

PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON PADA NAGARI KOTO DALAM KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN *OPTISYSTEM*

Aprinal Adila Asril^{1*}, Uzma Septima², Alfhadila³

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

*Penulis Korespondensi: fhadilfhadil27313@gmail.com

Abstract. The availability of fiber-optic broadband infrastructure in Nagari Koto Dalam, VII Koto Padang Sago District, Padang Pariaman Regency, remains limited, particularly in Korong Padang Kabau and Korong Durian Ambalau, which are not yet served by Fiber To The Home (FTTH) networks. This study aims to design and analyze a FTTH network based on Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology to support stable and high-capacity internet access. The research applies the Network Development Life Cycle (NDLC) method, consisting of analysis, design, and simulation prototype stages. Area mapping was conducted using Google Earth Pro, technical network design using AutoCAD, and performance simulation using OptiSystem on the downlink at a wavelength of 1490 nm. The network design employs a tree passive network topology consisting of one mini OLT, five 1:4 splitters at the ODC, 17 ODPs with 1:8 splitters, and 58 poles to serve 133 homepasses. The feeder route from Telkom Sicincin STO to the mini OLT is 13.195 km, while the feeder from the mini OLT to the ODC is 696 meters. Performance analysis of the simulation results includes Link Power Budget (LPB), Bit Error Rate (BER), and Q-Factor at the nearest, middle, and farthest ODPs. The simulation results show LPB values ranging from -16.515 to -16.603 dBm, BER values of 1.68087×10^{-51} to 1.69273×10^{-57} , and Q-Factor values ranging from 15.0516 to 15.939. All parameters meet GPON feasibility standards, indicating that the proposed network design is feasible for implementation. These results support GPON-based FTTH development in Nagari Koto Dalam.

Keywords: FTTH, GPON, Link Power Budget, NDLC, OptiSystem

Abstrak Ketersediaan infrastruktur *broadband* berbasis serat optik di Nagari Koto Dalam, Kecamatan VII Koto Padang Sago, Kabupaten Padang Pariaman masih terbatas, khususnya pada Korong Padang Kabau dan Korong Durian Ambalau yang belum terlayani jaringan *Fiber To The Home* (FTTH). Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis jaringan FTTH berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) untuk mendukung penyediaan akses internet yang stabil dan berkapasitas tinggi. Metode penelitian menggunakan *Network Development Life Cycle* (NDLC) yang meliputi tahap *analysis*, *design*, dan *simulation prototype*. Pemetaan wilayah dilakukan menggunakan *Google Earth Pro*, desain teknis jaringan menggunakan *AutoCAD*, sedangkan simulasi performansi dilakukan menggunakan *OptiSystem* pada arah *downlink* dengan panjang gelombang 1490 nm. Rancangan jaringan menggunakan topologi *tree passive network* yang terdiri dari satu mini OLT, 5 *splitter* 1:4 pada ODC, 17 ODP dengan *splitter* 1:8, dan 58 tiang untuk melayani 133 *homepass*. Jalur feeder dari STO Telkom Sicincin menuju mini OLT memiliki panjang 13,195 km, sedangkan feeder dari mini OLT menuju ODC sepanjang 696 meter. Analisis performansi pada hasil simulasi meliputi *Link Power Budget* (LPB), *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor* pada ODP terdekat, tengah, dan terjauh. Hasil simulasi menunjukkan nilai LPB berkisar antara -16,515 hingga -16,603 dBm, BER sebesar $1,68087 \times 10^{-51}$ hingga $1,69273 \times 10^{-57}$, dan Q-Factor sebesar 15,0516 hingga 15,939. Seluruh parameter tersebut memenuhi standar kelayakan GPON, sehingga rancangan jaringan dinyatakan layak untuk diterapkan. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan jaringan FTTH berbasis GPON di Nagari Koto Dalam untuk mendukung peningkatan kualitas layanan akses internet *broadband* bagi masyarakat.

