addition of a *passive splitter* that contributes $\pm 50\%$ attenuation and affects the overall power margin, causing the *link budget* to be so large.

Keywords : Fiber Optik, *Troubleshooting*, *Fusion Splicer*, *Power Link Budget*

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi khususnya dalam bidang telekomunikasi berdampak pada meningkatnya kebutuhan masyarakat modern akan pelayanan telekomunikasi yang praktis, mudah dan efisien. Sehingga dibutuhkan sarana komunikasi yang mampu melayani semua layanan. Kebutuhan layanan pada masa kini tidak hanya suara melainkan data dan video. yang memerlukan jaringan yang handal dan mampu memberikan peformansi terbaik.

PT. Telkom sendiri sesuai visi misinya membangun suatu jaringan akses sampai ke rumah-rumah yang di sebut *Fiber To The Home* (FTTH) menggunakan serat optik sebagai media transmisi. Serat optik sebagai media transmisi banyak digunakan dan dipercaya dapat memenuhi kebutuhan layanan saat ini dan pada masa mendatang. Serat optik merupakan media transmisi yang menggunakan media cahaya sebagai penyalur informasi (data) yang menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang semakin jauh sehingga memungkinkan pengiriman informasi ke seluruh pelanggan menjadi lebih cepat, handal dan baik.

Dalam pelaksanaannya, PT.Telkom merekomendasikan dan menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) untuk layanan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) karena memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan teknologi serat optik pasif lain. GPON yaitu suatu teknologi jaringan akses yang dikategorikan sebagai *broadband access* yang laju data *downstream*-nya dapat mencapai 2,5 Gbps dan untuk *upstream* 1,5 Gbps maka dari kapasitas laju data yang seperti ini dapat meng-*handle* layanan *full duplex selain itu* pada teknologi GPON ini petransmisi sinyal antara *upstream* (pelanggan ke sentral) dan *downstream* (sentral ke pelanggan) dengan menggunakan panjang gelombang yang berbeda karena proses *upstream* dan *downstream* ini dilakukan secara bersamaan pada satu inti kabel serat optik[1].

Selain itu dalam penelitian ini akan dianalisis perihwal kelayakan jaringan serat optik berdasarkan pada nilai redaman dan pengaruhnya terhadap daya yang di terima pada sisi penerima (pelanggan).

II. STUDI PUSTAKA

A. Umum

Serat optik merupakan media transmisi yang menggunakan media cahaya sebagai penyalur informasi (data) yang menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh.

Ukuran fiber optik sangat kecil dan halus (diameternya hanya 120 mikrometer), bahkan lebih kecil dari helaian rambut manusia. Komponen jaringan ini memiliki kecepatan transmisi yang tinggi dengan menggunakan pembiasan cahaya sebagai prinsip kerjanya. Sumber cahaya yang digunakan untuk proses transmisi adalah laser atau LED. Fiber optik atau serat optik menjadi salah satu komponen yang cukup populer dalam dunia telekomunikasi belakangan ini karena, kabel jaringan tersebut memiliki kecepatan akses yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai saluran komunikasi.

Dampak dari perkembangan tersebut adalah perubahan jaringan analog menjadi jaringan digital. Hal ini disebabkan meningkatnya kualitas dan kuantitas informasi yang dikirim, serta biaya operasi dan pemeliharaan yang lebih ekonomis. Sebagai sarana transmisi dalam jaringan digital serat optik berperan sebagai pemandu gelombang cahaya, Serat optik terbuat dari bahan gelas atau silika dengan ukuran sangat kecil dan ringan, dapat mengirimkan informasi dalam jumlah besar dengan rugi-rugi yang relatif rendah.

B. Struktur Serat Optik

Sebuah serat optik terdiri atas inti (*core*), kulit (*cladding*), pelindung (*coating*), kulit kabel (*cable jacket*). Elemen dasar serat optik adalah *cladding* dan *core*. Cahaya yang di salurkan merambat pada *core*, dimana pola rambatannya mengikuti pola cahaya masuk lalu cahaya dipantulkan oleh *cladding* disepanjang saluran.

