

Evaluasi Kinerja Jaringan *FTTH* Berbasis *ODC* dan *GPON* Berdasarkan *Power Link Budget* di RT 015 Tanjung Duren Utara

Maulana Yasin Ibrahim^{*}, Nur Nawaningtyas

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi, Institusi Sosial Dan Teknologi Widuri, Jakarta, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 17 Juni 2025
Revisi Akhir: 24 Juni 2025
Diterbitkan *Online*: 26 Juni 2025

KATA KUNCI

FTTH
GPON
ODC
Power Link Budget
Kinerja Jaringan

KORESPONDENSI^(*)

Phone: +62 895-1620-0716
E-mail: 22412037@kampuswiduri.ac.id

A B S T R A K

Permintaan akan akses internet berkecepatan tinggi di kawasan perkotaan mendorong implementasi teknologi *Fiber to the Home (FTTH)* sebagai solusi utama penyediaan layanan jaringan yang andal. Penelitian ini mengevaluasi kinerja jaringan *FTTH* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara, dengan memanfaatkan sistem Optical Distribution Cabinet (*ODC*) dan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*. Metode *Power Link Budget* digunakan untuk menganalisis total redaman sinyal dan efisiensi transmisi data dalam jaringan tersebut. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan pengguna dan teknisi, serta pengukuran teknis menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total redaman sinyal aktual sebesar 28,82 dB, sedikit lebih rendah dari perhitungan teoritis sebesar 29,69 dB, dan masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar *ITU-T G.984*. Nilai daya optik yang diterima oleh perangkat pelanggan juga memenuhi standar spesifikasi, menandakan sistem jaringan telah terpasang dan berfungsi optimal. Temuan ini membuktikan bahwa kombinasi sistem *ODC* dan teknologi *GPON* mampu mendukung distribusi sinyal yang efisien dan stabil. Penelitian ini menekankan pentingnya optimalisasi *Power Link Budget* untuk menjaga kualitas layanan, serta memberikan referensi bagi pengembangan jaringan *FTTH* di masa mendatang.

PENDAHULUAN

Jaringan *Fiber to the Home (FTTH)* merupakan salah satu teknologi jaringan *broadband* yang menggunakan serat optik sebagai media transmisi untuk menghubungkan pusat penyedia layanan dengan pelanggan akhir. Teknologi ini berkembang pesat karena menawarkan berbagai keunggulan, seperti kecepatan transmisi data yang tinggi, kapasitas *bandwidth* yang besar, dan ketahanan terhadap interferensi elektromagnetik. Dalam era digital ini, kebutuhan akan jaringan internet yang cepat dan stabil semakin meningkat, terutama di kawasan perkotaan yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Oleh karena itu, evaluasi dan pengembangan kinerja jaringan *FTTH* menjadi hal yang sangat penting untuk menjamin kualitas layanan yang diberikan kepada pengguna.

Salah satu pendekatan yang digunakan dalam meningkatkan kinerja jaringan *FTTH* adalah dengan menerapkan metode *Power Link Budget*. Metode ini berfungsi untuk menghitung total redaman daya sepanjang jalur transmisi optik, mulai dari perangkat pemancar hingga perangkat penerima. Dengan menggunakan metode ini, penyedia layanan dapat memastikan bahwa daya optik yang diterima oleh perangkat pelanggan berada dalam ambang batas sensitivitas perangkat, sehingga kualitas jaringan tetap terjaga. Penelitian oleh [1] menunjukkan bahwa optimasi jaringan *FTTH* melalui metode *Power Link Budget* mampu meningkatkan efisiensi transmisi data, khususnya di kawasan perumahan *Central Park*, Surabaya. Selain itu, penelitian oleh [2] menekankan pentingnya penerapan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* dalam jaringan *FTTH* untuk mendukung layanan *triple-play* (data, suara, dan video) dengan tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan teknologi jaringan lainnya.

Di sisi lain, implementasi sistem *Optical Distribution Cabinet (ODC)* sebagai komponen utama dalam arsitektur *FTTH* juga memiliki peran penting dalam distribusi sinyal optik. Menurut [3] sistem *ODC* memungkinkan pengelolaan dan pembagian sinyal optik secara efisien dari perangkat pusat hingga ke pelanggan akhir. Selain itu, penelitian oleh [4] di Kluster Bhumi Nirwana, Balikpapan Utara, menunjukkan bahwa kombinasi antara teknologi *GPON* dan metode *Power Link Budget* mampu memberikan kualitas layanan yang optimal, meskipun berada di wilayah dengan kondisi geografis yang menantang.

Lebih lanjut, penelitian [5] menyoroti pentingnya perancangan jaringan *FTTH* berbasis teknologi *GPON* untuk memenuhi kebutuhan internet di kawasan pemukiman. Penelitian mereka menunjukkan bahwa teknologi *GPON* dapat mengakomodasi kebutuhan layanan internet yang cepat dan stabil, terutama di lingkungan yang memiliki tingkat permintaan layanan data yang tinggi. Penelitian ini juga menekankan bahwa perencanaan jaringan yang baik, termasuk aspek perhitungan redaman daya menggunakan metode *Power Link Budget*, dapat meningkatkan efisiensi serta memastikan bahwa jaringan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan dengan optimal.