Kata kunci: FTTH, GPON, *Link Power Budget*, NDLC, *OptiSystem*

1. Pendahuluan

Kemajuan dan perkembangan layanan telekomunikasi telah mendorong meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap akses internet yang cepat, stabil, dan dapat

digunakan kapan saja serta di mana saja. Peningkatan kebutuhan tersebut berdampak pada semakin besarnya kapasitas *bandwidth* yang diperlukan, terutama untuk mendukung layanan multimedia seperti data, suara, dan video. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, serat optik menjadi salah satu media transmisi yang banyak digunakan karena mampu menyediakan jaringan telekomunikasi yang andal. Salah satu bentuk penerapannya adalah jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), yang digunakan untuk menyediakan layanan *broadband* pada wilayah perumahan atau permukiman (Fani & Octamilanov, 2024).

FTTH adalah solusi jaringan akses internet cepat yang menggunakan serat optik. Dengan teknologi ini, kita bisa mendapatkan kapasitas pengiriman data yang tinggi dan layanan yang lebih stabil dibandingkan dengan penggunaan kabel tembaga. Dalam praktiknya, FTTH sering menggunakan teknologi GPON karena dapat dengan baik mendistribusikan layanan data, suara, dan video melalui jaringan optik yang pasif (Haryono et al., 2023). ITU-T G.984.2 adalah standar GPON yang mengatur spesifikasi lapisan fisik jaringan optik pasif. Standar ini mencakup media transmisi, sistem *point-to-multipoint*, dan laju bit *downstream* dan *upstream*. Standar ini digunakan sebagai referensi untuk perancangan jaringan FTTH berbasis GPON ((ITU-T), 2019).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2025, Nagari Koto Dalam merupakan nagari terluas di Kecamatan VII Koto Padang Sago dengan luas wilayah 8,41 km² atau sekitar 26,23% dari total luas kecamatan. Nagari ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.524 jiwa yang terdiri atas 753 laki-laki dan 771 perempuan, masyarakat Nagari Koto Dalam telah didukung oleh berbagai layanan publik, seperti pemerintahan nagari, layanan pendidikan, layanan kesehatan, serta layanan komunikasi. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya infrastruktur telekomunikasi yang mampu menyediakan akses internet berkapasitas tinggi, stabil, dan andal untuk mendukung penyelenggaraan layanan publik serta aktivitas digital masyarakat (Pariaman, 2025).

Berdasarkan hasil survei lapangan, Korong Padang Kabau dan Korong Durian Ambalau di Nagari Koto Dalam belum terlayani jaringan FTTH, sehingga masyarakat masih mengandalkan jaringan seluler untuk mengakses layanan internet. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan infrastruktur akses berbasis serat optik yang mampu menyediakan layanan *broadband* dengan kapasitas yang lebih besar, koneksi yang lebih stabil, serta latensi yang lebih rendah. Oleh karena itu, perancangan jaringan FTTH berbasis GPON menjadi langkah yang diperlukan untuk mendukung pemenuhan kebutuhan layanan digital masyarakat yang lebih optimal di Nagari Koto Dalam.

Perancangan jaringan FTTH berbasis GPON pada penelitian ini mengacu pada layanan IndiHome PT Telkom Indonesia karena wilayah Nagari Koto Dalam dilayani oleh STO Telkom Sicincin sebagai sentral telekomunikasi terdekat, yang dimana PT. Telkom sendiri mempunyai standar untuk menentukan kelayakan jaringan yaitu LPB yaitu 13 –28 dB dan RTB bernilai 0.28ns (Mahjud et al., 2022). Dalam penelitian ini, metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) digunakan sebagai pendekatan untuk mendukung proses perancangan jaringan FTTH berbasis GPON secara terstruktur, sehingga rancangan jaringan yang dihasilkan dapat dianalisis dan dievaluasi berdasarkan

parameter *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor*. Selain itu, penelitian ini juga menyusun *Bill of Quantity* (BOQ) sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan perangkat, material, serta estimasi biaya pengadaan perangkat dan material berdasarkan hasil perancangan jaringan FTTH berbasis GPON di Nagari Koto Dalam.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan rancangan jaringan FTTH berbasis GPON yang layak secara teknis dan sesuai dengan kebutuhan wilayah penelitian. Hasil perancangan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan infrastruktur jaringan akses *broadband* yang stabil, efisien, dan berkualitas bagi masyarakat di Nagari Koto Dalam.