C. Jenis-Jenis Serat Optik

Ditinjau dari profil *index bias* dan cara perambatan gelombang cahaya yang terjadi, maka jenis serat optik dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Serat optik *single mode step index*

Serat *single mode* mempunyai ukuran diameter *core* yang sangat kecil dan diameter *cladding* sebesar 125 μm . Cahayanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik. Serat optik *Single Mode Step-Index* digunakan dengan *bit rate* tinggi.

2. Serat Optik *Step-Index Multimode*

Serat Optik *Multimode Step-Index* memiliki *core* besar (50 μm) dan dilapisi *cladding* yang sangat tipis. Penyambungan kabel lebih mudah karena memiliki *core* yang besar terjadi dispersi. Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data *bit rate* rendah.

3. Serat Optik *Graded Index Multimode*

Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada *core* sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat. *Core* terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat *core* dan berangsur-angsur turun sampai ke batas *core-cladding*[2].

D. Sistem Transmisi Sinyal Pada Serat Optik

Sistem transmisi sinyal pada media serat optik adalah suatu konsep sistem yang mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik oleh *Laser Diode* (LD) dan *Light Emitting Diode* (LED) atau disebut dengan sumber optik. Pada sisi penerima kembali akan diubah menjadi sinyal elektrik dengan menggunakan *photodetector* berupa *photo diode*.

E. Karakteristik Pada Serat Optik

Beberapa karakteristik dalam serat optik antara lain *Numerical Aperture* (NA), dispersi, dan redaman yang diuraikan sebagai berikut.

a. *Numerical Aperture*

Numerical Aperture adalah ukuran atau besarnya sinus sudut pancaran maksimum dari sumber optik yang merambat pada inti serat yang cahayanya masih dapat dipantulkan secara total, dimana nilai (NA) juga dipengaruhi oleh indeks bias *core* dan *cladding*. Ilustrasi *numerical aperture*[3].

b. Dispersi

Dispersi adalah pelebaran pulsa yang terjadi ketika sinyal merambat melalui sepanjang serat optik yang disebabkan oleh keterbatasan material dan efek linear seperti polarisasi, material dan lainnya. Faktor dispersi ini akan mempengaruhi kualitas sinyal yang akan ditransmisikan dalam jaringan. Dispersi akan menyebabkan pulsa-pulsa cahaya memuai dan menjadi lebih lebar, sehingga pada akhirnya mengakibatkan pulsa-pulsa tersebut saling tumpang tindih dengan satu sama lain[3].

c. Redaman (Atenuasi)

Redaman (*Atenuasi*) adalah suatu degradasi daya sinyal yang diakibatkan oleh rugi-rugi disepanjang saluran transmisi serat optik atau suatu perbandingan antara daya *input* (P_{in}) terhadap daya *output* (P_{out}) optik sepanjang serat L. Pada berbagai panjang gelombang yang digunakan pada sistem komunikasi serat optik, nilai suatu redaman dalam serat optik tidak selalu sama karena redaman ini merupakan fungsi dari panjang gelombang. Dalam perhitungan sinyal redaman optik sederhana, prosedur umum untuk koefisien redaman dalam satuan desibel per kilometer, dapat dinyatakan seperti pada Persamaan 1.

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left(\frac{P_{input}}{P_{output}} \right) \text{ dB / Km} \quad \dots(1)$$

dimana :

L = Panjang serat optik (Km)

P_{input} = Daya yang masuk ke dalam serat

P_{output} = Daya yang keluar dari serat

Selain itu satuan daya dBm adalah daya dihubungkan dengan 1 mW dan dinyatakan dengan persamaan 2.

$$P(\text{dBm}) = 10 \log \frac{P (\text{mW})}{1\text{mW}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dalam suatu nilai koefisien redaman mungkin juga dapat dipengaruhi oleh spektrum dari beberapa panjang gelombang yang berbeda. Adapun beberapa faktor-faktor yang akan menimbulkan redaman pada kabel serat optik antara lain faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik yang akan dipaparkan pada bagian selanjutnya.