Namun, meskipun berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan *FTTH*, masih terdapat beberapa keterbatasan dalam hal fokus penelitian. Sebagian besar studi hanya mengkaji aspek tertentu dari jaringan, seperti teknologi *GPON* atau metode *Power Link Budget*, tanpa mengintegrasikan komponen-komponen lain dalam sistem *FTTH* secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengevaluasi kinerja jaringan *FTTH* secara komprehensif, khususnya pada sistem *ODC* dan teknologi *GPON*, dengan menggunakan metode *Power Link Budget* sebagai alat analisis utama.

Lokasi penelitian yang dipilih adalah RT 015, Jalan Sekretaris, Tanjung Duren Utara, Jakarta Barat. Kawasan ini merepresentasikan lingkungan pemukiman padat penduduk yang membutuhkan layanan *internet* berkualitas tinggi. Penelitian ini tidak hanya akan mengevaluasi kinerja jaringan *FTTH* yang sudah ada, tetapi juga mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan efektivitas jaringan, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang aplikatif untuk pengembangan jaringan di masa depan.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa kajian yang ada masih terbatas pada aspek tertentu dari jaringan *FTTH*, seperti teknologi *GPON* atau metode *Power Link Budget* secara terpisah. Belum banyak penelitian yang secara komprehensif mengevaluasi integrasi antara sistem *ODC*, teknologi *GPON*, dan analisis *Power Link Budget* dalam satu sistem *FTTH*, khususnya di lingkungan pemukiman padat penduduk seperti RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk melakukan penelitian yang lebih menyeluruh guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi jaringan *FTTH* di kawasan tersebut.

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi kinerja jaringan *FTTH* di wilayah RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil evaluasi berdasarkan penerapan sistem *ODC* dan teknologi *GPON*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendeskripsikan kinerja jaringan secara menyeluruh, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas dan efisiensi jaringan yang telah diterapkan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam pengelolaan dan pengembangan infrastruktur jaringan *FTTH* berbasis teknologi *GPON* dan sistem *ODC*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mendukung kebutuhan masyarakat akan layanan *internet* yang cepat, stabil, dan andal melalui penerapan strategi optimasi berbasis data dan teknologi terkini.

TINJAUAN PUSTAKA

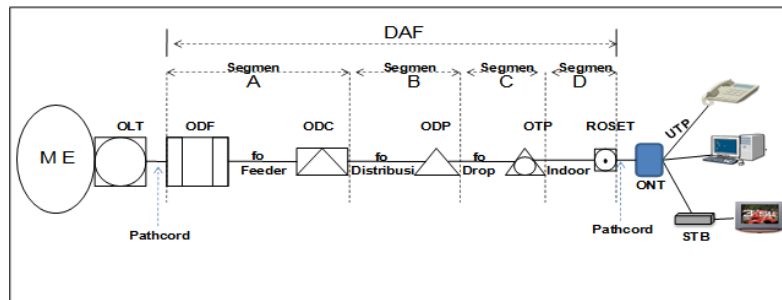
Tinjauan pustaka ini disusun untuk memberikan landasan teori yang relevan dan mendalam sebagai acuan dalam penelitian ini. Dengan memahami berbagai konsep dasar terkait teknologi jaringan *FTTH*, sistem *Optical Distribution Cabinet (ODC)*, teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*, perhitungan *power link budget*, dan metode evaluasi kinerja jaringan optik, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan performa jaringan *FTTH* berbasis teknologi *GPON* dan sistem *ODC* secara lebih terstruktur dan efisien.

Jaringan Fiber To The Home (FTTH)

Jaringan Fiber To The Home (FTTH) merupakan teknologi jaringan *broadband* yang menggunakan kabel serat optik sebagai media utama untuk menghubungkan pusat layanan dengan pelanggan akhir. Teknologi ini dikenal mampu

memberikan kecepatan tinggi, kapasitas *bandwidth* yang besar, serta ketahanan terhadap interferensi elektromagnetik. *FTTH* juga mendukung layanan *Triple Play*, yaitu kombinasi layanan *internet*, telepon, dan IPTV dalam satu infrastruktur serat optik [2,4,5].

Menurut [5], teknologi *FTTH* memiliki keunggulan signifikan dibandingkan jaringan berbasis tembaga, seperti jangkauan transmisi hingga 20 km tanpa perangkat penguat, redaman sinyal yang rendah, dan keamanan data yang lebih tinggi. Selain itu, *FTTH* menjadi solusi jangka panjang dalam memenuhi kebutuhan konektivitas modern karena dapat mendukung perkembangan teknologi di masa depan.



Gambar 1. Arsitektur jaringan *FTTH*.

Sumber: [1,5]

Arsitektur jaringan *FTTH* terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu *Optical Line Terminal (OLT)*, *Optical Distribution Network (ODN)*, dan *Optical Network Terminal (ONT)*. Ketiga komponen ini bekerja secara sinergis untuk memastikan distribusi sinyal optik dari pusat layanan hingga ke perangkat pelanggan dengan kualitas yang optimal.

