

PERENCANAAN DAN PERANCANGAN INFRASTRUKTUR FTTH BERBASIS GPON UNTUK WILAYAH RURAL: STUDI KASUS JORONG LUNDAR KABUPATEN PASAMAN

Aprinal Adila Asril^{1*}, Uzma Septima², Wendra Satria Utama³

Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, 25164

*Penulis Korespondensi: wendra251@gmail.com.

Abstract. The rapid development of information and communication technology has increased the demand for high-speed internet access, including in rural areas. Lundar Village, located in Panti District, Pasaman Regency, is one of the rural areas that has not yet been fully covered by fiber optic infrastructure, resulting in limited internet service quality. This study aims to design a Fiber To The Home (FTTH) Network based on Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology as a reliable broadband solution capable of providing comprehensive coverage throughout the village. The design results indicate that the proposed GPON-based FTTH Network is capable of serving 188 homepasses using one Optical Distribution Cabinet (ODC) and 24 Optical Distribution Points (ODPs). The Feeder route is designed from STO Panti to Lundar Village with an approximate length of 8.6 km and employs a 1:4 splitter configuration at the ODC and a 1:8 splitter configuration at the ODP to ensure efficient and balanced service distribution. Network performance evaluation shows that the Received Power values for all tested links range from -18 dBm to -19 dBm, satisfying the GPON receiver sensitivity requirements. The calculated Rise Time Budget is 0.27 ns, which remains below the maximum allowable standard of 0.29 ns. Furthermore, the Bit Error Rate (BER) is significantly lower than the standard threshold of 10^{-9} , while the Q-Factor exceeds 6, indicating excellent signal quality and a very low transmission error rate. Based on these results, the proposed GPON-based FTTH Network design is considered feasible for implementation in Lundar Village.

Keywords: : FTTH, GPON, broadband, Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate.

Abstrak Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong kebutuhan akan akses internet berkecepatan tinggi hingga ke wilayah pedesaan. Jorong Lundar, Kecamatan Panti, Kabupaten Pasaman merupakan salah satu wilayah rural yang belum sepenuhnya terjangkau jaringan fiber optik sehingga kualitas layanan internet yang tersedia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan Fiber To The Home (FTTH) berbasis Gigabit Passive Optical Network (GPON) sebagai solusi penyediaan layanan broadband yang andal dan mampu menjangkau seluruh wilayah Lundar. Hasil perancangan menunjukkan bahwa jaringan FTTH berbasis GPON mampu melayani 188 homepass dengan menggunakan 1 unit Optical Distribution Cabinet (ODC) dan 24 unit Optical Distribution Point (ODP). Jalur Feeder dirancang dari STO Panti menuju Lundar dengan panjang sekitar 8,6 km serta menggunakan konfigurasi splitter 1:4 pada ODC dan splitter 1:8 pada ODP untuk mendistribusikan layanan secara merata dan efisien. Hasil evaluasi performansi jaringan menunjukkan bahwa nilai Received Power pada seluruh jalur pengujian berada pada rentang -18 dBm hingga -19 dBm sehingga memenuhi standar sensitivitas penerima GPON. Nilai Rise Time Budget yang diperoleh sebesar 0,27 ns masih berada di bawah batas maksimum standar sebesar 0,29 ns. Selain itu, nilai Bit Error Rate (BER) berada jauh di bawah batas standar 10^{-9} dengan nilai Q-Factor lebih besar dari 6, yang menunjukkan kualitas sinyal sangat baik dan tingkat kesalahan transmisi yang sangat rendah. Berdasarkan hasil tersebut, rancangan jaringan FTTH berbasis GPON dinyatakan layak untuk diimplementasikan di Jorong Lundar.

Kata kunci: FTTH, GPON, broadband, Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong peningkatan kebutuhan akses internet berkecepatan tinggi hingga ke wilayah pedesaan. Teknologi *Fiber To The Home* (FTTH) menjadi solusi yang ideal karena mampu menyediakan bandwidth besar, latensi rendah, serta koneksi yang stabil langsung ke rumah pelanggan.

Naskah Masuk: 01 Agustus 2026; Revisi: 02 Agustus 2026; Diterima: 05 Agustus 2026; Terbit: 15 Agustus 2026

Selain itu, FTTH mendukung layanan *triple play* yang meliputi data, suara, dan video sehingga mampu memenuhi kebutuhan komunikasi modern secara menyeluruh [1]. Peralihan dari jaringan tembaga ke jaringan serat optik dilakukan karena *fiber optik* memiliki kapasitas transmisi yang lebih besar serta redaman yang lebih rendah dibandingkan media konvensional [2].

Dalam implementasinya, teknologi yang banyak digunakan pada jaringan FTTH adalah *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Teknologi ini memungkinkan satu perangkat *Optical Line Terminal* (OLT) melayani banyak pelanggan melalui sistem point-to-multipoint dengan memanfaatkan *splitter* pasif, sehingga lebih efisien dari sisi biaya dan operasional [2], [3]. Standar teknis GPON telah ditetapkan oleh ITU-T melalui rekomendasi G.984 yang mengatur kapasitas transmisi, spesifikasi layer fisik, serta batasan redaman sistem [4].