F. Konektor

Konektor merupakan salah satu peralatan mekanik yang ditempatkan di ujung penerima dan di ujung pengirim pada sistem komunikasi serat optik. Melalui konektor juga cahaya pembawa informasi (*bearing light*) dari sisi perangkat *transmitter* diarahkan ke media transmisi optik. Seharusnya konektor dapat dipasang dan dilepas dengan mudah dari suatu sistem komunikasi.

Untuk memastikan rugi-rugi yang rendah, pada pemasangan konektor harus meminimalkan efek-efek pergeseran sudut dan lateral. Kemudian itu pada kedua ujung fiber *transmitter* ataupun *receiver* harus saling menutup dengan sempurna. Berbagai macam rancangan yang telah digunakan untuk membuat konektor-konektor optik. Konektor optik ini juga salah satu komponen dasar sebagai penghubung antara kabel serat optik dengan pengirim maupun kabel serat optik dengan penerima.

Konektor ini mirip dengan konektor listrik dalam hal fungsi dan tampilan luar tetapi konektor pada serat optik caranya pemasangan harus dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibanding konektor listrik, konektor menandai tempat hubungan antara *transmitter* dan *receiver* dalam sambungan data serat optik setempat dimana daya sinyal dapat hilang dan BER (*Bit Error Rate*) atau keandalan dapat dipengaruhi oleh koneksi mekanik konektor tersebut.

G. Penyambungan (*Splicing*)

Sambungan (*splice*) adalah teknik dalam penyambungan dalam sistem antara kabel serat optik dengan kabel serat optik ataupun kabel serat optik dengan peralatan konektor, yang pada penyambungannya dilakukan secara permanen. Pada peralatan konektor, *splice* merupakan salah satu perlengkapan permanen dimana *splice* ini yang menyambungkan antara kabel serat optik dengan *transmitter* melalui konektor. Meskipun demikian beberapa penjual (*vendor*) menawarkan penyambungan konektor serat optik yang dapat terhubung secara tidak permanen sehingga dapat dibongkar pasang atau praktis dalam instalasinya. Pada *link* serat optik mungkin memiliki beberapa sambungan untuk sejumlah alasan. Salah satunya adalah untuk mendapatkan sambungan panjang particular. Pada awalnya akan terpikir bahwa penyambungan dua kabel serat optik ini adalah penyambungan antara ujung kabel satu dengan ujung kabel yang lainnya dan diletakkan berdampingan dan dililitkan satu sama lainnya seperti menghubungkan dua kawat tembaga. Untuk sambungan serat optik ini sangat berbeda dengan sambungan kawat. Pada sambungan kawat tembaga dapat digabungkan dengan solder atau langsung melilitkan kabel tembaga satu dengan kabel tembaga lainnya. Tujuannya adalah untuk menciptakan lintasan antara dua titik kontak tersebut[4].

H. Power Link Budget

Power link budget merupakan suatu hal yang sangat penting karena dapat menentukan kelayakan performansi dari sistem komunikasi serat optik. *Power budget* juga dapat menjamin agar penerima dapat menerima daya optik tersebut dengan performansi yang baik.

Dalam hal ini metode yang dipakai adalah metode perhitungan dengan menentukan *margin* daya antara *output* pemancar optik dan sensitivitas *receiver* minimum untuk menetapkan BER (*Bit Error Rate*) yang diinginkan. Pada *margin* daya ini dapat ditetapkan juga parameter-parameternya antara lain rugi-rugi konektor, rugi-rugi sambungan, dan rugi-rugi serat, ditambah jika ada parameter tambahan yang dibutuhkan untuk memperhitungkan kemungkinan terjadinya degradasi sinyal optik pada sistem komunikasi serat optik seperti pada teknologi WDM kalkulasi *link budget* harus ditambah dengan rugi-rugi *passive splitter* dan rugi-rugi panjang gelombang yang digunakan.