Komponen Utama Jaringan *FTTH*

Beberapa komponen utama yang mendukung implementasi jaringan *FTTH* adalah sebagai berikut:

- Optical Line Terminal (OLT)*: Berfungsi sebagai pusat pengendali dalam jaringan *GPON* untuk mengelola distribusi *bandwidth* dan kualitas layanan (*QoS*) kepada pelanggan. *OLT* mengonversi sinyal elektrik menjadi sinyal optik dan mendukung kapasitas *rasio split* hingga 1:128 [1,5].
- Optical Termination Box (OTB)*: Berperan sebagai titik terminasi kabel serat optik yang melindungi koneksi dari gangguan fisik dan lingkungan. *OTB* juga mempermudah proses pemeliharaan jaringan dengan menyediakan akses mudah ke *splice tray* dan konektor [3,5].
- Optical Distribution Point (ODP)*: Berfungsi sebagai titik distribusi pasif untuk memecah sinyal optik dari *ODC* menuju perangkat pelanggan. *ODP* dirancang untuk meminimalkan redaman sinyal dan mendukung kapasitas hingga 144 port [5,6].
- Optical Network Terminal (ONT)*: Merupakan perangkat pelanggan yang mengonversi sinyal optik menjadi sinyal elektrik untuk layanan *internet*, IPTV, dan telepon. *ONT* modern telah mendukung kecepatan hingga 10 *Gbps* dengan konsumsi daya yang rendah [4,5].

Sistem *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

Optical Distribution Cabinet (ODC) merupakan perangkat penting dalam jaringan *FTTH* yang berfungsi sebagai titik distribusi antara kabel *feeder* dari *OLT* dan kabel distribusi menuju *Optical Distribution Point (ODP)*. *ODC* menyediakan ruang untuk terminasi kabel, *splicing*, *splitter*, dan konektor yang memungkinkan distribusi sinyal optik ke berbagai titik layanan [1,7].

Menurut [5], *ODC* memainkan peran penting dalam efisiensi jaringan serat optik karena perangkat ini dirancang untuk menahan kondisi lingkungan luar ruangan dengan material yang tahan terhadap cuaca ekstrem. *ODC* dilengkapi dengan *passive splitter* yang memungkinkan pembagian sinyal dari satu sumber ke beberapa pelanggan tanpa memerlukan daya listrik tambahan. Kapasitas *ODC* bervariasi, tergantung pada kebutuhan layanan di area tertentu, mulai dari 96 hingga 576 port.



Gambar 2. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

Sumber: (Bapak Hasanuddin, Penyedia Layanan Jaringan di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara)

Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Gigabit Passive Optical Network (GPON) adalah teknologi optik pasif yang digunakan dalam implementasi *FTTH* untuk mentransmisikan data dengan kecepatan *downstream* hingga 2,488 Gbps dan *upstream* hingga 1,244 Gbps. *GPON* menggunakan komponen pasif seperti *splitter* untuk mendistribusikan sinyal optik ke beberapa pelanggan secara efisien, tanpa memerlukan daya listrik tambahan [2].

Menurut [5] mencatat bahwa *GPON* mendukung layanan *Triple Play* dengan *bandwidth* yang besar dan efisiensi tinggi dalam membawa data IP. Teknologi ini menggunakan teknik *multiplexing* seperti *Time Division Multiple Access (TDMA)* untuk mengoptimalkan distribusi *bandwidth*. *GPON* juga memungkinkan *rasio split* hingga 1:128, yang membuatnya ideal untuk jaringan dengan area cakupan yang luas. Komponen utama *GPON* meliputi *OLT*, *ODN*, dan *ONT*, yang bekerja sama untuk memastikan distribusi sinyal optik yang andal dan berkualitas tinggi.

Tabel 1. Standarisasi *GPON*

Karakteristik	<i>GPON</i>
Standarisasi	ITU-T G.984
Frame	ATM/GEM
Speed Upstream	1.2 G/1.2 Gbps
Speed Downstream	1.2 G/2.4 Gbps
Layanan	Data, suara, video
Jarak Transmisi	10 Km/20 Km
Maksimum Jumlah Cabang	64
Wavelength Upstream	1310
Wavelength Downstream	1510
Splitter	Passive

Tabel 1. Standarisasi *GPON* mencakup beragam spesifikasi teknis yang harus dipatuhi oleh sistem *GPON*, termasuk kecepatan pengunduhan dan pengunggahan, jarak maksimum transmisi, serta panjang gelombang yang digunakan.

Power Link Budget

Power link budget adalah perhitungan matematis yang digunakan untuk mengevaluasi total redaman daya dalam jaringan optik. Perhitungan ini mencakup berbagai parameter seperti daya transmisi, sensitivitas penerima, redaman serat, redaman konektor, serta redaman *splitter*. Tujuan utama dari perhitungan *power link budget* adalah memastikan bahwa daya optik yang diterima oleh perangkat penerima berada dalam rentang sensitivitas yang sesuai [1,4].

Menurut [5] *power link budget* sangat penting dalam menentukan jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh jaringan *FTTH*. Perhitungan ini juga digunakan untuk memastikan kelayakan jaringan dari segi performa daya yang diterima, sehingga jaringan dapat beroperasi dengan optimal. Dengan mempertimbangkan margin sistem, *power link budget* membantu mengantisipasi degradasi jaringan akibat penurunan performa perangkat atau kondisi lingkungan.