Untuk mendukung kebutuhan layanan telekomunikasi yang lebih baik, diperlukan suatu rancangan jaringan FTTH berbasis GPON yang mampu menyediakan akses jaringan secara efisien dan andal. Proses perancangan dilakukan dengan menentukan rute kabel serat optik, lokasi penempatan perangkat ODC dan ODP, serta melakukan evaluasi performansi jaringan melalui perhitungan *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor*. Analisis tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa desain jaringan memenuhi standar teknis pada sistem komunikasi optik. Selain itu, dilakukan pula penyusunan *Bill of Quantity* (BOQ) guna mengetahui kebutuhan perangkat maupun material yang dibutuhkan dalam implementasi jaringan FTTH berbasis GPON.

Desa Lundar yang terletak di Kecamatan Panti, Kabupaten Pasaman, merupakan wilayah pedesaan yang belum sepenuhnya terjangkau jaringan *fiber optik* komersial. Dengan kepadatan penduduk sekitar 176 jiwa/km², wilayah ini memiliki potensi untuk pengembangan layanan internet tetap (*fixed broadband*). Oleh karena itu, perencanaan dan perancangan jaringan FTTH berbasis GPON di Desa Lundar menjadi langkah strategis untuk mendukung pemerataan akses digital, meningkatkan konektivitas masyarakat, serta mendukung program transformasi digital nasional.

Dalam penelitian perancangan jaringan FTTH berbasis GPON di Desa Lundar Dalam ini menggunakan metode (*Network Development Life Cycle*) NDLC dapat digunakan sebagai pendekatan sistematis mulai dari analisis kebutuhan, perancangan topologi, hingga evaluasi kelayakan jaringan. Untuk perancangan FTTH GPON ini menggunakan *provider* IndiHome yang dimana PT. Telkom sendiri mempunyai standar untuk menentukan kelayakan jaringan yaitu LPB yaitu 13 –28 dB dan RTB bernilai 0.28ns.

Sehingga Tugas Akhir ini dapat menghasilkan rancangan jaringan yang layak secara teknis melalui analisis parameter seperti redaman total, link power budget, rise time budget, dan Bit Error Rate (BER). Hasil perancangan tersebut diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan infrastruktur jaringan akses broadband yang stabil, efisien, dan mampu memenuhi kebutuhan layanan telekomunikasi masyarakat di wilayah penelitian.

2. Metode

A. Fiber Optik

Fiber optik merupakan media transmisi yang terbuat dari bahan kaca atau plastik khusus dan berfungsi untuk menyalurkan sinyal dalam bentuk cahaya dari satu titik ke titik lainnya. Secara umum, kabel fiber optik tersusun atas beberapa bagian utama, salah

satunya adalah inti atau *core*. *Core* merupakan bagian pusat kabel yang terbuat dari serat kaca dan berperan sebagai jalur utama perambatan cahaya dalam proses transmisi data (Muharor et al., 2019).

B. Jenis Kabel Serat Optik

1) Singel Mode

Serat optik *single mode* merupakan jenis serat optik yang memiliki diameter inti atau *core* sangat kecil, yaitu sekitar 4–10 μm , dengan diameter *cladding* sebesar 125 μm . Serat optik jenis ini hanya memungkinkan perambatan cahaya dalam satu mode pada panjang gelombang 1310 nm atau 1550 nm. Karakteristik tersebut dapat mengurangi pengaruh dispersi kromatik, yaitu pelebaran pulsa optik akibat perbedaan kecepatan rambat pada komponen frekuensi tertentu dalam sinyal optik. Oleh karena itu, serat optik *single mode* sesuai digunakan untuk transmisi berkapasitas besar dan jarak jauh, terutama pada sistem komunikasi optik yang menggunakan sumber cahaya berbasis laser diode.

2) Multimode

Serat optik *multimode* merupakan jenis serat optik yang memiliki diameter *core* lebih besar dibandingkan *single mode*, yaitu sekitar 50–70 μm , dengan diameter *cladding* sekitar 100–200 μm . Karena ukuran *core* yang lebih besar, serat optik *multimode* memungkinkan cahaya merambat melalui beberapa mode pada panjang gelombang operasi tertentu. Namun, perambatan banyak mode tersebut dapat menyebabkan dispersi yang lebih besar, sehingga kualitas transmisi dan kapasitas yang dihasilkan lebih terbatas dibandingkan serat optik *single mode* (Asril et al., 2023).

C. Fiber To The Home (FTTH)

Fiber To The Home (FTTH) merupakan jaringan akses berbasis serat optik yang digunakan sebagai media transmisi utama untuk mendistribusikan layanan telekomunikasi hingga ke pelanggan perumahan. Teknologi ini menjadi bagian dari arsitektur Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarllokaf), yang memungkinkan jaringan optik ditarik dari sentral hingga mendekati sisi pelanggan. Dalam arsitektur FTTH, transmisi data pada jalur *downstream* menggunakan panjang gelombang 1490 nm, sedangkan jalur *upstream* menggunakan panjang gelombang 1310 nm. Dengan karakteristik tersebut, FTTH memiliki sejumlah keunggulan dalam mendukung kebutuhan layanan komunikasi modern (Ridho et al., 2020).

D. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON merupakan teknologi pengembangan dari *Passive Optical Network* (PON) yang menggunakan perangkat splitter pasif untuk mendistribusikan sinyal optik dari pusat layanan menuju pelanggan. Salah satu keunggulan GPON adalah kemampuannya dalam mendukung layanan *triple play*, yaitu data, suara, dan video, pada jaringan FTTH melalui satu *core* serat optik. Teknologi ini memiliki laju transmisi sebesar 1,244 Gbit/s pada jalur *upstream* dan 2,44 Gbit/s pada jalur *downstream* (Dunggio, 2021). Prinsip kerja GPON dimulai ketika data atau sinyal optik dikirimkan dari OLT menuju jaringan distribusi. Sinyal tersebut kemudian melewati perangkat *splitter* yang berfungsi membagi satu jalur serat optik menjadi beberapa jalur menuju ONT. Selanjutnya, ONT berperan sebagai perangkat di sisi pelanggan yang menerima sinyal optik dan menyalurkan layanan data sesuai kebutuhan pengguna (Hafizt & Warman, 2021).

E. Standar ITU-T G.984

ITU-T G.984 merupakan standar yang digunakan dalam pengembangan teknologi GPON. Teknologi GPON mampu mendistribusikan berbagai jenis layanan melalui satu *core* serat optik. Standar ini mendukung pencapaian *bandwidth* yang lebih tinggi serta

komunikasi data yang lebih efisien, terutama dalam pengiriman paket data berukuran besar. Pada sistem GPON, lalu lintas data dikemas secara lebih optimal melalui mekanisme segmentasi paket, sehingga mampu meningkatkan kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) untuk layanan suara, data, dan video (Septima et al., 2025). Standar ITU-T G.984 menetapkan jangkauan fisik maksimum GPON sebesar 20 km antara OLT dan ONT.

F. Standarisai Perangkat FTTH

1) Optical Line Terminal (OLT)

Berikut Spesifikasi *Optical Line Terminal* (OLT) ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi OLT (Teknik et al., 2021)

Parameter	Spesifikasi	Unit
Optical Transmit Power	5	dBm
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm
Video Wavelength	1550	nm
Spectrum Wavelength	1	nm
Downstream Rate	2,4	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps
Optical Rise Time	160	ps

2) Optical Line Terminal (ONT)

Spesifikasi Optical Line Terminal (ONT) ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Optical Line Terminal (ONT) (Utami et al., 2022)

Parameter	Spesifikasi	Unit
Downstream Rate	2,4	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm
Video Wavelength	1550	nm
Spectrum Width	1	nm
Optical Rise Time	200	ps

3) Serat Optik

Serat optik yang digunakan dalam perancangan ini mengacu pada standar ITU-T G.652.D dan ITU-T G.657.A. Serat optik dengan standar ITU-T G.652.D diterapkan pada kabel feeder dan kabel distribusi dan ITU-T G.657.A untuk drop core karena sesuai untuk jalur transmisi utama pada jaringan FTTH (Armenda, Annisa; Septima, Uzma; Yolanda, Amelia; Asril, Aprinal Adila; Adrian, 2025). Dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah berikut.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Serat Optik

Parameter	Spesifikasi
Attenuation at 1310 nm	≤ 0.35 dB/km
Attenuation at 1490 nm	≤ 0.28 dB/km
Attenuation at 1550 nm	≤ 0.21 dB/km
Chromatic Dispersion (1285 nm – 1330 nm)	≤ 3.5 ps/(nm.km)
Chromatic Dispersion (1550 nm)	≤ 18 ps/(nm.km)

G. Link Power Budget

Link Power Budget merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui batas redaman total yang masih diperbolehkan antara daya keluaran pemancar (*Transmitter*) dan sensitivitas penerima (*Receiver*). Berdasarkan standar ITU-T G.984, nilai redaman total pada jaringan GPON tidak boleh melebihi -28 dB atau daya terima harus lebih besar dari -28 dBm.

$$a_{total} = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + SP \quad (1)$$

$$Pr = Pt - a_{total} \quad (2)$$

Dimana,

α_{total} : Redaman daya total/Loss (dB)

α_{serat} : Redaman serat optik (dB/km)

α_c : Redaman konektor (dB/buah)

α_s : Redaman sambungan (dB/sambungan)

SP : Redaman splitter (dB)

L : Panjang (km)

N_c : Jumlah konektor

N_s : Jumlah sambungan

Pr : *Power receive* (dBm)

Pt : *Power transmit* (dBm)

