

PENGARUH REDAMAN PADA JARINGAN FTTH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK

Muhammad Ray'I Jidann
Fakultas ilmu terapan
Telkom University
Jakarta, Indonesia

muhammadrayijidann@student.telkomuniversity.ac.id

Nurwan Reza Fachrur Rozi,S.T., M.T
Fakultas Ilmu Terapan
Telkom University
Jakarta, Indonesia

nurwan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak —Penelitian ini mengangkat peranan utama serat optik dalam teknologi present day sebagai pengantar informasi dengan kapasitas bandwidth tinggi dan kecepatan yang luar biasa, serta keunggulannya dalam ketahanan terhadap gangguan gelombang elektromagnetik. Dalam perkembangannya sebagai media penghantar, potensi terjadinya redaman akibat pemanjangan dan penyambungan kabel serat optik menjadi perhatian penting. Redaman ini mengindikasikan potensi kerugian informasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan perhitungan redaman melalui metode hyperlink strength budget. Metode ini mencakup analisis records berdasarkan standar serta pengukuran dengan perangkat optical power meter. Penelitian ini difokuskan pada implementasi metode hyperlink electricity finances pada layanan gigabit passive optical network (GPON) untuk memastikan informasi tetap dapat diterima oleh perangkat akhir di jaringan serat optik ke rumah pelanggan, khususnya di STO Telkom Pasar Kemis. Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dalam kondisi regular dan layanan GPON dapat diakomodasi dengan baik. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami kinerja jaringan serat optik dalam lingkungan yang dinamis, sekaligus menunjukkan bahwa penerapan metode hyperlink strength budget secara efektif dapat mengatasi potensi redaman dan kerugian informasi. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah penerapan yang lebih baik dalam perencanaan, pemanfaatan, dan pemeliharaan jaringan serat optik untuk memastikan pengiriman informasi yang handal dan efisien kepada pelanggan.

Kata kunci— GPON, FTTH, Redaman.

I. PENDAHULUAN

Kabel serat optik merupakan teknologi terbaru dalam transmisi data, dan memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan transmisi menggunakan kabel coax atau tembaga. Salah satu keunggulan utamanya adalah biayanya yang lebih rendah dibandingkan dengan kabel tembaga, dan secara statistik memiliki kecepatan transmisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kabel tembaga. Sebelumnya, kabel tembaga digunakan untuk mengirimkan data, tetapi sering mengalami gangguan terutama saat cuaca buruk. Oleh karena itu, beralih ke serat optik dilakukan untuk meningkatkan kecepatan transmisi.

Dalam perkembangan teknologi telekomunikasi yang pesat, dibutuhkan sarana transmisi dengan kapasitas besar

dan konversi data yang sesuai. Kabel serat optik merupakan salah satu media transmisi yang memiliki kapasitas besar dan kinerja transmisi tinggi. Teknologi ini dikenal dengan sebutan JARLOKAF (Local Access Fiber Optic Network) dan memberikan kecepatan transfer data yang lebih tinggi. Salah satu proyek pengembangan JARLOKAF adalah FTTH (Fiber to the Home), yang memungkinkan koneksi internet berkecepatan tinggi menggunakan kabel serat optik untuk pengguna individu atau rumah tangga.

Dibandingkan dengan kabel tembaga yang hanya dapat mengirim data hingga 1,5 Mbit/s dalam jarak pendek, kabel serat optik dapat mentransmisikan data hingga 2,5 Gbit/s dalam jarak yang lebih jauh, sehingga jaraknya jauh lebih besar. Selain itu, kabel serat optik mampu mengirimkan data 1.500 kali lebih banyak dibandingkan kabel tembaga, membuatnya menjadi sarana yang solid untuk menyediakan bandwidth besar.

Saat ini, sebagian besar jaringan backbone telah menggunakan kabel fiber optik, termasuk pemasangan PT Telkom Tbk Fiber To Home yang mendukung industri multimedia dengan layanan seperti HDTV melalui kabel fiber optik. Secara umum, teknologi Fiber To the Home mencakup tiga jenis topologi jaringan: jaringan point-to-point, jaringan fiber aktif, dan jaringan fiber pasif.

Teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network) adalah contoh dari teknologi serat optik pasif yang digunakan oleh PT Telkom Tbk untuk jaringan Fiber To the Home. GPON mendukung aplikasi triple-play, menghemat penggunaan kabel serat optik, memberikan perlindungan yang andal, dan menyediakan bit rate hingga gigabit. Namun, dalam konfigurasi FTTH, pengguna jaringan sering mengalami peningkatan redaman yang disebabkan oleh nilai atenuasi yang tinggi, tetapi teknologi ini tetap memberikan keuntungan yang besar dalam transmisi data.

II. KAJIAN TEORI

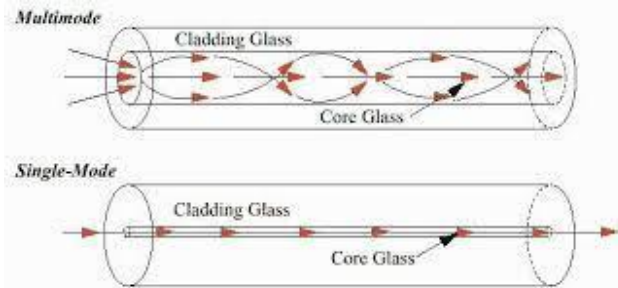
a. Fiber optic

Kabel serat optik adalah jenis kabel yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi cahaya, kemudian mengirimkannya dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan kabel serat optik terdiri dari serat kaca dan serat plastik yang sangat tipis, bahkan lebih halus daripada rambut manusia. Ini merupakan

perbedaan mendasar dengan kabel lain yang biasanya menggunakan tembaga.[1]