I. Alat Ukur Losses Pada Kabel Serat Optik

Optical Time Domain Reflectometer (OTDR), *Power Meter* (PM) merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur *losses* dan karakteristik pada *link* serat optik, yang akan diuraikan sebagai berikut :

a. *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR)

Optical Time-Domain Reflectometer atau biasa disingkat menjadi *OTDR*, merupakan salah satu peralatan *opto elektronik* yang digunakan untuk mengukur parameter-parameter seperti pelemahan (*attenuation*), panjang, kehilangan pencerai dan penyambung, dalam sistem telekomunikasi serat optik. *OTDR* pada dasarnya terdiri dari satu sumber optik (*transmitter*) dan satu penerima (*receiver*), modul akuisisi data, CPU, media penyimpanan data, dan layar monitor.

III. METODE

A. Umum

Penyambungan serat optik atau yang sering disebut dengan *splicing* serat optik dilakukan pada saat serat putus yang dikarenakan oleh faktor dari luar seperti terkena senar layangan, cangkul, jangkar, dan lain-lain atau untuk menghubungkan ujung serat optik pada saat instalasi dengan jarak yang jauh. Dengan melakukan *splicing* ini kita akan dapat mengurangi redaman. Hal ini disebabkan bila kita menggunakan konektor biasa untuk menghubungkan kedua ujung serat optik, maka kita akan mendapatkan redaman yang lebih besar dibandingkan melakukan teknik *splicing*.

Sebagai seorang teknisi jaringan yang menggunakan kabel fiber optik harus memiliki bekal keahlian kusus dalam proses *maintenance*. Tentunya harus didukung alat penunjang sehingga memudahkan pekerjaan dalam proses *maintenance* jaringan khususnya kabel fiber optik.

B. Alat Penyambung Fiber Optik

Alat penyambung Fiber Optik fusion splicer atau sering dikenal sebagai alat untuk menyambungkan serat optik ini merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menyambungkan sebuah *core* serat optik, dimana serat tersebut terbuat / berbasis kaca, dan mengimplementasikan suatu daya listrik yang telah dirubah menjadi sebuah media sinar berbentuk laser.

Sinar laser tersebut berfungsi untuk memanasi kaca yang terputus pada *core* sehingga bisa tersambung kembali dengan baik. Perlu kita ketahui, bahwa *fusion splicer* ini harus memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi, hal ini ditujukan untuk menghasilkan hasil penyambungan yang sempurna, karena pada saat penyambungan tersebut akan terjadi proses pengelasan media kaca serta peleburan kaca yang akan menghasilkan suatu media, dimana media tersebut akan tersambung dengan utuh tanpa adanya celah-celah, hal ini dikarenakan media tersebut memiliki senyawa yang sama. Perangkat *fusion splicer* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Fusion Splicer

Fusion splicer memiliki alat bantu untuk proses penyambungan agar serat optik tersambung maksimal, alat tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

1. Stripper atau Miller



Gambar 2. Stripper Atau Miller sebagai pengupas Kabel

2. Cleaver



Gambar 3. *Cleaver* sebagai pemotong *Core*

3. Optical Power Meter (OPM)



Gambar 4. *Optical Power Meter* (OPM)

4. Visual Fault Locator



Gambar 5. *Visual Fault Locator*

C. *Prosedur Penyambungan Serat Optik*

Prosedur penyambungan serat optik yang baik memerlukan langkah-langkah yang sudah dilakukan pada penjelasan dibawah ini.