Evaluasi Kinerja Jaringan Optik

Evaluasi kinerja jaringan optik adalah proses pengukuran dan analisis parameter-parameter jaringan untuk memastikan kualitas layanan yang optimal. Evaluasi ini mencakup pengukuran redaman total, daya terima, *Optical Return Loss (ORL)*, dan *link margin*. Selain itu, perangkat seperti *Optical Power Meter (OPM)*, *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*, dan *Bit Error Rate Tester (BERT)* sering digunakan untuk mengukur performa jaringan [1,5].

Menurut [5], simulasi menggunakan perangkat lunak seperti *Optisystem* dapat digunakan untuk mengevaluasi performa jaringan sebelum implementasi fisik dilakukan. Metode ini memungkinkan identifikasi potensi masalah secara dini dan mengurangi biaya serta waktu implementasi. Evaluasi ini menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa jaringan *FTTH* sesuai dengan standar yang ditetapkan dan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan.

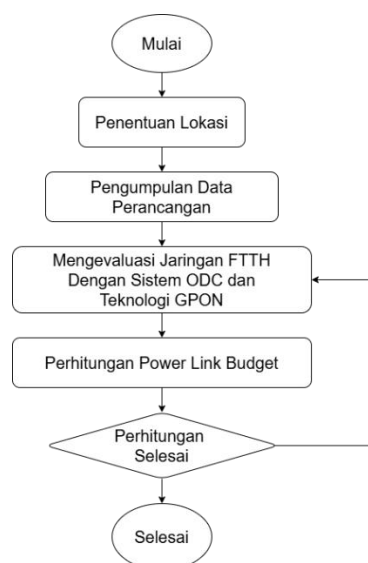
Tinjauan pustaka ini menyajikan landasan teoritis yang komprehensif untuk mendukung penelitian tentang evaluasi kinerja jaringan *FTTH* berbasis sistem *ODC* dan teknologi *GPON*. Dengan memahami konsep-konsep seperti teknologi *FTTH*, sistem *ODC*, *GPON*, *power link budget*, dan komponen utama jaringan optik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengoptimalkan performa jaringan *FTTH* serta mendukung perkembangan teknologi komunikasi di masa depan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan *Fiber To The Home (FTTH)* dengan system *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara, berdasarkan pendekatan *Power Link Budget*. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, yang mencakup pengumpulan data primer dan sekunder, analisis teknis, serta observasi langsung di lapangan. Penelitian ini mengacu pada metode yang diterapkan oleh beberapa studi terdahulu dengan menyesuaikan pada kondisi dan kebutuhan lokasi penelitian.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan *Fiber To The Home (FTTH)* yang berbasis sistem *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*. Rancangan penelitian disusun dengan pendekatan sistematis agar dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam rancangan penelitian ini:



Gambar 3. Diagram alur penelitian

Diagram alur penelitian yang digunakan mengikuti struktur sistematis seperti pada gambar berikut, dengan alur kerja yang dimulai dari "Mulai" hingga "Selesai" melalui tahapan-tahapan yang telah dijelaskan di atas. Diagram ini memastikan setiap langkah penelitian dilakukan secara terorganisir.

Dengan rancangan penelitian ini, diharapkan evaluasi kinerja jaringan *FTTH* berbasis sistem *ODC* dan teknologi *GPON* dapat dilakukan secara akurat dan memberikan hasil yang signifikan untuk pengembangan infrastruktur telekomunikasi.

Pendekatan Penelitian

Penelitian menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisis kinerja jaringan *FTTH* dengan mengukur parameter teknis seperti redaman optik, efisiensi distribusi sinyal, dan stabilitas jaringan. Selain itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk mendapatkan informasi tambahan dari wawancara dengan pelanggan, penyedia layanan, dan teknisi jaringan, sebagaimana dilakukan oleh [4] dalam analisis jaringan *FTTH* di Balikpapan Utara.

Penelitian [5] juga menunjukkan bahwa desain jaringan berbasis teknologi *GPON* memerlukan evaluasi menyeluruh terhadap efisiensi transmisi dan kualitas layanan untuk memastikan bahwa jaringan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan secara optimal.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara, Jakarta Barat, yang dipilih karena representasinya terhadap jaringan *FTTH* dengan implementasi sistem *ODC* dan teknologi *GPON*. Kondisi geografis dan demografis wilayah ini menjadi dasar untuk mengevaluasi kinerja jaringan optik sesuai dengan studi serupa oleh [8].



Gambar 4. Batas wilayah RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara

Subjek Penelitian

Populasi penelitian terdiri dari 180 pelanggan jaringan *FTTH* di wilayah tersebut. Sampel penelitian diambil secara purposif dari 52 pelanggan aktif, yang terdiri dari pengguna *Wi-Fi* bulanan dan pelanggan voucher. Pemilihan sampel didasarkan pada tingkat penggunaan layanan dan relevansi dengan evaluasi kinerja jaringan, sebagaimana dilakukan oleh [6].