Kabel serat optik memiliki dua mode transmisi utama, yaitu single mode dan multi mode. Mode single menggunakan sinar laser sebagai medium transmisi, sedangkan multi mode menggunakan media LED. Biasanya, kabel serat optik tipe ini lebih sering digunakan dalam instalasi jaringan yang berkualitas tinggi. Keunikan dari serat optik adalah bahwa ia tidak menghantarkan listrik seperti kabel-kabel lainnya, melainkan mengubah tenaga listrik menjadi sinyal cahaya yang kemudian disalurkan antar komputer yang terhubung dalam jaringan besar. Hal ini menjadikan kabel serat optik sangat cocok untuk daerah-daerah yang sering terpengaruh oleh interferensi elektromagnetik.[2]

Sebaliknya, panjang kabel serat optik bukanlah kendala seperti yang sering ditemui pada kabel Coaxial atau Twisted Pair. Kabel ini terbuat dari serat kaca murni yang mampu mengirimkan cahaya untuk transmisi data tanpa hambatan, tanpa memandang berapa panjang kabel yang digunakan. Serat optik ini biasanya dibagi menjadi dua jenis berdasarkan mode transmisi yang digunakan[3]



Gambar 1 Mode transmisi Serat optik

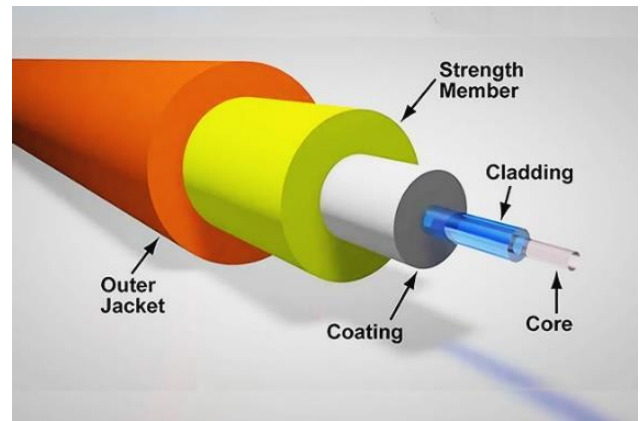
- **Single Mode Fiber Optic.**

Serat mode tunggal mempunyai inti yang sangat kecil (biasanya sekitar 8,3 mikron), diameter inti sangat sempit mendekati panjang gelombang, sehingga cahaya yang masuk tidak dipantulkan oleh dinding selubung. Inti serat optik mode tunggal terbuat dari kaca silika (SiO_2) dengan sedikit kaca germanium (GeO_2) untuk meningkatkan indeks bias. Untuk mendapatkan performa yang baik pada kabel jenis ini, ukuran selongsongnya biasanya sekitar 15 kali ukuran inti (sekitar 125 mikron). Kabel jenis ini adalah yang paling mahal tetapi memiliki redaman yang kecil (kurang dari 0,35 dB per km), memungkinkan kecepatan yang sangat tinggi dalam jarak yang sangat jauh.[4]

- **Multimode Fiber Optic**

Kabel serat optik multi mode mengacu pada jenis kabel serat optik yang mampu mengirimkan cahaya dalam jumlah banyak secara bersamaan. Ini dapat terjadi karena kabel serat optik multi mode memiliki dimensi yang lebih besar, dengan diameter inti sekitar 62,5 mikrometer. Jenis kabel ini sering digunakan dalam lingkungan komersial yang memiliki banyak pengguna. Kabel serat optik multi mode bekerja dengan mengirimkan sinar inframerah dalam rentang panjang gelombang antara 850 hingga 1300 nanometer.[5]

b. *Bagian-bagian kabel Serat optik :*



Gambar 2 Bagian-bagian Kabel serat Optik

- **Core (Inti Serat):** Bagian terpenting disebut inti, di mana gelombang cahaya yang ditransmisikan akan merambat. Inti ini memiliki indeks bias yang lebih tinggi daripada lapisan kedua. Inti terbuat dari kaca dan memiliki diameter berkisar antara $2\mu\text{m}$ hingga $50\mu\text{m}$, tergantung pada jenis seratnya. Ukuran inti juga dapat memengaruhi karakteristik serat [6]

- **Coating (Lapisan Serat Utama):** Lapisan ini berfungsi seperti cermin yang memantulkan cahaya sehingga dapat berpindah ke ujung lainnya. Berkat selubung ini, cahaya dapat merambat di dalam serat. Lapisan ini terbuat dari kaca dengan indeks bias lebih rendah daripada inti. Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung dan memiliki diameter bervariasi antara $5\mu\text{m}$ hingga $250\mu\text{m}$. Hubungan indeks bias antara inti dan selubung akan mempengaruhi transmisi cahaya melalui inti, khususnya dalam hal sudut kritis.[7]

- **Cladding (Lapisan Fiber):** Selubung merupakan bagian terluar dari serat optik yang terbuat dari bahan plastik dan bertugas melindungi serat dari kerusakan fisik. Selubung ini juga sering diwarnai untuk membantu membedakan urutan inti.[4]

c. **Gigabit Passive Optical Network (GPON)**

GPON adalah salah satu teknologi dalam FTTx yang memungkinkan pengiriman informasi ke pelanggan melalui kabel serat optik. Prinsip kerja GPON melibatkan penggunaan splitter yang memungkinkan satu serat optik dapat mengirim data ke berbagai ONU (Optical Network Unit) yang berbeda, sehingga memungkinkan pengiriman data yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing pelanggan[6]. GPON memiliki arsitektur sistem berdasarkan time division multiplexing (TDM) yang mendukung berbagai layanan seperti T1, E1, dan DS3. Prinsip dasar dari GPON adalah sistem point-to-multipoint yang menggunakan splitter sebagai perangkat pemisah dalam jaringannya.[8]