- a. Terlebih dahulu masukkan plastik khusus untuk melindungi bagian *core* yang telah di-*splice* satu persatu dengan diberi tanda dengan spidol.
- b. Kupas *core* dari jaketnya menggunakan tang pengupas dengan cara memposisikan tang agak miring, tahan lalu tarik ke ujung *core* secara perlahan.
- c. Setelah terkupas bersihkan *core* dengan tisu yang sudah dibasahi dengan alkohol sampai gesekannya mengeluarkan bunyi. Lakukan sebanyak 3 kali lalu keringkan dengan tisu.
- d. Lalu masukkan ke dalam pemotong *core* dimana kita menempatkan ujung jaket pada skala antara 15 dan 20, lalu potong. Pada saat memotong, pisau harus dijalankan dengan kecepatan yang sesuai dan konstan.
- e. Setelah itu kita masukkan ke dalam splicer yang berfungsi menyambung *core* dengan teknik *fusion*. Jangan sampai ujung *core* menyentuh sesuatu benda sebab akan menambah redaman.
- f. Kemudian tekan tombol set maka secara otomatis *splicer* akan meleburkan kedua *core* dan menyambunginya. Tunggu sampai layar menunjukkan estimasi redaman lalu tekan reset maka layar akan kembali ke tampilan awal.
- g. Setelah itu keluarkan *core* tersebut lalu geser plastik khusus tadi ke sisi *core* yang telah mengalami proses *splice*. Kemudian masukkan ke bagian *splicer* yang berfungsi untuk memanaskan plastik tersebut. Tunggu sampai *splicer* mengeluarkan bunyi lalu keluarkan. Kemudian letakkan *core* kembali ke dalam kaset.

D. *Kualitas dan Kesalahan Dalam Penyambungan Serat Optik*

Dibawah ini menjelaskan Dalam penyambungan serat optik yang memiliki kualitas dan kesalahan.

1. Kualitas Penyambungan

Kualitas sambungan yang baik bisa dilihat dari perkiraan nilai sambungan dan tampilan luar dari pada titik sambungan menunjukkan baik jeleknya kualitas sambungan. Bila terjadi hal seperti gelembung, garis tebal, dan bayangan hitam. Maka seharusnya melakukan penyambungan ulang, karena hal tersebut tidak menunjukkan hasil sambungan yang baik.

2. Kesalahan Dalam Penyambungan

Dalam suatu penyambungan kabel serat optik tidak jarang sering ditemukan kesalahan ketika sedang melakukan penyambungan kabel serat optik, hal ini dapat terjadi pada alat yang digunakan seperti *cleaver* sebagai pemotong serat optik yang sudah tidak tajam, sehingga serat optik yang dipotong tidak rapi. dibawah ini adalah kesalahan yang paling sering terjadi seperti :

- Diameter antara serat optik yang akan di sambung tidak sama.
- Ujung fiber yang tidak rata atau tidak bulat.
- Peletakan fiber tidak lurus mengikuti jalur.

E. Penentuan Jarak dan Pengukuran Redaman

Jarak pengukuran dilakukan hanya pada satu *link* saja dengan modus aplikasi FTTH (*Fiber To The Home*) yaitu dari STO Tanjung Morawa (TJR) sampai rumah pelanggan pada jarak terjauh di komplek perumahan Rivera yang berjarak sekitar 4,37 km. Pengukuran redaman dilakukan pada tiap titik distribusi dengan metode pengukuran *link point to point* dengan jarak sebagai berikut :

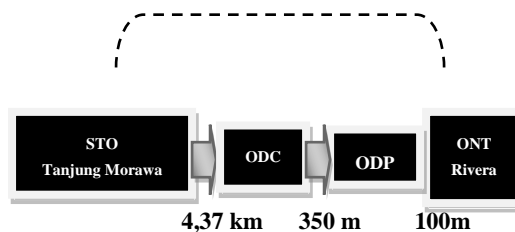
- STO – ODC sepanjang 4,37 km
- ODC – ODP sepanjang 350 m
- ODP – ONT sepanjang 100 m