H. Google Earth Pro

Google Earth Pro digunakan pada tahap awal perancangan jaringan FTTH dengan teknologi GPON pada Nagari Koto Dalam untuk melakukan pemetaan lokasi penelitian secara digital. Melalui citra satelit, perangkat lunak ini membantu mengidentifikasi kondisi geografis wilayah, sebaran permukiman, jalur akses yang memungkinkan untuk rute kabel, serta titik perangkat jaringan yang akan dirancang. Selain itu, *Google Earth Pro* digunakan untuk memperkirakan panjang jalur kabel feeder dan distribusi, menentukan posisi perangkat seperti ODC dan ODP, serta menandai titik-titik calon pelanggan. Hasil pemetaan dari *Google Earth Pro* selanjutnya menjadi dasar dalam penyusunan desain jaringan yang lebih detail menggunakan *AutoCAD* dan pemodelan jaringan pada *OptiSystem* (Rahmi, 2025)

I. AutoCAD

AutoCAD digunakan untuk menyusun gambar teknis rancangan jaringan FTTH secara lebih terstruktur. Melalui perangkat lunak ini, posisi perangkat jaringan seperti FDT, splitter, ODP/FAT, serta jalur distribusi dapat digambarkan dengan jelas sehingga rancangan lebih mudah dipahami. *AutoCAD* juga membantu menghasilkan desain yang akurat dan representatif, sehingga dapat menjadi penghubung antara hasil pemetaan menggunakan *Google Earth Pro* dan tahap simulasi jaringan menggunakan *OptiSystem*.

J. OptiSystem

OptiSystem merupakan perangkat lunak simulasi sistem komunikasi optik yang digunakan untuk merancang, menguji, dan menganalisis jaringan serat optik. Pada penelitian ini, *OptiSystem* digunakan untuk memodelkan jaringan FTTH berbasis GPON serta mengevaluasi performansi jaringan berdasarkan parameter *Power Link Budget* (PLB), *Rise Time Budget* (RTB), *Bit Error Rate* (BER), *Q-Factor*, dan *eye diagram*. Hasil simulasi dari perangkat lunak ini digunakan sebagai dasar untuk menilai kelayakan rancangan jaringan (Muhtar, 2021).

3. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah *Network Development Life Cycle* (NDLC). Metode NDLC digunakan karena sesuai untuk penelitian yang berfokus pada perancangan dan analisis jaringan, khususnya jaringan FTTH dengan teknologi GPON. Melalui metode ini, proses penelitian dapat dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan jaringan, perancangan topologi, hingga pengujian rancangan menggunakan simulasi.

Secara umum, tahapan NDLC terdiri dari *analysis*, *design*, *simulation prototype*, *implementation*, *monitoring*, dan *management*. Namun, pada penelitian ini tahapan NDLC dibatasi sampai tahap *simulation prototype*, karena penelitian hanya difokuskan pada perancangan dan analisis kelayakan jaringan, tanpa melakukan implementasi fisik jaringan di lapangan.

Dengan penerapan metode NDLC, rancangan jaringan FTTH berbasis GPON di Nagari Koto Dalam dapat disusun secara lebih terarah, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan teknis jaringan akses serat optik.

1) Analisis

Pada tahap *analysis* dilakukan identifikasi kebutuhan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah penelitian. Kegiatan yang dilakukan meliputi studi literatur mengenai teknologi FTTH, GPON, standar ITU-T G.984, serta pengumpulan data lapangan berupa jumlah pelanggan (*homepass*), kondisi geografis, lokasi OLT, ODC, ODP, jalur kabel, dan kebutuhan perangkat jaringan. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi dan kebutuhan jaringan yang akan dirancang di Nagari Koto Dalam.

2) Design

Tahap *design* dilakukan dengan menyusun rancangan jaringan FTTH berbasis GPON berdasarkan hasil analisis. Pada tahap ini dibuat desain topologi jaringan menggunakan *AutoCAD*, meliputi jalur feeder, distribution cable, *drop cable*, penempatan splitter 1:4 dan 1:8, serta perangkat GPON lainnya. Selain itu dilakukan perhitungan Link Power Budget secara manual sebagai acuan dalam proses simulasi.

3) Simulation Prototype

Tahap simulation *prototype* dilakukan dengan membangun model jaringan pada perangkat lunak *OptiSystem* sesuai rancangan yang telah dibuat. Simulasi dilakukan pada arah *downlink* (1490 nm). Selanjutnya dilakukan pengambilan parameter performansi jaringan berupa *Link Power Budget* (LPB), *Bit Error Rate* (BER), *Q-Factor*, dan *Rise Time Budget* (RTB).

4) *Implementation*

Karena penelitian ini tidak melakukan pembangunan jaringan secara langsung, maka tahap implementation dilakukan dalam bentuk implementasi desain ke dalam lingkungan simulasi *OptiSystem*. Seluruh parameter hasil perancangan dimasukkan ke dalam model simulasi, seperti panjang kabel, redaman serat optik, *splitter*, konektor, *splice*, daya pancar OLT, sensitivitas ONT, dan karakteristik perangkat GPON sehingga simulasi dapat dijalankan sesuai kondisi jaringan yang dirancang.