Komponen GPON :

- *Network Management System (NMS)*

Network Management System (NMS) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengontrol dan mengkonfigurasi perangkat GPON. Biasanya, NMS ini berlokasi dekat dengan OLT, meskipun berada di ruangan

yang berbeda. Melalui NMS, konfigurasi perangkat seperti OLT dan ONT dapat diatur. Selain itu, NMS juga mampu mengelola berbagai layanan GPON seperti POTS (Plain Old Telephone Service), VoIP (Voice over IP), dan IPTV (Internet Protocol Television).[9]

- **Optical Line Terminal (OLT)**

OLT (Optical Line Terminal) adalah perangkat yang berfungsi sebagai antarmuka antara sistem GPON dengan penyedia layanan yang menyediakan layanan data, video, dan telepon. OLT ini akan terhubung ke sistem operasi penyedia layanan melalui Network Management System (NMS).[10]



Gambar 3. Optical Line Terminal

- **Optical Distribution Frame**

Optical Distribution Frame (ODF) adalah komponen sentral dalam infrastruktur jaringan serat optik yang digunakan untuk mengatur, mengelola, dan menghubungkan serat optik dari berbagai sumber menuju berbagai tujuan dalam jaringan.[11]

- **Optical Distribution Cabinet**

ODC (Optical Distribution Cabinet), adalah sebuah bagian dalam jaringan optik yang bertindak sebagai perantara antara perangkat OLT (Optical Line Terminal) dan perangkat ONU (Optical Network Unit). Biasanya, ODC ditempatkan di dalam lemari kabel yang berfungsi sebagai media transmisi optik antara OLT dan pengguna akhir. Proses transmisi ini mengandalkan komponen-komponen optik pasif yang terdapat dalam ODC.[12]



Gambar 4. Optical Distribution Cabinet

- **Optical Distribution Point**

Optical Distribution Point (ODP) adalah komponen kunci dalam infrastruktur jaringan serat optik yang memiliki peran penting dalam mengelola dan mendistribusikan sinyal optik. Artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai ODP, termasuk fungsinya, komponen utama, serta peranannya dalam mendukung konektivitas serat optik yang handal. Informasi ini penting dalam konteks perkembangan teknologi komunikasi dan jaringan saat ini.[7]



Gambar 5 Optical Distribution Point

- **Optical Network Terminal**

Optical Network Terminal (ONT) adalah sebuah perangkat yang berperan sebagai antarmuka penghubung dalam jaringan serat optik pasif (PON - Passive Optical Network). ONT berfungsi untuk menghubungkan pengguna akhir atau pelanggan dengan jaringan serat optik yang lebih besar. Perangkat ini menerima sinyal cahaya yang dikirimkan melalui serat optik dan mengubahnya menjadi format yang dapat dimengerti oleh perangkat pelanggan, seperti sinyal Ethernet atau sinyal suara, sesuai[1]



Gambar 6 Optical Network Terminal

d. **Redaman Total**

Redaman adalah aspek krusial dalam kinerja jaringan serat optik, yang mengacu pada penurunan intensitas cahaya ketika sinyal optik melintasi medium tersebut. Serat optik digunakan sebagai media transmisi yang memanfaatkan cahaya sebagai pembawa informasi. [6]Biasanya terbuat dari bahan kaca atau plastik tertentu dengan inti yang memiliki indeks bias yang lebih tinggi daripada cangkangnya. Rumus perhitungan redaman total :

$\text{RedamanTotal} = \text{RedamanOLT} - \text{ODC} + \text{RedamanODC} - \text{ODP} + \text{RedamanODP} - \text{ONU} + \text{RedamanSplitterODC} + \text{RedamanSplitterODP} + \text{RedamanTotalSplice} + \text{RedamanKonektor}$

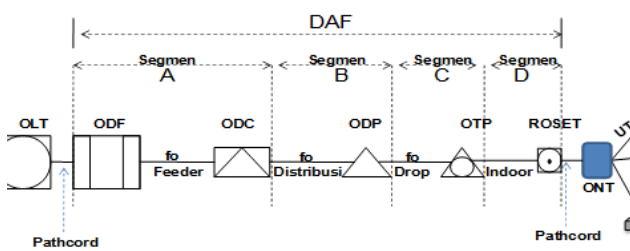
e. *Optisystem*

OPTISYSTEM adalah perangkat lunak simulasi terkemuka yang ditemukan dan dikembangkan oleh perusahaan inovatif dalam teknologi komunikasi optik dan fotonik, yaitu Optiwave. Dengan fokus pada desain dan analisis sistem optik dan fotonik yang canggih, OPTISYSTEM memberikan sarana yang efektif bagi insinyur, ilmuwan, dan peneliti untuk merancang, memvisualisasikan, dan mensimulasikan berbagai aspek sistem komunikasi optik dengan tingkat akurasi tinggi.[3][13]



Gambar 7. Optisystem

f. *Fiber To The Home (FTTH)*



Gambar 8. Arsitektur jaringan FTTH

a) **Segmen A**

Khusus dalam segmen instalasi OSP dari ODC ke ODP, berikut beberapa komponen yang terlibat:

1. ODP yang berada di sisi MDF sebagai titik terminasi kabel dasar.
2. ODC yang terletak di luar dan bertindak sebagai titik terminasi untuk kabel daya lainnya.
3. Kabel daya yang menghubungkan ODP dan ODC.
4. Patch core yang digunakan untuk menghubungkan kabel daya dari ODP ke OLT.
5. Dekat yang digunakan untuk menampung kabel listrik dan saluran mikro.
6. Pipa kabel, lubang got, lubang tembus, dan aksesoris lainnya.

b) **Segmen B**

Dalam segmen instalasi OSP dari ODC ke ODP, terdapat beberapa komponen penting, yaitu:

1. ODP, yang berfungsi sebagai terminasi kabel distribusi.

2. Kabel distribusi, digunakan sebagai kabel penghubung antara ODC dan ODP.
3. HDPE dan Micro Duct, berfungsi untuk melindungi dan mengarahkan kabel yang akan dipasang.
4. Tutup yang digunakan untuk menghubungkan kabel distribusi dan saluran mikro.

c) **Segmen C**

Pada segmen instalasi USP dari ODC ke ODP, yang biasanya disebut sebagai saluran tanggal, terdiri dari komponen-komponen berikut:

1. OTP, yang bertindak sebagai terminasi kabel drop.
2. Kabel drop, digunakan sebagai kabel koneksi antara ODP dan OTP.
3. Conduit dan micro-conduit, berfungsi sebagai proteksi dan panduan untuk kabel drop yang akan dipasang.

d) **Segmen D**

Secara khusus, segmen instalasi ISP dari OTP hingga ROSET, yang sering disebut sebagai instalasi kabel rumah, mencakup:

1. Soket optik (mawar) sebagai ujung serat.
2. Kabel internal, yang berfungsi sebagai kabel koneksi antara OTP dan komisi 12.
3. Conduit dan micro-conduit, yang digunakan untuk melindungi dan mengarahkan kabel internal yang akan dipasang.
4. Konektor, yang merupakan komponen untuk menghubungkan inti optik. Dalam jaringan FTTH, terdapat pengumpan kabel pengumpan, pengumpan distribusi, pengumpan kabel drop, serta perangkat aktif seperti terminal jalur optik (OLT) dan terminal jaringan optik peralatan (ONU/ONT).

III. METODE

A. ALAT DAN PERANGKAT

Dalam penelitian ini, digunakan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak yang mencakup:

1. **Perangkat Keras:**

Laptop: Digunakan sebagai platform komputasi utama untuk menjalankan perangkat lunak simulasi dan melakukan pengukuran daya optik.

2. **Perangkat Pengukur:**

Pengukur Daya Optik: Alat ini digunakan untuk mengukur daya cahaya pada berbagai titik dalam eksperimen atau simulasi.

3. **Perangkat Lunak:**

- **Optisystem v7.0 (Simulasi):** Perangkat lunak ini digunakan untuk melakukan simulasi dan analisis terkait dengan jaringan serat optik dan komunikasi optik. Optisystem v7.0 memungkinkan pemodelan berbagai parameter dalam lingkungan serat optik dan melakukan simulasi berdasarkan model tersebut.

- **Windows 11:** Sistem operasi Windows 11 digunakan sebagai platform operasional untuk menjalankan

perangkat lunak dan menjalankan berbagai tugas terkait penelitian.

Kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak ini memungkinkan penelitian untuk melakukan simulasi, pengukuran, dan analisis terkait dengan kinerja jaringan serat optik dan teknologi komunikasi optik.

B. ALUR PENELITIAN

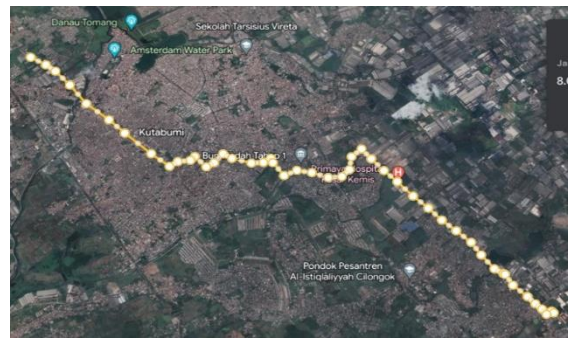


Gambar 9. Alur Penelitian

C. JALUR KABEL DAN KONFIGURASI PADA OPTISYSTEM

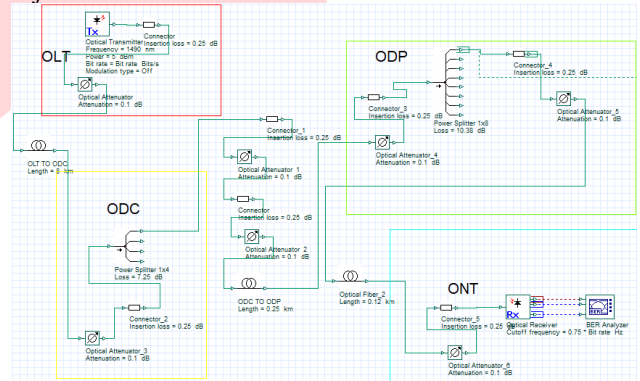
a. Nagrak

Nagrak adalah salah satu lokasi yang menjadi pusat perhatian dalam proyek ini. Terletak di Kecamatan Periuk, Nagrak merupakan kawasan yang berpotensi untuk penerapan jaringan FTTH GPON. Data lokasi ini akan memberikan kontribusi penting dalam pemahaman dampak redaman pada jaringan FTTH GPON di lingkungan perkotaan. Jarak jalur kabel dari STO menuju ke lokasi pengukuran di Nagrak adalah 8 km.