Kabel serat optik yang digunakan adalah tipe G.652 yang telah distandarkan oleh titik awal pengukuran dari STO Tanjung Morawa (TJR) sampai menuju ODP (*Optical Distribution Point*) yang berada di daerah komplek perumahan Rivera. Pada jarak pengukuran ini pada sisi ODC (*Optical Distribution Cabinet*) pendistribusian daya sinyal optik memakai *splitter* 1:8 dan pada sisi ODP pendistribusian daya optiknya memakai *splitter* 1:8. Pendistribusian daya sinyal optik ke *splitter* 1:8 yang terletak di ODC didistribusikan kembali ke *splitter* 1:8 yang berada di ODP yang kemudian dari ODP disambung kabel optik sampai menuju pelanggan dengan jarak \square 100 meter. Peta jaringan *link* STO Tanjung Morawa (TJR) menuju Perumahan Rivera dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Jaringan *link* STO Tanjung Morawa (TJR) – Perumahan Rivera

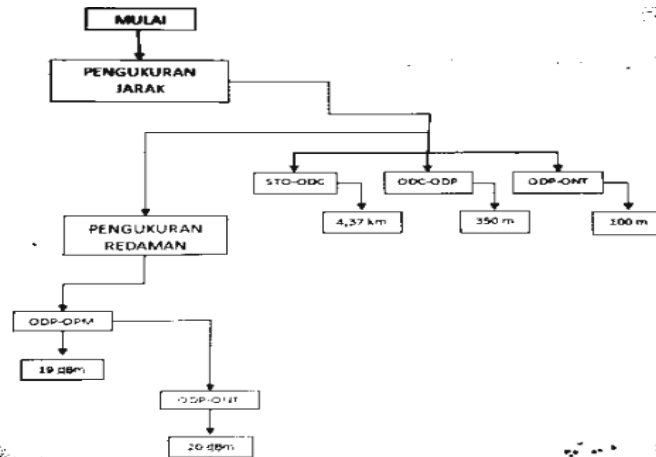
Proses pengukuran jarak dari STO Tanjung Morawa (TJR) sampai kerumah pelanggan pada jarak terjauh dikomplek Perumahan Rivera dapat dilihat pada Gambar 7. dibawah ini.



Gambar 7. Pengukuran Jarak dari STO Tanjung Morawa (TJR) – Komplek Perumahan Rivera

F. Flow Chart Pengukuran Jarak dan Pengukuran Redaman

Diagram alir atau flowchart untuk pengukuran jarak dari STO Tanjung Morawa ke perumahan Rivera dan pengukuran redaman pada kabel serat optik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Flow chart pengukuran jarak dan pengukuran redaman dari STO Tanjung Morawa ke Perumahan Rivera

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Redaman

Tabel 1. Hasil Pengukuran Total Redaman

Core/Port	Link	Total Redaman	
		ODP - OPM	ODP - ONT
1.	STO Tajung Morawa (TJR)- Perumahan Rivera	19 dBm	20 dBm

B. Perhitungan Redaman

Perhitungan *Power Link Budget* adalah untuk mengetahui batasan redaman total yang diizinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan dilakukan berdasarkan standar ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. TELKOM yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dimana redaman total tidak lebih dari 24 dB dan nilai sensitivitas daya terima kurang dari -24 dBm.

Hal lain yang harus diperhatikan yang mana turut menentukan baik atau tidaknya suatu jaringan akses ialah besar nilai margin daya yang diisyaratkan/direkomendasikan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol). Margin daya adalah daya yang masih tersisa dari *power* transmit setelah dikurangi dari *loss* selama proses pentransmision, pengurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai sensitivitas *receiver*.

Data-data yang digunakan pada perhitungan antara lain :

1. Daya keluaran sumber optik (OLT/ONU) : 5 dBm
2. Sensitivitas detector(OLT/ONU) : -24 dBm
3. Redaman Serat Optik G.652(1310,1490) : (0.35,0.24) Db/Km
4. Redaman *Splice* : 0.05 dB/splice
5. Konektor : 0.2 Db
6. Jenis PS 1:8 : 11 dB
7. Jumlah Sambungan : 2 Buah
8. Jumlah Konektor : 8 Buah
9. *Safety Margin* : 6 Db

Perhitungan pada GPON akan dibagi menjadi dua bagian yaitu antara jalur *uplink* dan *downlink*. Panjang gelombang untuk *uplink* sekitar 1310 nm sedangkan untuk *downlink* sekitar 1490 nm.