5) *Monitoring*

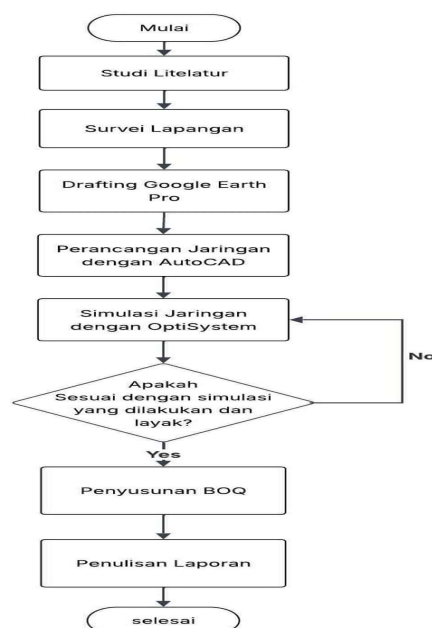
Tahap monitoring dilakukan dengan mengamati hasil simulasi yang dihasilkan oleh perangkat lunak *OptiSystem*. Parameter performansi jaringan yang diamati meliputi daya terima (*Received Power*), LPB, BER, *Q-Factor*, dan RTB. Pengamatan dilakukan pada setiap jalur distribusi untuk mengevaluasi kualitas transmisi sinyal optik berdasarkan standar GPON. Hasil monitoring selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi kinerja jaringan, serta menilai kelayakan implementasi jaringan FTTH yang telah dirancang.

6) *Management*

Tahap management dilakukan dengan mengevaluasi hasil simulasi berdasarkan standar ITU-T G.984. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap seluruh parameter yang diperoleh untuk menentukan apakah rancangan jaringan telah memenuhi standar GPON.

B. Alur Penelitian

Tahap proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian.

Berikut tahapan Alur Penelitian pada Gambar 3.1:

Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk memperoleh pemahaman mengenai konsep dasar jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), karakteristik komponen jaringan optik, standar yang digunakan, serta metode perancangan jaringan akses optik pada wilayah pedesaan. Studi literatur dilakukan melalui kajian buku, jurnal ilmiah, standar rekomendasi, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

Tahap selanjutnya adalah survei lapangan yang dilakukan di Desa Lundar, Kecamatan Panti, Kabupaten Pasaman. Kegiatan survei bertujuan mengumpulkan data kondisi geografis wilayah, sebaran permukiman, jumlah calon pelanggan, aksesibilitas jalur penarikan kabel, serta menentukan lokasi potensial penempatan perangkat jaringan seperti OLT, ODC, dan ODP.

Data hasil survei kemudian digunakan pada tahap drafting menggunakan Google Earth Pro untuk memetakan wilayah penelitian dan mengidentifikasi posisi pelanggan serta jalur distribusi jaringan optik. Hasil pemetaan tersebut menjadi dasar dalam menentukan rute jaringan yang paling efektif dan efisien.

Selanjutnya dilakukan perancangan jaringan menggunakan AutoCAD. Pada tahap ini dibuat desain jaringan FTTH berbasis GPON yang meliputi penempatan perangkat OLT, ODC, ODP, pembagian rasio splitter, serta jalur kabel feeder, distribusi, dan drop cable menuju pelanggan. Desain yang dihasilkan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan kebutuhan layanan telekomunikasi di wilayah penelitian.

Desain jaringan yang telah dibuat kemudian diuji melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *OptiSystem*. Simulasi dilakukan untuk menganalisis kinerja jaringan berdasarkan parameter teknis seperti *received power*, *Q-factor*, BER. Hasil simulasi dibandingkan dengan standar kelayakan jaringan GPON. Apabila hasil simulasi belum memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka dilakukan perbaikan desain dan simulasi ulang hingga diperoleh rancangan jaringan yang memenuhi persyaratan kualitas layanan.

Setelah diperoleh desain jaringan yang layak, dilakukan penyusunan BOQ yang berisi daftar kebutuhan perangkat dan material jaringan beserta estimasi biaya pembangunan infrastruktur FTTH berbasis GPON di Desa Lundar. Tahap akhir penelitian adalah penulisan laporan tugas akhir yang memuat keseluruhan proses penelitian, hasil perancangan, analisis simulasi, serta kesimpulan dan saran untuk pengembangan jaringan di masa mendatang.

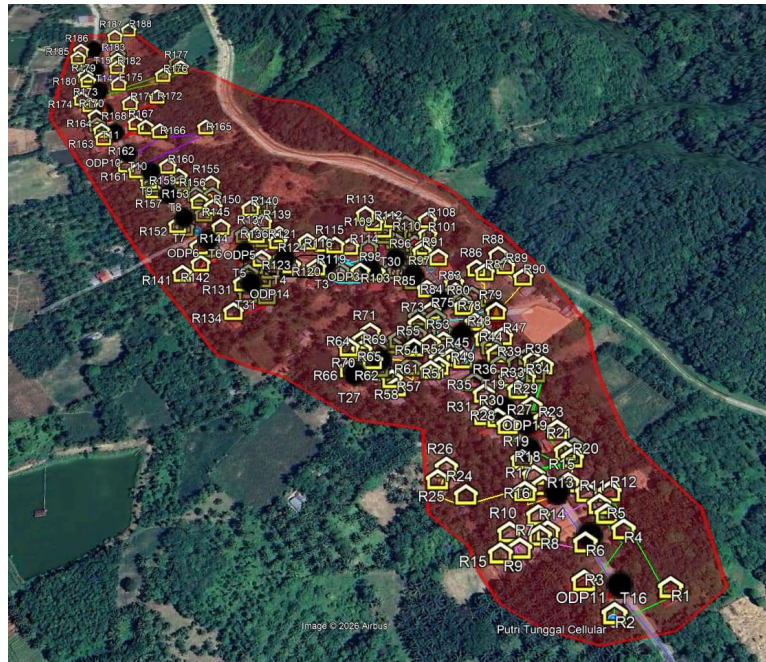
1) HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Jaringan Menggunakan Google Earth Pro