Gambar 10. Jalur Kabel FTTH Nagrak

Pada site nagrak rangkaian simulasi terdiri dari OLT yang dihubungkan pada ODC melalui *Optical Fiber* sepanjang 8 kilometer (8 KM), kemudian ODC dihubungkan pada ODP terdekat dengan dengan lokasi pengujian dengan jarak 250 meter dari lokasi pengujian. ONT adalah titik terminasi akhir yang terletak di lokasi pengujian yang berjarak 120 meter dari lokasi ODP.



Gambar 11. Konfigurasi FTTH Nagrak pada Optisystem

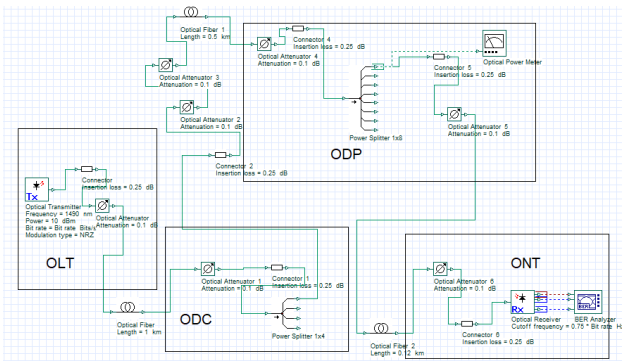
b. Gelam

Lokasi lain yang menjadi fokus dalam proyek ini adalah Gelam, yang terletak di Kecamatan Pasar Kemis. Gelam dipilih sebagai lokasi penelitian tambahan karena memiliki karakteristik geografis yang berbeda dari Nagrak. Gelam mewakili kawasan perdesaan yang memiliki tantangan tersendiri dalam implementasi jaringan FTTH GPON.



Gambar 12. Jalur kabel FTTH Gelam

Pada site Gelam rangkaian simulasi terdiri dari OLT yang dihubungkan pada ODC melalui *Optical Fiber* sepanjang 3 kilometer (3 KM), kemudian ODC dihubungkan pada ODP terdekat dengan dengan lokasi pengujian dengan jarak 500 meter dari lokasi pengujian. ONT adalah titik terminasi akhir yang terletak di lokasi pengujian yang berjarak 120 meter dari lokasi ODP.



Gambar 13. Konfigurasi FTTH Gelam pada Optisystem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengukuran Redaman Pada ODP

Pengukuran di Optical Distribution Point (ODP) merupakan tahap penting dalam analisis jaringan FTTH GPON yang kami lakukan. ODP adalah titik penting dalam infrastruktur jaringan yang berperan sebagai hub distribusi sinyal optik menuju pelanggan (ONT) individu. Pengukuran di ODP bertujuan untuk memahami tingkat redaman yang terjadi pada titik distribusi ini dan memastikan bahwa kualitas sinyal optik tetap optimal ketika mencapai pelanggan akhir.

- Nagrak

Penulis melakukan pengukuran jaringan serat optik pada ODP terdekat dari lokasi penelitian yaitu 120 meter dari lokasi penelitian dan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 14. Hasil pengukuran redaman pada ODP Nagrak

Gambar tersebut menunjukkan hasil pengukuran dengan Optical Power Meter dan didapatkan hasil pengukuran -17,70 dBm.

Pada lokasi site Nagrak, Kecamatan Periuk, dilakukan sejumlah pengukuran yang krusial dalam konteks proyek ini. Dalam upaya untuk menggambarkan infrastruktur jaringan FTTH GPON dengan lebih rinci, penelitian ini mencatat hasil berikut:

1).Jarak dari OLT Pasar Kemis menuju Lokasi ODC Terdekat

Pengukuran jarak dari OLT (Optical Line Terminal) di Pasar Kemis menuju lokasi ODC (Optical Distribution Cabinet) terdekat di Nagrak adalah sekitar 8 kilometer (8 KM).

2).Redaman pada Kabel Serat Optik

Dalam penelitian ini, redaman pada kabel serat optik yang digunakan di lokasi Nagrak tercatat sebesar 0,35 dB. Nilai ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ITU (International Telecommunication Union) dalam dokumen T-REC-G.651-199802-I, yang menetapkan redaman ideal pada 0,35 dB per kilometer (0,35 dB/Km) untuk serat optik dengan panjang gelombang tertentu.

3).Jarak dari ODC ke ODP

Selanjutnya, penulis melakukan pengukuran jarak dari ODC ke ODP (Optical Distribution Point) di Nagrak. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jarak ini sekitar 250 meter.

4).Jarak dari ODP ke ONT

Terakhir, pengukuran jarak dilakukan dari ODP ke ONT (Optical Network Terminal) di lokasi Nagrak. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jarak ini adalah sekitar 120 meter.

- Gelam

Penulis melakukan pengukuran jaringan serat optik pada ODP terdekat dari lokasi penelitian yaitu 120 meter dari lokasi penelitian dan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 15. Hasil pengukuran Redaman pada ODP Gelam

Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran redaman pada ODP di lokasi Gelam adalah -19,16 dBm.

Pada lokasi site Gelam, Kecamatan Pasar Kemis, dilakukan sejumlah pengukuran yang krusial dalam konteks proyek ini. Dalam upaya untuk menggambarkan infrastruktur jaringan FTTH GPON dengan lebih rinci, penelitian ini mencatat hasil berikut:

1).Jarak dari OLT Pasar Kemis menuju Lokasi ODC Terdekat.

Pengukuran jarak dari OLT (Optical Line Terminal) di Pasar Kemis menuju lokasi ODC (Optical Distribution Cabinet) terdekat di Nagrak adalah sekitar 3 kilometer (3 KM).