2. Landasan Teori

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). Kabel serat optik terdiri dari tiga bagian utama yaitu *core*, *cladding* dan *coating*. Masing-masing memiliki fungsi yang berbeda:

1) Core (inti)

adalah komponen utama serat optik yang berfungsi sebagai jalur bagi perambatan gelombang cahaya dari sumber optik. Komponen ini umumnya terbuat dari kaca silika berkualitas tinggi untuk memastikan transmisi cahaya dengan kerugian yang rendah.

2) Cladding (selubung)

adalah lapisan yang mengelilingi inti dan berfungsi sebagai batas pemantul cahaya. *Cladding* memiliki indeks bias yang lebih rendah daripada inti, sehingga cahaya yang merambat di dalam inti mengalami refleksi internal total dan tetap dipandu hingga mencapai ujung serat optik.

3) Coating

adalah lapisan pelindung luar yang melindungi serat optik dari kerusakan mekanis dan pengaruh lingkungan. Lapisan ini biasanya terbuat dari plastik dan juga digunakan sebagai penanda warna untuk membedakan setiap serat atau tabung dalam kabel serat optik (Modul et al., 2024).

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 (Jarlokaf), 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). Adapun komponen atau elemen perangkat yang dipakai dalam FTTH adalah

1) *Optical Line Termination (OLT)*

Merupakan perangkat utama pada jaringan GPON yang berfungsi sebagai titik akhir layanan di sisi pusat jaringan. Perangkat ini menyediakan antarmuka antara jaringan akses optik dengan penyedia layanan, seperti layanan data, suara, dan video. Fungsi utama OLT adalah mengubah sinyal listrik dari jaringan penyedia layanan menjadi sinyal optik yang kemudian ditransmisikan melalui jaringan serat optik berbasis GPON.

2) *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

Merupakan perangkat distribusi yang menghubungkan kabel feeder dari OLT menuju jaringan distribusi. ODC berfungsi sebagai tempat terminasi, penyambungan, dan pembagian sinyal optik pada jaringan serat optik. Perangkat ini umumnya berbentuk kabinet atau dome yang di dalamnya terdapat *splitter*, sambungan *splicing*, konektor, serta ruang manajemen kabel dengan kapasitas tertentu (Armenda, Annisa; Septima, Uzma; Yolanda, Amelia; Asril, Aprinal Adila; Adrian, 2025).

3) *Optical Distribution Point (ODP)*

Merupakan perangkat distribusi lanjutan dari ODC yang berfungsi sebagai titik penghubung menuju perangkat pelanggan, yaitu *Optical Network Termination (ONT)* atau *Optical Network Unit (ONU)*. ODP dapat dilengkapi dengan ruang *splitter*, adaptor konektor, optical *pigtail*, serta ruang manajemen serat optik dengan kapasitas tertentu untuk mendukung proses distribusi layanan ke pelanggan.

4) *Optical Network Termination (ONT)*

ONT merupakan perangkat aktif yang berada di sisi pelanggan dan berfungsi menyediakan antarmuka layanan data, suara, maupun video. ONT menerima sinyal optik yang dikirimkan dari OLT melalui jaringan GPON, kemudian mengubah sinyal optik tersebut menjadi sinyal listrik agar dapat digunakan oleh perangkat pelanggan.