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa metode berikut:

1. Observasi Langsung
Observasi dilakukan di lokasi penelitian untuk memeriksa kondisi fisik infrastruktur jaringan, seperti kabel *feeder*, *ODC*, *splitter*, *konektor SC*, dan perangkat *ONT*. Metode ini mengacu pada penelitian [3] yang menekankan pentingnya inspeksi fisik dalam evaluasi jaringan *FTTH*.
2. Wawancara Terstruktur
Wawancara dilakukan dengan pelanggan, penyedia layanan, dan teknisi jaringan untuk mendapatkan informasi tentang pengalaman pengguna, tingkat kepuasan, dan tantangan operasional. Pertanyaan yang diajukan mencakup indikator seperti kecepatan, stabilitas, dan respons layanan pelanggan, sebagaimana digunakan dalam studi oleh [7].
3. Pengukuran Teknis
Pengukuran redaman jaringan dilakukan menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)* untuk menghitung total redaman pada setiap komponen jaringan. Data yang diperoleh dibandingkan dengan nilai teoritis menggunakan metode *Power Link Budget*, sebagaimana dipraktikkan oleh [1]. [5] juga menekankan

pentingnya pengukuran redaman dalam perancangan jaringan *FTTH* berbasis *GPON* untuk memastikan bahwa daya optik yang diterima perangkat pelanggan tetap berada dalam batas optimal.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan merujuk pada jurnal-jurnal relevan, seperti karya [2,8], yang membahas implementasi jaringan *FTTH* dan perhitungan *Power Link Budget*.

Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan dua pendekatan utama:

1. Analisis Kuantitatif

Data hasil pengukuran redaman dianalisis menggunakan metode *Power Link Budget*. Perhitungan ini mencakup nilai daya transmisi (Pt), total redaman jaringan, dan daya penerimaan (Pr) di perangkat *ONT*. Hasil analisis dibandingkan dengan standar *ITU-T G.984* untuk menentukan kelayakan jaringan. Penelitian [5] menunjukkan bahwa penerapan teknologi *GPON* dengan analisis *Power Link Budget* dapat meningkatkan efisiensi distribusi sinyal pada jaringan *FTTH*, khususnya di wilayah dengan kebutuhan tinggi akan layanan *internet*.

2. Analisis Kualitatif

Hasil wawancara dan observasi dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat kinerja jaringan. Pendekatan ini digunakan untuk memberikan wawasan tambahan yang tidak dapat dijelaskan melalui data kuantitatif saja, sebagaimana dilakukan oleh [9].

Validitas dan Reliabilitas Data

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data, penelitian ini menggunakan triangulasi metode. Data dari hasil pengukuran teknis, wawancara, dan observasi dibandingkan untuk menemukan pola dan memastikan konsistensi temuan. Pendekatan ini serupa dengan yang dilakukan oleh [10] dalam mengevaluasi kinerja desain jaringan *FTTH* di Bogor.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Persiapan

Mengurus izin penelitian ke Ketua RT 015 dan menjelaskan tujuan penelitian. Tahapan ini menyesuaikan dengan prosedur yang dijelaskan oleh [11].

2. Pengumpulan Data

Melakukan observasi lapangan, wawancara dengan pihak terkait, dan pengukuran redaman jaringan menggunakan *OTDR*.

3. Analisis Data

Mengolah dan menganalisis data hasil pengukuran dan wawancara dengan mengacu pada metode yang diterapkan dalam studi sebelumnya.

4. Pelaporan

Menyusun laporan hasil penelitian berdasarkan analisis kinerja jaringan *FTTH* di lokasi penelitian.

Dengan menggunakan metode penelitian ini, diharapkan diperoleh hasil yang komprehensif mengenai evaluasi kinerja jaringan *FTTH* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan jaringan optik di wilayah perkotaan, sebagaimana ditekankan oleh [5], bahwa perencanaan jaringan berbasis teknologi *GPON* harus mempertimbangkan efisiensi distribusi sinyal serta kualitas layanan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di era digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja jaringan *Fiber to the Home (FTTH)* berbasis system *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* yang diterapkan di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan teoretis dan hasil pengukuran langsung di lapangan menggunakan metode *Power Link Budget*. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa daya optik yang diterima oleh perangkat *Optical Network Terminal (ONT)* tetap berada dalam rentang spesifikasi standar yang ditetapkan oleh *ITU-T G.984*.

Pendekatan ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya, seperti penelitian yang dilakukan oleh [1], yang menyatakan bahwa analisis redaman total sangat penting untuk memastikan kualitas layanan jaringan telekomunikasi berbasis *FTTH*. Selain itu, penelitian oleh [2,4] juga menegaskan bahwa penggunaan metode *Power Link Budget* dapat memberikan evaluasi yang akurat terhadap kinerja jaringan optik, baik dalam perencanaan maupun implementasi di lapangan. Penelitian [5] juga mendukung pentingnya perencanaan jaringan *FTTH* berbasis *GPON* sebagai salah satu teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi dan stabilitas infrastruktur telekomunikasi modern.