Perhitungan *Power Link Budget* jaringan serat optik *link* STO Tanjung Morawa (TJR) – Perumahan Rivera pada jarak sepanjang 4,37 Km, dengan menggunakan Persamaan (3). diperoleh hasil perhitungan total *loss* sebagai berikut :

Total Redaman Sisi *Downlink*:

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + P_s$$

$$\alpha_{tot} = (4,37 \times 0,28) + (8 \times 0,2) + (3 \times 0,05) + (11) \dots \dots \dots (3)$$

$$\alpha_{tot} = 1,223 \text{ dB} + 1,6 \text{ dB} + 0,15 \text{ dB} + 11 \text{ dB}$$

$$\alpha_{tot} = 13,973 \text{ dB}$$

Sehingga untuk menghitung daya pada sisi penerima dapat menggunakan Persamaan (4). ialah sebagai berikut :

$$Pr = Pt - \alpha_{total} - SM$$

$$Pr = 5 - 13,973 - 6 \dots \dots \dots (4)$$

$$Pr = -14,973 \text{ dBm}$$

Kemudian untuk perhitungan *Margin* Daya dapat menggunakan Persamaan (5). adalah sebagai berikut :

$$M = (Pt - Pr (\text{Sensitivitas})) - \alpha_{total} - SM$$

$$M = (5 + 24) - 14,973 - 6$$

$$M = 8,027 \text{ dBm} \dots \dots \dots (5)$$

Total Redaman Sisi *Uplink*:

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + P_s$$

$$\alpha_{tot} = (4,37 \times 0,28) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,05) + (11)$$

$$\alpha_{tot} = (1,2236) + (1,6) + (0,4) + (11)$$

$$\alpha_{tot} = 14,2236 \text{ dB}$$

Daya pada sisi penerima :

$$Pr = Pt - \alpha_{total} - SM$$

$$Pr = 5 - 14,2236 - 6$$

$$Pr = -15,2236 \text{ dBm}$$

Margin daya adalah sebagai berikut :

$$M = (Pt - Pr (\text{Sensitivitas})) - \alpha_{total} - SM$$

$$M = (5 + 28) - 14,2236 - 6$$

$$M = 12,7764 \text{ dBm}$$

Dari hasil perhitungan tampak bahwa nilai total redaman pengukuran dan perhitungan tidak berbeda jauh yang mana keduanya masih memenuhi standar kelayakan. Perbandingan total redaman pengukuran dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Serat	Core/Port	Nilai Total Loss(Link Power Budget)		% Perbedaan
		Pengukuran	Peritunggan	
Downlink	1	15,0714 dB	13,973dB	1,9 %
Uplink	1	15,60080 dB	14,2236 dB	2,0%

Power Link Budget pada sisi *uplink* maupun *downlink* Dapat dilihat bahwa nilai redaman, sensitifitas daya terima dan juga margin yang diperoleh dari hasil perhitungan menghasilkan nilai yang masih memenuhi standar ITU-T G.984. yang mengindikasikan bahwa *link* STO Tanjung Morawa (TJR) – Perumahan Rivera dalam keadaan layak. Perbandingan nilai perhitungan *power link budget* dan standar ITU T G.984 dapat dilihat pada Tabel 3[5].