5) Konektor

Konektor merupakan komponen pendukung pada kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung pada ujung terminal kabel. Komponen ini digunakan untuk menyambungkan kabel serat optik dengan perangkat optik atau komponen jaringan lainnya. Konektor memiliki beberapa jenis dan bentuk yang disesuaikan dengan kebutuhan serta standar implementasi jaringan yang digunakan (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) 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 2.2 di bawah berikut.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Serat Optik

Parameter	Spesifikasi
Attenuation at 1310 nm	≤ 0.35 dB/km
Attenuation at 1490 nm	≤ 0.28 dB/km

Parameter	Spesifikasi
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)

3) Konektor

Konektor terdapat dua jenis konektor yang umum digunakan, yaitu SC/UPC (*Subscriber Connector/Ultra Physical Contact*) dan SC/APC (*Subscriber Connector/Angled Physical Contact*). Perbedaan utama kedua konektor tersebut terletak pada bentuk ujung serat optiknya. Konektor SC/UPC memiliki ujung serat yang dipoles secara datar atau tanpa sudut, sedangkan konektor SC/APC memiliki ujung serat yang dipoles dengan sudut tertentu. Standar redaman untuk konektor SC/UPC adalah 0,25 dB/pcs, sedangkan konektor SC/APC memiliki standar redaman sebesar 0,35 dB/pcs. Dalam penerapannya, konektor SC/UPC umumnya digunakan pada perangkat pasif dari sisi OLT hingga roset, sedangkan konektor SC/APC digunakan pada perangkat aktif yang terhubung ke ONT (Achmad et al., 2019).

4) Sambungan

Sambungan atau *splice* pada jaringan serat optik menimbulkan redaman tambahan yang perlu diperhitungkan dalam analisis *Link Power Budget*. Pada penelitian ini, nilai redaman *splice* yang digunakan adalah sebesar 0,1 dB untuk setiap titik sambungan.

5) Passive Splitter

Passive splitter merupakan perangkat pasif pada jaringan serat optik yang berfungsi untuk membagi sinyal optik atau gelombang cahaya ke beberapa jalur keluaran. Masing-masing Passive Splitter mempunyai redaman (rugi daya) (Teknik et al., 2021). Seperti pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Redaman *Passive Splitter* (Teknik et al., 2021)

Jumlah Port	Redaman
Spliter 1:4	3,70 dB
Spliter 1:4	7.25 dB
Spliter 1:8	10.38 dB

Jumlah Port	Redaman
Spliter 1:16	14.10 dB
Spliter 1:32	17.45 dB

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.

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

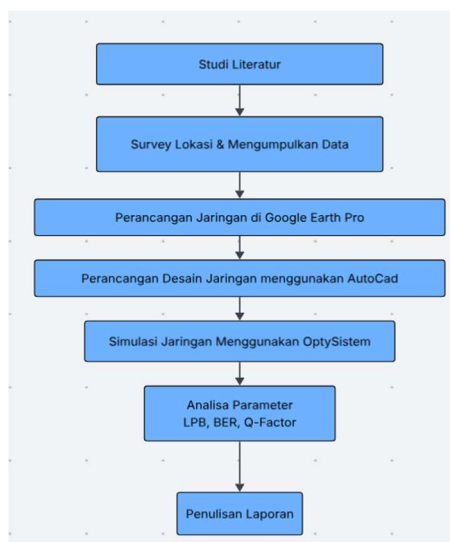
Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah *Network Development Life Cycle* (NDLC). Metode NDLC digunakan karena sesuai untuk penelitian yang berfokus pada perancangan dan analisis jaringan, khususnya jaringan FTTH dengan teknologi GPON. Melalui metode ini, proses penelitian dapat 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.

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:

1) Studi Literatur

Pengumpulan referensi yang berkaitan dengan jaringan FTTH teknologi GPON, standar ITU-T G.984, parameter kelayakan jaringan, serta penggunaan perangkat lunak

Google Earth, *AutoCAD*, dan *OptiSystem*. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori dan acuan dalam proses perancangan serta analisis jaringan.

2) Survei Lokasi Dan Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan pengamatan kondisi wilayah, identifikasi calon pelanggan, penentuan titik perangkat jaringan, serta pengumpulan data jarak dan kebutuhan jaringan. Data yang diperoleh dari survei digunakan sebagai dasar dalam menentukan jalur jaringan FTTH yang akan dirancang di Nagari Koto Dalam.