Hasil Perhitungan Power Link Budget

Metode *Power Link Budget* digunakan untuk menghitung total redaman daya optik (*loss*) yang terjadi di sepanjang jalur transmisi, mulai dari *Optical Line Terminal (OLT)* hingga *Optical Network Terminal (ONT)*. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk memastikan bahwa daya optik yang diterima oleh *ONT* tetap berada dalam rentang sensitivitas yang ditetapkan oleh standar *GPON*, seperti penelitian [6,7]. Rumus dasar yang digunakan adalah:

$$\text{Power Link Budget} = P_t - \sum \text{Losses} \quad (1)$$

Keterangan:

1. P_t = *Power Transmit* (dBm) dari *OLT*.
2. $\sum \text{Losses}$ = Total redaman daya (dB) dari seluruh komponen jaringan.
3. *Power Receiver* (P_r) = Daya optik yang diterima di *ONT*, diperoleh dari pengurangan antara P_t dan $\sum \text{Losses}$.

Dengan menggunakan pendekatan ini, hasil perhitungan teoritis dan pengukuran langsung di lapangan dibandingkan untuk memastikan kinerja jaringan memenuhi standar ambang batas redaman maksimum. Standar ini mengacu pada *ITU-T G.984*, yang menetapkan bahwa redaman maksimum yang diizinkan dalam jaringan *GPON* adalah sebesar 28 dB, dengan sensitivitas perangkat *ONT* hingga -28 dBm.

Rekapitulasi Hasil Perhitungan dan Pengukuran

Evaluasi kinerja jaringan *FTTH* dilakukan dengan menganalisis total redaman daya yang dihasilkan oleh berbagai komponen jaringan, seperti kabel *feeder*, *splitter*, dan *konektor*. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa total redaman berada dalam ambang batas yang ditentukan oleh standar *ITU-T G.984*. Hasil perhitungan teoritis dan pengukuran langsung di lapangan dirangkum sebagai berikut:

Table 2. Penjumlahan Teori dan Hasil Ukur

Penjumlahan Teori		Penjumlahan Hasil Ukur	
Kabel <i>Feeder</i> (6 km)	= 5,04 dB	Kabel <i>Feeder</i> (6 km)	= 5,00 dB
<i>Splitter</i> 1:8	= 10,7 dB	<i>Splitter</i> 1:8	= 10,3 dB
<i>Splitter</i> 1:16	= 13,7 dB	<i>Splitter</i> 1:16	= 13,3 dB
<i>Konektor SC</i>	= 0,25 dB	<i>Konektor SC</i>	= 0,22 dB
-----+		-----+	
Total Teori	= 29,69 dB	Total Ukur	= 28,82 dB

Analisis Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa total redaman aktual jaringan adalah 28,82 dB, yang sedikit lebih rendah dibandingkan nilai teoretis sebesar 29,69 dB. Selisih sebesar 0,87 dB masih berada dalam batas toleransi standar yang diperbolehkan, sebagaimana dijelaskan oleh [4,5]. Perbedaan antara hasil teoretis dan pengukuran lapangan sering kali disebabkan oleh kualitas instalasi jaringan yang baik, seperti sambungan serat optik (*splicing*) yang rapi dan penggunaan konektor berkualitas tinggi dengan redaman rendah.

Tabel berikut merangkum hasil pengukuran kinerja jaringan *FTTH* di lokasi penelitian:

Table 3. Hasil Pengukuran Kinerja Jaringan FTTH melalui Power Link Budget

Komponen	Teori (dB)	Hasil Ukur (dB)	Selisih (dB)
Kabel <i>Feeder</i> (6 km)	5,04	5,00	0,04
<i>Splitter</i> 1:8	10,7	10,3	0,04
<i>Splitter</i> 1:16	13,7	13,3	0,04
<i>Konektor SC</i>	0,25	0,22	0,03
Kabel <i>Feeder</i> (6 km)	5,04	5,00	0,04
Total Redaman	29,69	28,82	0,87

Perhitungan Power Receiver (Pr) di ONT

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dan pengukuran, daya optik yang diterima oleh *ONT* dihitung menggunakan rumus:

$$Pr = Pt - \Sigma Losses \quad (2)$$

Dengan parameter:

1. *Power Transmit* (Pt) *OLT*: +5 dBm.
2. Total Redaman (Teori): 29,69 dB.
3. Total Redaman (Ukur): 28,82 dB.

Hasil perhitungan:

1. Pr Teoritis:
 $Pr = +5 \text{ dBm} - 29,69 \text{ dB} = -24,69 \text{ dBm}$
2. Pr Hasil Ukur:
 $Pr = +5 \text{ dBm} - 28,82 \text{ dB} = -23,82 \text{ dBm}$

Hasil ini menunjukkan bahwa nilai daya optik yang diterima oleh *ONT* masih berada dalam ambang batas sensitivitas yang ditetapkan oleh standar *ITU-T G.984*, yaitu maksimum redaman 28 dB atau sensitivitas *ONT* hingga -28 dBm. Dengan demikian, jaringan *FTTH* pada lokasi penelitian ini dapat dinyatakan layak dan berfungsi dengan baik.

Selisih antara perhitungan teoretis dan hasil pengukuran yang sangat kecil (<1 dB) menunjukkan bahwa kualitas instalasi jaringan sangat baik. Hal ini mendukung pernyataan dalam penelitian oleh [1,2], bahwa analisis redaman total melalui metode *Power Link Budget* sangat penting untuk memastikan stabilitas dan efisiensi jaringan *FTTH* berbasis teknologi *GPON*.