Tabel 3. Perbandingan nilai perhitungan *power link budget* dan standar ITU-T G.984

Serat	Core/Port	Total Redaman		Sensitifitas Daya Terima		Margin	
		Perhitungan	Standard ITU-	Peritngan	Standard ITU-	Peritngan	Standard IT U-

			TG984	TG984	TG984	TG984
Downlink	1	13,973 dB	< 28 dB	14,973 dBm	>-28d	8,027 dBm >0 dBm
Uplink	1	14,2236 dB		15,223 dBm		12,774 dBm

C. Analisa Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan *Power Link Budget* sisi ODP-OPM maupun ODP-ONT pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) link STO Tanjung Morawa (TJR) – Perumahan Rivera didapatkan nilai redaman keseluruhan kurang dari 28 dBm yaitu $\alpha_{total} = 13,973$ dB pada sisi ODP-OPM dan $\alpha_{total} = 14,2236$ dB pada sisi ODP-ONT. Nilai sensitifitas daya terima sebesar -13,988 dBm pada sisi *downlink* dan -15,2236 dBm pada sisi *uplink* dimana nilai keduanya masih berada di atas nilai -28 dBm. Pada margin daya di peroleh nilai di atas 0 yaitu $M = 8,027$ dBm pada sisi *downlink* dan $M = 12,7764$ dBm pada sisi *uplink*. Ini mengindikasikan bahwa jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) telah memenuhi standarisasi ITU-T G.984. Terlihat bahwa kelayakan sistem yang digunakan masih dalam keadaan baik dikarenakan masih dalam interval *range* total redaman yang ditetapkan. Dari itu dapat disimpulkan bahwa jauh jarak berpengaruh signifikan terhadap redaman yang di timbulkan ditambah lagi dengan peralatan tambahan yang digunakan seperti konektor, dan *passive splitter* yang akan menambah besar redaman pada sisi penerima.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis redaman pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) yang menggunakan teknologi GPON ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Fiber To The Home* (FTTH) merupakan suatu format penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantaran yang menggunakan teknologi GPON sebagai sistem pendukung.
2. Hasil pengukuran nilai total redaman menurut perhitungan secara teoritis, ialah sebesar 13,973 dB pada sisi *downlink* dan 14,2236 dB pada sisi *uplink* dan menurut hasil pengukuran ialah sebesar 15.0714 dB pada sisi *downlink* dan 15.6080 dB pada sisi *uplink*. Jadi sistem komunikasi serat optik *Fiber To The Home* (FTTH) ini dalam keadaan yang layak untuk di operasionalkan dikarenakan nilai redaman berada dibawah nilai redaman maksimum yang ditetapkan ITU-T G.984.
3. Pengaruh yang signifikan terjadi dalam penerapan teknologi GPON terhadap besar *link budget* yaitu dikarenakan oleh penambahan perangkat *passive splitter* yang menyumbangkan redaman $\pm 50\%$ dan mempengaruhi margindaya dari keseluruhan yang menyebabkan nilai *link budget* begitu besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://dinarar.blogspot.com/2019/11/struktur-kabel-fiber-optik-secara-umum.html> di akses pada tanggal 8 november 2019[1].
- [2] <http://jaringanfo.blogspot.com/2017/08/struktur-dan-jenis-serat-optik-fiber.html> di akses pada tanggal 8 november 2019[2].
- [3] <http://kavitajulianda88.blogspot.com/2019/04/pengertian-jenis-prinsip-karakteristik.html?m=1> di akses pada tanggal 11 november 2019[3].
- [4] https://www.rp-photonics.com/numerical_aperture.html[3].
- [5] <https://www.coursehero.com/file/p2fcs76/Jenis-dispersi-pada-serat-optik-yang-disebabkan-oleh-mekanisme-yang-berbeda/> di akses pada tanggal 21 november 2019[3].
- [6] <https://docplayer.info/60467995-Bab-iv-teknik-penyambungan-serat-optik.html> di akses pada tanggal 26 november 2019[4].
- [7] PT. Telekomunikasi Indonesia Link STO TJR Tajung Morawa Medan.
- [8] <http://froye.blogspot.com/2016/06/perhitungan-link-budget-jaringan-ftth.html?m=1> di akses pada tanggal 12 desember 2019[5].