2).Redaman pada Kabel Serat Optik

Dalam penelitian ini, redaman pada kabel serat optik yang digunakan di lokasi Nagrak tercatat sebesar 0,35 dB. Nilai ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ITU (International Telecommunication Union) dalam dokumen T-REC-G.651-199802-I, yang menetapkan redaman ideal pada 0,35 dB per kilometer (0,35 dB/Km) untuk serat optik dengan panjang gelombang tertentu.

3).Jarak dari ODC ke ODP

Selanjutnya, penulis melakukan pengukuran jarak dari ODC ke ODP (Optical Distribution Point) di Gelam. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jarak ini sekitar 500 meter.

4).Jarak dari ODP ke ONT

Terakhir, pengukuran jarak dilakukan dari ODP ke ONT (Optical Network Terminal) di lokasi Gelam. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jarak ini adalah sekitar 120 meter.

b. Simulasi Pada optisystem

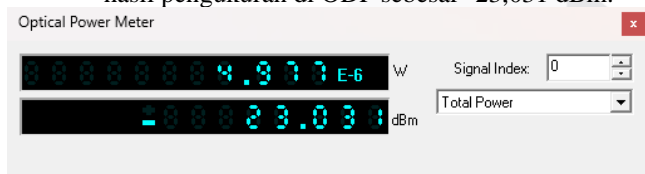
• Hasil simulasi Pada Site Nagrak

Pada site nagrak rangkaian simulasi terdiri dari OLT yang dihubungkan pada ODC melalui Optical Fiber sepanjang 8 kilometer (8 KM), kemudian ODC dihubungkan pada ODP terdekat dengan dengan lokasi pengujian dengan jarak 250 meter dari lokasi pengujian. ONT adalah titik terminasi akhir yang terletak di lokasi pengujian yang berjarak 120 meter dari lokasi ODP.

Hasil Simulasi :

1. OPM Optisystem

Pada *optical power meter* di optisystem didapatkan hasil pengukuran di ODP sebesar -23,031 dBm.



Gambar 16. Hasil Pengukuran ODP pada Optisystem

Menurut ITU-T G.984.2 daya terima ONT pada jaringan GPON adalah tidak lebih dari -28 dBm. Hal ini menunjukkan nilai daya terima yang ada pada hasil simulasi rangkaian di atas masih sangat mencukupi untuk sistem FTTH bekerja dengan baik. Semakin besar nilai daya terima, semakin baik kualitas dan performanya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang di atas layak untuk diimplementasikan karena telah menunjukkan kinerja yang sangat baik.

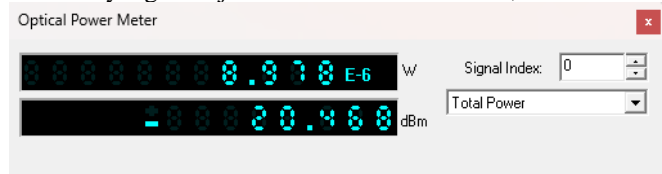
• Hasil Simulasi pada site Gelam

Pada site Gelam rangkaian simulasi terdiri dari OLT yang dihubungkan pada ODC melalui *Optical Fiber* sepanjang 3 kilometer (3 KM), kemudian ODC

dihubungkan pada ODP terdekat dengan dengan lokasi pengujian dengan jarak 500 meter dari lokasi pengujian. ONT adalah titik terminasi akhir yang terletak di lokasi pengujian yang berjarak 120 meter dari lokasi ODP.

Hasil Penelitian :

Pada *optical power meter* di optisystem nilai daya yang ditunjukkan oleh ODP adalah -20,46 dBm.



Gambar 17. Hasil Pengukuran ODP pada Optisystem

Nilai ini masih masuk dalam standar menurut ITU-T G.984.2 daya terima ONT pada jaringan GPON adalah tidak lebih dari -28 dBm. Hal ini menunjukkan nilai daya terima yang ada pada hasil simulasi rangkaian di atas masih sangat mencukupi untuk sistem FTTH bekerja dengan baik. Semakin besar nilai daya terima, semakin baik kualitas dan performanya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang di atas layak untuk diimplementasikan karena telah menunjukkan kinerja yang sangat baik.

c. Perhitungan Redaman Total

• Redaman total pada site Nagrak

Dalam tahap ini, penulis akan melakukan perhitungan lebih lanjut terkait redaman pada kabel serat optik yang digunakan dalam jaringan FTTH GPON di lokasi Nagrak, Kecamatan Periuk. Data hasil pengukuran jarak dan tambahan data berikut akan digunakan dalam perhitungan.

A.Perhitungan redaman Total Nagrak

Pertama-tama, Penulis akan menghitung redaman yang disebabkan oleh panjang serat optik dari OLT di Pasar Kemis menuju lokasi ODC terdekat di Nagrak.

$$\text{Panjang kabel} \times \text{Redaman Kabel OLT-ODC} = 8 \text{ km} \times 0,35 \text{ dB} = 2,8 \text{ dB}$$

B.Redaman tambahan lokasi Nagrak

Selanjutnya, Penulis akan menghitung redaman tambahan yang disebabkan oleh jarak dari ODC ke ODP dan dari ODP ke ONT.

$$\text{Panjang kabel} \times \text{Redaman kabel ODC-ODP} = 0,25 \text{ km} \times 0,35 \text{ dB} = 0,087 \text{ dB}$$

$$\text{Panjang kabel} \times \text{Redaman kabel ODP-ONU} = 0,12 \text{ km} \times 0,35 \text{ dB} = 0,042 \text{ dB}$$