Gambar 4.1 memperlihatkan rancangan topologi jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON yang diterapkan pada wilayah Desa Lundar. Cakupan area perencanaan ditentukan berdasarkan hasil identifikasi lokasi pelanggan dan ditunjukkan oleh garis batas berwarna merah pada peta. Dari proses pendataan lapangan diperoleh sebanyak 188 unit rumah yang berpotensi menjadi pelanggan dan tersebar di sepanjang koridor permukiman desa.

Untuk mendukung layanan akses broadband pada seluruh pelanggan tersebut, direncanakan pembangunan satu perangkat ODC sebagai titik distribusi utama serta beberapa ODP yang berfungsi sebagai titik percabangan menuju pelanggan. Penempatan perangkat distribusi dilakukan dengan mempertimbangkan persebaran pelanggan, efisiensi panjang kabel optik, serta kemudahan akses saat proses instalasi dan perawatan jaringan. Selain itu, rute penarikan kabel dirancang mengikuti jaringan jalan dan jalur yang telah tersedia di lingkungan desa sehingga proses implementasi menjadi lebih

efektif dan seluruh area layanan dapat terhubung dengan jaringan FTTH berbasis GPON secara optimal.



Gambar 4. 1 Perancangan FTTH GPON di Jorong Lundar Pada *Google Earth Pro*

B. Hasil Perancangan Jaringan Menggunakan AutoCAD

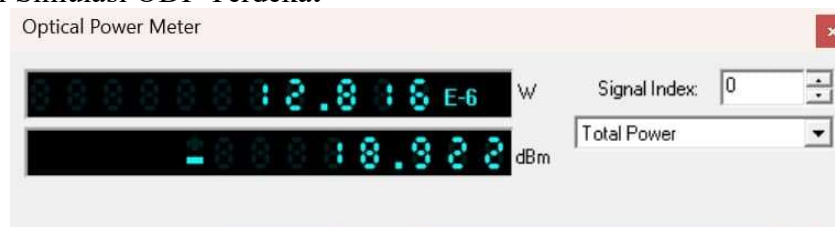
Setelah proses pemetaan wilayah dilakukan menggunakan *Google Earth Pro*, hasil rancangan jaringan kemudian divisualisasikan kembali menggunakan *AutoCAD*. Penggunaan *AutoCAD* bertujuan untuk menghasilkan gambar teknis jaringan yang lebih terstruktur, sehingga posisi perangkat, jalur kabel, dan hubungan antar komponen jaringan dapat ditampilkan dengan lebih jelas.

Perancangan jaringan FTTH berbasis GPON di Desa Lundar menggunakan *AutoCAD*. Berdasarkan hasil perancangan, jaringan terdiri atas 1 unit ODC yang berfungsi sebagai titik distribusi utama, 24 unit ODP sebagai titik pembagi layanan menuju pelanggan, serta 188 homepass yang menjadi target layanan FTTH. Jalur jaringan dirancang mengikuti ruas jalan utama dan kondisi permukiman sehingga pelanggan dapat dijangkau dengan panjang kabel yang lebih efisien.

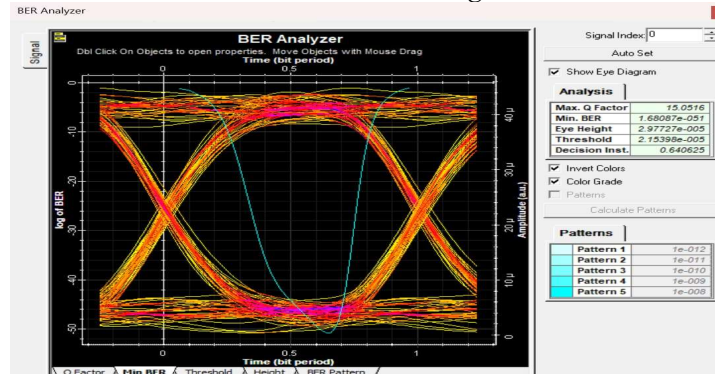
C. Hasil Simulasi OptiSystem

Pada *software Optisystem* akan digunakan untuk simulasi hasil perancangan *Downlink*. Hasil pada *Optisystem* untuk mengukur parameter LPB, BER, dan Q-Factor.