3) Perancangan Jaringan Menggunakan Google Earth.

Tahap ini bertujuan untuk memetakan lokasi penelitian, menentukan jalur kabel feeder, kabel distribusi, posisi ODC, ODP, serta titik pelanggan. *Google Earth* digunakan untuk membantu pengukuran jarak dan penentuan rute jaringan berdasarkan kondisi geografis wilayah.

4) Perancangan Desain Jaringan Menggunakan *AutoCAD*.

Tahap ini, hasil perancangan dari *Google Earth* digambarkan kembali dalam bentuk desain teknis yang lebih terstruktur. *AutoCAD* digunakan untuk menampilkan topologi jaringan, jalur kabel, posisi perangkat, serta keterangan komponen jaringan FTTH agar rancangan lebih mudah dianalisis dan dipahami.

5) Simulasi Jaringan Menggunakan *Optisystem*.

Rancangan jaringan FTTH berbasis GPON yang telah dibuat kemudian dimodelkan ke dalam perangkat lunak *OptiSystem*. Simulasi dilakukan untuk mengetahui performansi jaringan secara teknis sebelum dilakukan implementasi. Setelah simulasi dilakukan.

6) Analisis Parameter Jaringan.

Menganalisis kelayakan rancangan berdasarkan parameter *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Bit Error Rate* (BER), dan Q-Factor. LPB digunakan untuk mengetahui total redaman dan daya terima jaringan, RTB digunakan untuk menganalisis kemampuan transmisi terhadap pengaruh dispersi, sedangkan BER dan Q-Factor digunakan untuk menilai kualitas sinyal hasil simulasi.

7) Menghitung *Bill Of Quantity* (BOQ).

Perhitungan BOQ dilakukan untuk mengetahui estimasi kebutuhan perangkat dan material yang digunakan dalam perancangan jaringan FTTH, seperti kabel optik, ODC, ODP, *splitter*, konektor, tiang, dan perangkat pendukung lainnya.

8) Penulisan Laporan.

Yaitu menyusun seluruh hasil penelitian mulai dari studi literatur, survei lokasi, perancangan jaringan, simulasi, analisis parameter, hingga perhitungan BOQ ke dalam bentuk laporan Tugas Akhir. Setelah seluruh tahapan selesai dilakukan, maka diperoleh hasil akhir berupa rancangan dan analisis jaringan FTTH dengan teknologi GPON pada Nagari Koto Dalam menggunakan *OptiSystem*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Jaringan Menggunakan *Google Earth Pro*

Berdasarkan hasil pemetaan, jalur feeder backbone/backhaul dirancang dari STO Telkom Sicincin menuju Mini OLT dengan panjang sekitar 13,195 km. Kabel feeder dari

mini OLT sepanjang 696 meter ke ODC tersebut berfungsi sebagai jalur utama yang menghubungkan pusat layanan menuju titik distribusi jaringan. Pada gambar hasil pemetaan, sehingga rancangan jalur lebih sesuai dengan kondisi lapangan, Dari titik ODC, jaringan kemudian dibagi menjadi 3 jalur distribusi utama yang mengarah ke titik-titik ODP pada wilayah layanan. Jalur distribusi tersebut dirancang mengikuti sebaran calon pelanggan dan akses jalan yang tersedia agar penarikan kabel optik lebih teratur dan efisien. Pada rancangan ini digunakan sebanyak 5 splitter 1:4 pada ODC dan 17 ODP aktif dengan konfigurasi splitter 1:8. Dengan konfigurasi tersebut, kapasitas maksimum layanan yang dapat disediakan adalah 136 pelanggan, sedangkan jumlah rumah yang terdata sebanyak 133 *homepass*. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah ODP yang dirancang telah mencukupi kebutuhan pelanggan potensial pada wilayah perancangan. Berikut hasil Perancangan FTTH di Nagari Koto dalam pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Perancangan FTTH GPON di Nagari Koto Dalam 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.