Jika diperlukan evaluasi lebih lanjut, penambahan margin keamanan atau optimasi kualitas komponen jaringan bisa menjadi pertimbangan untuk meningkatkan kinerja jangka panjang.

Pembahasan

1. Kinerja Jaringan *FTTH*
 Berdasarkan hasil pengukuran, jaringan *FTTH* berbasis teknologi *GPON* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara telah memenuhi standar kualitas layanan. Dengan total redaman aktual yang lebih rendah dari nilai teoretis, jaringan ini mampu mendistribusikan sinyal optik secara efisien, mendukung layanan *triple-play* (*internet*, telepon, dan *IPTV*) tanpa gangguan.
2. Efisiensi Komponen Jaringan
 Analisis terhadap berbagai komponen jaringan menunjukkan bahwa masing-masing komponen memiliki performa yang baik. Redaman rendah pada kabel *feeder*, *splitter*, dan *konektor* mencerminkan kualitas instalasi yang optimal, seperti sambungan serat optik yang rapi dan penggunaan material berkualitas tinggi.
3. Optimasi *Power Link Budget*
 Perhitungan *Power Link Budget* menunjukkan bahwa daya optik yang diterima oleh *ONT* berada dalam ambang batas sensitivitas yang ditentukan. Dengan nilai daya penerimaan sebesar -24,69 dBm, jaringan ini dinyatakan stabil dan mampu memberikan layanan berkualitas tinggi.
4. Rekomendasi
 Untuk menjaga performa jaringan dalam jangka panjang, disarankan untuk melakukan pemeliharaan rutin, seperti:

- a. Pembersihan *konektor* secara berkala untuk mengurangi redaman akibat debu atau kotoran.
- b. Inspeksi fisik pada kabel *feeder* untuk mencegah kerusakan akibat faktor eksternal.
- c. Menambahkan margin daya pada *OLT* untuk mengantisipasi potensi gangguan di masa depan.

Dengan demikian, evaluasi kinerja jaringan *FTTH* di lokasi penelitian menunjukkan hasil yang positif, di mana jaringan memenuhi standar kualitas dan mampu menyediakan layanan internet yang stabil bagi pelanggan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai kinerja jaringan *FTTH* dengan sistem *ODC* dan teknologi *GPON* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengevaluasi kinerja jaringan *FTTH* di lokasi penelitian, di mana hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai redaman jaringan, baik secara teoritis maupun hasil ukur, berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar *ITU-T G.984*. Nilai *Power Receiver (Pr)* yang dihasilkan juga menunjukkan bahwa sistem jaringan telah terpasang dan berfungsi secara optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem *ODC* dan teknologi *GPON* yang diterapkan mampu mendukung distribusi sinyal secara efisien dan stabil. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Power Link Budget* berkontribusi signifikan terhadap efisiensi dan efektivitas jaringan *FTTH* di lokasi ini. Dengan nilai redaman yang kecil dan selisih yang minimal antara teori dan hasil pengukuran (<1 dB), sistem *ODC* dan teknologi *GPON* yang diterapkan terbukti mampu menjaga kualitas sinyal hingga ke pelanggan akhir. Temuan ini juga menegaskan pentingnya perencanaan dan implementasi yang tepat dalam penerapan *Power Link Budget* untuk memastikan kinerja jaringan yang optimal. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi dan kinerja jaringan *FTTH* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara, sekaligus menjadi dasar untuk pengembangan dan perbaikan di masa mendatang.

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dan peningkatan kinerja jaringan *FTTH* dengan sistem *ODC* dan teknologi *GPON* adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi Berkala
Disarankan untuk melakukan evaluasi kinerja jaringan secara berkala, termasuk pengukuran nilai redaman, stabilitas koneksi, dan kepuasan pelanggan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa jaringan tetap berfungsi dengan baik dan memenuhi standar yang ditetapkan.
2. Optimalisasi *Power Link Budget*
Penerapan *Power Link Budget* perlu terus dioptimalkan agar efisiensi dan efektivitas jaringan dapat dipertahankan. Penyesuaian pada komponen jaringan, seperti *splitter* dan *konektor*, perlu dilakukan apabila nilai redaman mulai mendekati batas toleransi.
3. Perluasan Penelitian
Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan di area lain untuk membandingkan kinerja jaringan *FTTH* dengan berbagai kondisi lingkungan dan infrastruktur. Hal ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas mengenai efektivitas sistem *ODC* dan teknologi *GPON* di berbagai lokasi.
4. Peningkatan Layanan Pelanggan
Untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, penyedia layanan perlu memberikan respons yang cepat terhadap gangguan jaringan, serta memastikan bahwa kecepatan internet yang diberikan sesuai dengan paket yang diiklankan.
5. Penyempurnaan Infrastruktur
Disarankan untuk terus memantau dan memperbaiki infrastruktur jaringan, terutama pada komponen yang rentan terhadap gangguan fisik atau lingkungan, seperti kabel *feeder* dan *konektor*. Hal ini penting untuk menjaga stabilitas dan keandalan jaringan di masa depan.