1) Hasil Simulasi ODP Terdekat



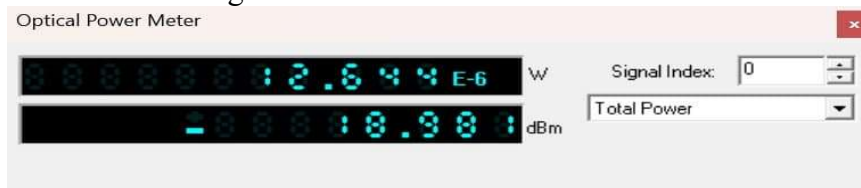
Gambar 4. 2 Hasil Link Power Budget ODP Terdekat



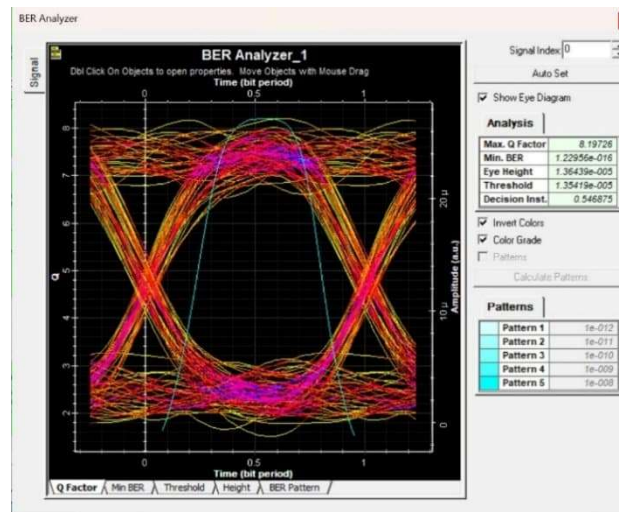
Gambar 4. 3 Diagram BER Analyzer ODP Terdekat

Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh pada gambar 4.3, nilai Q Factor sebesar 8,77036 dan $Bit Error Rate$ (BER) sebesar $8,88503 \times 10^{-19}$. Nilai BER tersebut berada jauh di bawah batas maksimum standar GPON yaitu 10^{-9} , sehingga menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya kesalahan bit selama proses transmisi sangat kecil. Selain itu, nilai Q Factor yang lebih besar dari 6 mengindikasikan bahwa kualitas sinyal yang diterima berada pada kondisi yang baik. Dengan demikian, performansi jaringan FTTH pada ODP terdekat dinyatakan memenuhi standar dan layak untuk diimplementasikan.

2) Hasil Simulasi ODP Tengah



Gambar 4. 4 Hasil Link Power Budget ODP Tengah



Gambar 4. 5 Diagram BER Analyzer ODP Tengah

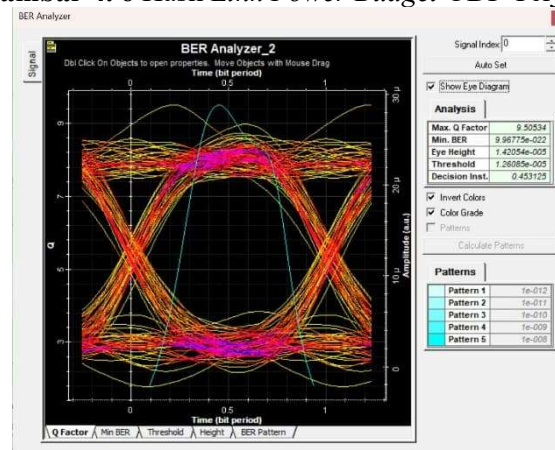
Berdasarkan hasil simulasi pada gambar 4.5 diperoleh nilai Q Factor sebesar 8,19726 dan BER sebesar $1,22956 \times 10^{-16}$. Nilai BER tersebut berada jauh di bawah batas maksimum standar GPON yaitu 10^{-9} , sehingga menunjukkan bahwa tingkat kesalahan transmisi sangat rendah. Selain itu, nilai Q Factor yang lebih besar dari 6 menandakan kualitas sinyal yang diterima masih sangat baik. Oleh karena itu, ODP tengah dinyatakan

memenuhi standar performansi jaringan FTTH berbasis GPON dan layak untuk diimplementasikan.

3) Hasil Simulasi ODP Terjauh



Gambar 4. 6 Hasil Link Power Budget ODP Terjauh



Gambar 4. 7 Diagram BER Analyzer ODP Terjauh

Berdasarkan hasil simulasi pada gambar 4.7, diperoleh nilai *Q Factor* sebesar 9,50534 dan BER sebesar $9,96775 \times 10^{-22}$. Nilai BER tersebut berada jauh di bawah batas maksimum standar GPON yaitu 10^{-9} , sehingga menunjukkan bahwa tingkat kesalahan transmisi sangat rendah. Selain itu, nilai *Q Factor* yang lebih besar dari 6 menandakan kualitas sinyal yang diterima masih sangat baik. Oleh karena itu, ODP terjauh dinyatakan memenuhi standar performansi jaringan FTTH berbasis GPON dan layak untuk diimplementasikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil perancangan jaringan FTTH GPON di Nagari Koto dalam terdapat kesimpulan.