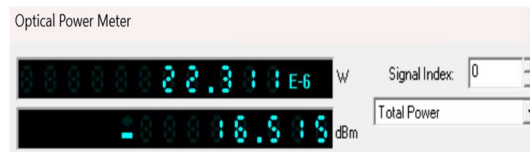
Hasil perancangan pada *AutoCAD*, jaringan FTTH berbasis GPON di Nagari Koto Dalam menggunakan topologi *tree passive network*. Pada rancangan ini terdapat 1 unit STO/OLT yang terletak di Plaza Telkom Sicincin, 5 unit ODC 1:4 yang terletak di depan SD Ambalau Koto Dalam, yang mana titik tersebut dipilih karna terletak di tengah-tengah dari daerah perancangan, lau juga terdapat sebanyak 17 unit ODP, 58 tiang yang akan digunakan untuk memenuhi sekitar 133 *homepass*. Jalur feeder dari STO/OLT menuju mini OLT memiliki panjang 13,195 km. Lalu panjang feeder dari mini OLT ke ODC sepanjang 696 meter. Selanjutnya, jaringan dari ODC dibagi menjadi tiga jalur distribusi utama, yaitu Distribusi 1 sepanjang 0,289 km, Distribusi 2 sepanjang 0,684 km, dan Distribusi 3 sepanjang 1,055 km.

C. Hasil Simulasi OptiSystem

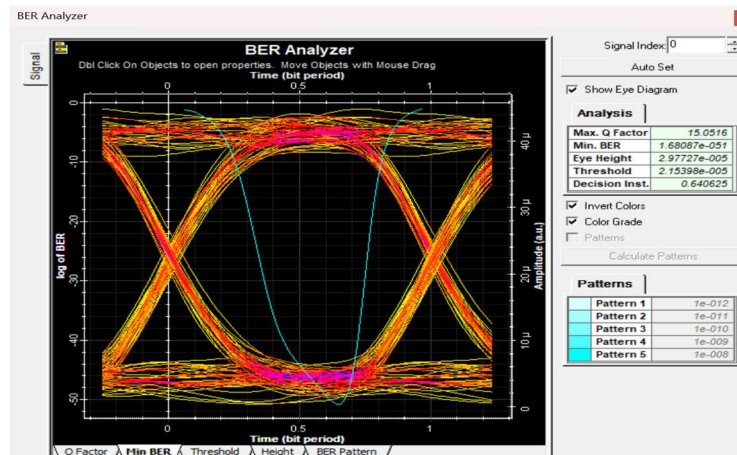
Pada *software Optisystem* akan digunakan untuk simulasi hasil perancangan *Downlink*. Hasil pada Optisystem untuk mengukur parameter LPB, BER, dan Q-Factor.

1) Hasil Simulasi ODP Terdekat

PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON PADA NAGARI KOTO DALAM KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN OPTISYSTEM



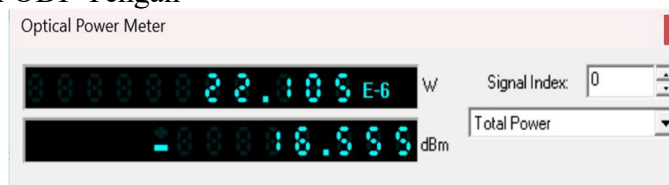
Gambar 4. 2 Hasil *Link Power Budget* ODP Terdekat



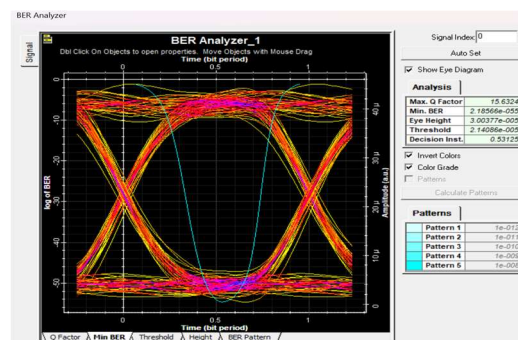
Gambar 4. 3 Diagram *BER Analyzer* ODP Terdekat

Berdasarkan hasil pengukuran LPB pada Gambar 4.2 dan *BER Analyzer* pada Gambar 4.3, didapatkan nilai LPB pada jalur *Downlink* dari mini OLT ke ONT sebesar -16,515, nilai BER sebesar $1,68087 \times 10^{-51}$ dan nilai Q-factor sebesar 15,0516 pada jalur distribusi 1 ODP Terdekat.