Dengan menerapkan saran-saran di atas, diharapkan jaringan *FTTH* di RT 015 Jl. Sekretaris Tanjung Duren Utara dapat terus memberikan layanan yang berkualitas tinggi serta memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Amalia, W. M. Hadiansyah, and H. U. Mustakim, "Analisis Dan Optimasi Jaringan Telekomunikasi Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Di Perumahan Central Park Kota Surabaya," vol. 4, pp. 382–386, 2024.

- [2] B. Dermawan, I. Santoso, and T. Prakoso, "Analisis Jaringan Fttth (Fiber To the Home) Berteknologi Gpon (Gigabit Passive Optical Network)," *Transmisi*, vol. 18, no. 1, pp. 30-37-37, 2016.
- [3] F. Rosanto, D. Zulherman, and F. Khair, "Analisis Perancangan Jaringan Fiber To The Home Area Jakarta Garden City (Jakarta Timur) dengan Metode Link Power Budget dan Rise Time Budget," *Semin. Nas. IPTEK Terap.*, vol. 2, pp. 105-111, 2017, [Online]. Available: <http://conference.poltektegal.ac.id/index.php/senit2017>
- [4] A. R. Utami, D. Rahmayanti, and Z. Azyati, "Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bumi Nirwana Balikpapan Utara," *Circuit J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 67, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.11841.
- [5] W. M. Prayoga and A. Sani, "Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Fttth) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon)," *EBIDEkonomi Bisnis Digit.*, vol. 1, no. 2, pp. 179-188, 2023, doi: 10.37365/ebid.v1i2.220.
- [6] M. Nurwahidah, U. A. Ahmad, R. E. Saputra, and P. Y. Pangestu, "Analisis Jarak Jangkauan Jaringan Fiber To The Home (Fttth) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Berdasarkan Link Power Budget," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 8, no. September, pp. 203-207, 2021.
- [7] S. Sitohang and S. A. Setiawan, "Implementasi Jaringan Fiber To the Home (Fttth) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon)," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 879-888, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i2.2430.
- [8] D. S. S. Sinaga, F. Imansyah, and F. T. P. W, "Implementasi Optisystem pada Perancangan Akses Fiber to The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, pp. 1-10, 2020.
- [9] Yuwana Theo Nur Okta, "Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Fttth) Dengan Teknologi Gpon Di Kecamatan Cibeber Kota Cilegon," *Peranc. Jar. Fiber To Home Dengan Teknol. Gpon Di Kec. Cibeber Kota Cilegon*, vol. 52, 2017.
- [10] B. A. Prakosa, S. Kom, M. Kom, and ..., "Evaluasi Kinerja Desain Jaringan Akses Fttth (Gigabit Passive Optical Network) Gpon Di Sto Pengadilan Bogor," *Krea-TIF J. ...*, no. 1, pp. 24-31, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/krea-tif/article/viewFile/810/649>
- [11] L. Hafiza, "Analisis Perbandingan Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON dan XGPON," *e-Proceeding Eng.*, vol. 11, no. 4, pp. 2646-2657, 2019.
- [12] B. Santoso, A. Sani, T. Husain, and N. Hendri, "VPN site-to-site implementation using protocol L2TP and IPSec," *Teknokom*, vol. 4, no. 1, pp. 30-36, 2021.
- [13] BD. Yuniarto, A. A. Subiyakto, E. Firmansyah, I. Fadil, A. Sani, and M. Irfan, "Tracer study information systems success in private higher education institution," in *2022 10th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Sep. 2022, pp. 1-5.

NOMENKLATUR

Pada bagian ini, dijelaskan arti dari setiap variabel, simbol, dan satuan yang digunakan dalam persamaan serta perhitungan pada artikel ini. Penjelasan ini dimaksudkan untuk memberikan kejelasan terhadap terminologi yang digunakan, sehingga pembaca dapat memahami konsep dan perhitungan dengan lebih baik. Berikut adalah daftar nomenklatur yang digunakan:

1. Pt (*Power Transmit*) arti dari Daya optik yang dipancarkan oleh *OLT* sebagai sumber sinyal dalam jaringan. Satuan: dBm.
2. Pr (*Power Receiver*) arti dari Daya optik yang diterima oleh *Optical Network Terminal (ONT)* setelah melewati seluruh komponen jaringan dan mengalami redaman. Satuan: dBm.
3. Σ *Losses* (Total *Losses*) arti dari Total redaman daya optik yang terjadi sepanjang jaringan, yang mencakup redaman dari kabel serat optik, *konektor*, *splitter*, dan komponen lainnya. Satuan: dB.
4. dBm arti dari Satuan logaritmik untuk mengukur daya optik dalam desibel miliwatt. Nilai referensi: 1 mW = 0 dBm.
5. dB arti dari Satuan logaritmik yang digunakan untuk mengukur tingkat redaman daya dalam sistem komunikasi optik.

BIODATA PENULIS



Maulana Yasin Ibrahim

Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Institusi Sosial Dan Teknologi Widuri, Jakarta Selatan.

Email: 22412037@kampuswiduri.ac.id



Nur Nawaningtyas Pusparini

Dosen Program Studi Teknik Informatika dan Menjabat Sebagai Dekan Fakultas Teknologi Institusi Sosial Dan Teknologi Widuri, Jakarta Selatan.

Email: tyaspusparini@kampuswiduri.ac.id