1. Perancangan jaringan FTTH berbasis GPON di Desa Lundar berhasil dilakukan dan mampu melayani 188 *homepass* menggunakan 1 unit ODC dan 24 unit ODP. Penempatan perangkat disesuaikan dengan kondisi geografis, persebaran pelanggan, dan jalur jalan sehingga seluruh pelanggan dapat dijangkau secara efektif.
2. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rancangan jaringan FTTH berbasis GPON telah memenuhi standar kelayakan. Nilai *Received Power* sekitar -18 dBm memenuhi standar *Link Power Budget*, nilai *Rise Time Budget* sebesar 0,27 ns masih di bawah batas PT Telkom sebesar 0,28 ns, serta nilai BER berada di bawah 10^{-9} dengan *Q-Factor* > 6. Dengan demikian, jaringan dinyatakan layak untuk diimplementasikan di Desa Lundar.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Simulasi jaringan dapat dikembangkan tidak hanya pada sisi *downstream*, tetapi juga pada sisi *upstream* agar performansi jaringan dapat dianalisis secara lebih lengkap.
2. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan analisis kebutuhan bandwidth dan proyeksi pertumbuhan pelanggan agar rancangan jaringan FTTH berbasis GPON dapat mendukung kebutuhan layanan dalam jangka panjang.

DAFTAR REFERENSI

Mardhatillah, K., Asril, A. A., Yustini, & Yulindon. (2022). Analisa rugi-rugi sambungan kabel *Drop Core* terhadap performansi jaringan optik di Gedung G Lantai 3 Politeknik Negeri Padang. *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, 7(3), 172–177.

S. Fitri, S. Aulia, dan A. A. Asril, “Perancangan dan Pengukuran Performansi Jaringan *Fiber To The Home* dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* Menggunakan Aplikasi *OptiSystem* di Kelurahan Surau Gadang,” *Jurnal Amplifier*, vol. 11, no. 2, pp. 22–27, 2021.

A. Yuhaneef, A. A. Asril, and D. O. Yanti, “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (Ftth) Menggunakan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (Gpon),” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 179–188, 2023, doi: 10.37365/ebid.v1i2.220.

ITU, “ITU-T Rec. G.984.2 (08/2019) Gigabit-Capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) Layer specification,” pp. 1–50, 2019, [Online]. Available: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11>.

R U. Septima, A. Yolanda, D. Chandra, and V. A. Uzhelia, “Designing Fiber Optic Network Infrastructure with FTTX Configuration Using *Network Development Life Cycle* (NDLC) Method in Solok Regency,” *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 108–114, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.4708. DOI: [10.11591/ijece.v1i1i4.7720]

D. Saptun *et al.*, “Kata Kunci : Bit Error Ratio , Optysistem . Power Link Budget , Rise Time Budget ,” 1988, [Online]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT--vxxZ7uAhXVIEsFHR5uCpkQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fjurnal.untan.ac.id%2Findex.php%2Fjteuntan%2Farticle%2Fdownload%2F41954%2F75676586673&usg=AOvVaw2KAolhBNDhtxRqr>.

Dicky Dunggio, Bambang Panji Asmara, and Syahrir Abdussamad, “Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 28–34, 2021.

A. A. Asril, P. Maria, - Lifwarda, Y. Antonisfia, and R. Hadi, “*Fiber To The Home* (FTTH) Network Design with Addition of *Optical Distribution Point* (ODP) Using the Branching Method,” *Int. J. Adv. Sci. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 95–107, 2023, doi: 10.62527/ijasce.5.2.136.

A. A. Asril, P. Maria, Y. Yustini, H. Setiawan, and N. Nasrul, “*Fiber To The Home* (FTTH) activation system and analysis of *dropcore* cable connection losses on optical

Network performance,” Brill. Res. Artif. Intell., vol. 4, no. 1, pp. 111–120, 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.3815.

T. Horvath, P. Munster, V. Oujezsky, and N. H. Bao, “Passive optical *Networks* progress: A tutorial,” Electron., vol. 9, no. 7, pp. 1–31, 2020, doi: 10.3390/electronics9071081.

Ramadhan, F., Adriansyah, N. M., & Hambali, A. (2024) — *Perancangan Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON Menggunakan Simulasi OptiSystem Studi Kasus: Perumahan Permata Air Dingin Kota Padang*

Putra et al. (2026) — *Analisis Optimasi Desain Jaringan FTTH Berbasis GPON Menggunakan Pemetaan Wilayah pada Area Rural Kerinci Bengkulu Dua, Jambi*

Hidayat et al. (2023) — *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi GPON di Perumahan Grand Kota Bintang*

Saputra et al. (2022) — *Perancangan Infrastruktur Jaringan FTTH GPON pada Wilayah Perumahan Citra Garden City*

Pratama et al. (2023) — *Perancangan Jaringan FTTH Berbasis GPON di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru*

Yuliza et al. (2022) — *Analisis Perencanaan Jaringan FTTH Teknologi GPON pada Area Perumahan Villa Mutiara, Padang*

Wijaya et al. (2024) — *Perancangan dan Analisis Jaringan FTTH Menggunakan GPON di Desa Sukamaju*