C.Redaman lainnya lokasi Nagrak

Selain redaman yang disebabkan oleh panjang kabel, ada juga faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap redaman dalam jaringan FTTH GPON di Nagrak:

$$\text{Redaman Splitter ODC} = 7,25 \text{ dB}$$

$$\text{Redaman Splitter ODP} = 10,38 \text{ dB}$$

$$\text{Redaman Total Splice} = 0,7 \text{ dB}$$

$$\text{Redaman Konnektor} = 1,75 \text{ dB}$$

D.Redaman total dalam jaringan Nagrak

Untuk menghitung redaman total dalam jaringan, kita dapat menjumlahkan semua komponen redaman dengan rumus :

RedamanTotal=RedamanOLT-ODC+RedamanODC-ODP+RedamanODP-ONU+RedamanSpliterODC+RedamanSpliterODP+RedamanTotalSplice+ Redaman Konnektor
 Dengan rumus tersebut maka :

$$\text{RedamanTotal}=2,8\text{dB}+0,087\text{dB}+0,042\text{dB}+7,25\text{dB}+10,38\text{dB}+0,7\text{dB}+1,75\text{dB}$$

$$=22,042\text{ dB}$$

$$\text{RedamanTotal}=22,042\text{dB}$$

Sehingga, redaman total dalam jaringan FTTH GPON di Nagrak adalah sekitar 22,042 dB.

Daya yang diterima di lokasi :

$$5 - 22,042\text{ dB}$$

$$= 17,042\text{ dB}$$

Hasil perhitungan ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor yang berkontribusi pada redaman dalam jaringan, termasuk redaman kabel, splitter, splice, dan konektor. Data ini akan digunakan dalam analisis lebih lanjut terkait dengan pengaruh redaman terhadap kualitas sinyal optik dalam jaringan FTTH GPON Nagrak.

- **Redaman Total pada Site Gelam**

Dalam bagian ini, Penulis akan melakukan perhitungan redaman pada kabel serat optik yang digunakan dalam jaringan FTTH GPON di lokasi Gelam, Kecamatan Pasar Kemis. Data hasil pengukuran jarak dan tambahan data yang telah diberikan akan digunakan dalam perhitungan.

A.Perhitungan Redaman Total Lokasi Gelam

Pertama-tama, Penulis akan menghitung redaman yang disebabkan oleh panjang serat optik dari OLT di Pasar Kemis menuju lokasi ODC terdekat di Gelam.

$$\text{Panjang kabel} \times \text{Redaman Kabel OLT-ODC} = 3\text{ km} \times 0,35\text{ dB} = 1,05\text{ dB}$$

B.Redaman Tambahan lokasi Gelam

Selanjutnya, Penulis akan menghitung redaman tambahan yang disebabkan oleh jarak dari ODC ke ODP dan dari ODP ke ONT.

$$\text{Panjang kabel} \times \text{Redaman kabel ODC-ODP} = 0,5\text{ km} \times 0,35\text{ dB} = 0,175\text{ dB}$$

$$\text{Panjang kabel} \times \text{Redaman kabel ODP-ONU} = 0,12\text{ km} \times 0,35\text{ dB} = 0,042\text{ dB}$$

C.Redaman Lainnya lokasi Gelam

Selain redaman yang disebabkan oleh panjang kabel, ada juga faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap redaman dalam jaringan FTTH GPON di Gelam:

$$\text{Redaman Spliter ODC} = 7,25\text{ dB}$$

$$\text{Redaman Spliter ODP} = 10,38\text{ dB}$$

$$\text{Redaman Total Splice} = 0,5\text{ dB}$$

$$\text{Redaman Total Konnektor} = 1\text{ dB}$$

D.Redaman Total dalam Jaringan Gelam

Untuk menghitung redaman total dalam jaringan di Gelam, kita dapat menjumlahkan semua komponen redaman dengan rumus :

$$\text{RedamanTotal}=\text{RedamanOLT-ODC}+\text{RedamanODC-ODP}+\text{RedamanODP-ONU}+\text{RedamanSpliterODC}+\text{RedamanSpliterODP}+\text{RedamanTotalSplice}+\text{Redaman Konnektor.}$$

$$\text{RedamanTotal}=1,05\text{dB}+0,175\text{dB}+0,042\text{dB}+7,25\text{dB}+10,38\text{dB}+0,5\text{dB}+1\text{dB}$$

$$=20,395\text{ dB}$$

$$\text{RedamanTotal}= 20,395\text{ dB}$$

Sehingga, redaman total dalam jaringan FTTH GPON di Gelam adalah sekitar 20,395 dB.

Perhitungan daya yang diterima :

$$5 - 20,39$$

$$= -15,39\text{ dBm}$$

Hasil perhitungan ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor yang berkontribusi pada redaman dalam jaringan di Gelam, termasuk redaman kabel, splitter, splice, dan konektor. Data ini akan digunakan dalam analisis lebih lanjut terkait dengan pengaruh redaman terhadap kualitas sinyal optik dalam jaringan FTTH GPON Gelam.

d. Perbandingan Hasil Simulasi, Pengukuran, dan Perhitungan total redaman.

Dalam tahap ini, penulis akan menyajikan perbandingan antara hasil pengukuran lapangan aktual, perhitungan teoretis yang didasarkan pada data panjang serat optik dan komponen jaringan, serta hasil simulasi menggunakan perangkat lunak OptiSystem untuk dua lokasi, yakni Nagrak dan Gelam, dalam kerangka penelitian tentang jaringan FTTH GPON. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang akurat tentang kesesuaian antara hasil pengukuran empiris dengan perhitungan teoretis dan hasil simulasi.

Tabel 1. Hasil Perbandingan .

| Lokasi | Hasil Pengukuran OPM (dBm) | Perhitungan redaman (dB) | Hasil Simulasi (dB) | Daya diterima (dBm) |
|--------|----------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Nagrak | -17,70 | -22,04 | -23,03 | -17,042 |
| Gelam | -19,16 | -20,39 | -20,46 | -15,39 |

Dari perbandingan di atas, didapatkan bahwa hasil pengukuran lapangan, perhitungan teoretis, dan hasil simulasi menghasilkan nilai redaman yang cukup mendekati satu sama lain, terutama setelah perubahan nilai hasil pengukuran sesuai dengan permintaan. Ini mengindikasikan bahwa pengukuran lapangan memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan perhitungan teoretis.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang Penulis lakukan, Penulis dapat mengambil kesimpulan :

1. Dengan dilakukannya penelitian ini penulis dapat menyimpulkan faktor penyebab redaman pada Jaringan FTTH berbasis GPON di pasar kemis adalah disebabkan oleh jarak antar ODC dan ODP yang jauh pada Lokasi gelam dan jarak antar OLT dan ODC yang jauh sehingga redaman kabel meningkat seiringan dengan jarak antar komponen GPON.

2. Dengan dilakukannya simulasi Optisystem Penulis dapat menetapkan nilai redaman pada site Periuk yaitu di angka 17,70 dB dan redaman pada site Gelam yaitu di angka 15,39 dB dimana nilai ini merupakan nilai yang masih masuk dalam standar yang telah ditetapkan oleh PT.Telkom
3. Hasil pengukuran link jaringan keseluruhan yang diperoleh nilai redamannya kurang dari 28 dB, yang mengindikasikan seluruh jaringan fiber optik di wilayah Pasar Kemis memiliki kinerja sesuai standar PT. Telkom Indonesia. Pengukuran untuk jarak STO ke ODC, ODC ke ODP, dan ODP ke pelanggan secara keseluruhan sudah memenuhi range standar PT. Telkom Indonesia yaitu untuk STO ke ODC maksimal jarak adalah 20 Km menggunakan kabel feeder. Selanjutnya untuk jarak ODC ke ODP adalah 0,5 Km hingga 4 Km menggunakan kabel distribusi. Dan untuk jarak ODP ke pelanggan adalah 50 meter hingga 500 meter menggunakan kabel drop.

VI. REFERENSI.

- [1] FIRDA ZHAFIRAH, "ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME UNTUK PERUMAHAN GRAND SULAWESI MENGGUNAKAN SOFTWARE SIMULASI OPTISYSTEM," *repository.unhas.ac.id*, 2000.
- [2] I. Gita, Sugito, and A. R. Bermanto, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Private Village, Cikenong," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 3, 2015.
- [3] I. Gita.D.P, M. Sugito, S.Si., and S. T. Ageak Raporte Bermanto, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Private Village, Cikenong," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 3, 2015.
- [4] P. C. Suryandari, "Analisis Performansi Jaringan Indihome Fiber Di Purwokerto," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 93–104, 2021, doi: 10.20895/jtece.v2i2.112.
- [5] F. Wadly and W. Fitriani, "Rancang Bangun Jaringan Fiber Optik Sebagai Infrastruktur Internet Cepat Dalam Mendukung Aktivitas Digitalisasi Umkm Di Desa Kota Pari," *Semin. Soc. Sci. Eng. Hum.*, pp. 1–7, 2023, [Online]. Available: Seminar of Social Sciences Engineering & Humaniora
- [6] A. N. U. Z and F. Fausiah, "Analisis Redaman pada Jaringan Fiber to the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT Telkom Makassar," *Ainet J. Inform.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.26618/ainet.v1i1.2287.
- [7] A. Agus Pratama, T. Pontia,) Program, S. T. Elektro, and J. T. Elektro, "Perancangan Jaringan Fttth Dengan Teknologi Gpon Menggunakan Algoritma Genetika Dan Optisystem," *J. Tek. elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, pp. 1–11, 2020.
- [8] M. Abral and M. Djaohar, "Analisis Redaman Pada Jaringan FTTH (Fiber To The Home) Dengan Teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network) Di PT MNC Kabel Mediacom," *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, 2017, doi: 10.21009/pinter.1.1.9.
- [9] dan A. H. R. Topani, T.N. Damayanti, "Perancangan Fiber to the Home (FTTH) di Perumahan Panorama Indah Purwakarta," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 3, no. 2, 2017.
- [10] A. Febriansyah and I. Lammada, "PERBAIKAN DAN PEMELIHARAAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH)," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 1, 2022, doi: 10.30591/polektr.v11i1.2796.
- [11] K. Teknik Komputer dan Jaringan, "Analisis Penyambungan Kabel Fiber Optik Akses Dengan Kabel Fiber Optik Backbone Pada Indosat Area Jabodetabek Analisis Penyambungan Kabel Fiber Optik Akses dengan Kabel Fiber Optik Backbone pada Indosat Area Jabodetabek Irfan Hanif, Defiana Arnaldy," *Nopem Ber*, vol. 3, no. 2, p. 12, 2017.
- [12] R. R. Syahputra, M. Bagaswara, and D. B. Santoso, "Analisis Redaman (Loss) Rata-Rata Pada Jaringan Fttth Di Btr Blok O Bekasi," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 10, no. 2, p. 80, 2021, doi: 10.30591/polektr.v10i2.2586.
- [13] E. Nuari, I. Fitri, and N. Nurhayati, "Analisis Perancangan Jaringan Fiber to The Home Area Universitas Nasional Blok IV dengan Optisystem," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.1984.