2) Hasil Simulasi ODP Tengah



Gambar 4. 4 Hasil *Link Power Budget* ODP Tengah



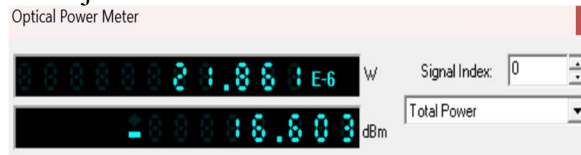
Gambar 4. 5 Diagram *BER Analyzer* ODP Tengah

Berdasarkan hasil pengukuran LPB pada Gambar 4.4 dan *BER Analyzer* pada Gambar 4.5, didapatkan nilai LPB pada jalur *Downlink* dari OLT ke ONT pada ODP

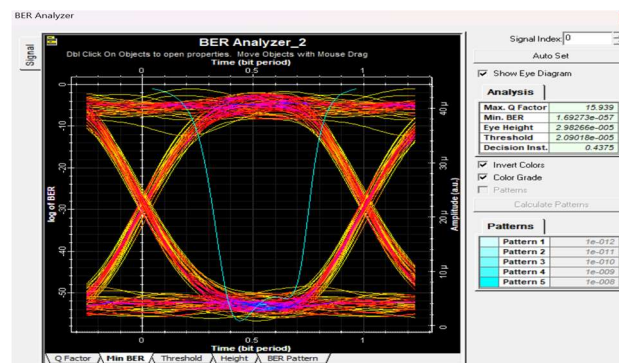
PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON PADA NAGARI KOTO DALAM KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN OPTISYSTEM

Tengah sebesar -16,555, nilai BER sebesar $2,1856 \times 10^{-55}$ dan nilai Q -factor sebesar 15,6324.

3) Hasil Simulasi ODP Terjauh



Gambar 4. 6 Hasil *Link Power Budget* ODP Terjauh



Gambar 4. 7 Diagram *BER Analyzer* ODP Terjauh

Berdasarkan hasil pengukuran LPB pada Gambar 4.6 dan *BER Analyzer* pada Gambar 4.7 jalur ODP terjauh didapatkan nilai LPB pada jalur *Downlink* dari OLT ke ONT sebesar -16,603, nilai BER sebesar $1,6927 \times 10^{-57}$ dan nilai Q -factor sebesar 15,939.

Tabel 4. 1 Hasil *Optisystem Downlink*

Distribusi 1 (ODP)	Jarak OLT-ONT(KM)	BER	Q -Factor	LPB (dBm)	Keterangan
Terdekat	0,754	$1,68087 \times 10^{-51}$	15,0516	-16,515	Layak
Tengah	0,898	$2,18566 \times 10^{-55}$	15,6324	-16,555	Layak
Terjauh	1,070	$1,69273 \times 10^{-57}$	15,939	-16,603	Layak

Berdasarkan Tabel 4.1 hasil simulasi nilai LPB berkisar antara -16,515 dBm hingga -16,603 dBm, nilai BER antara $1,68087 \times 10^{-51}$ hingga $1,69273 \times 10^{-57}$, dan nilai Q -Factor antara 15,0516 hingga 15,939. Seluruh parameter memenuhi standar kelayakan GPON.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Telah berhasil dirancang jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah Korong Padang Kabau dan Korong Durian Ambalau, Nagari Koto Dalam. Hasil perancangan

menunjukkan jaringan menggunakan 1 mini OLT, ODC dengan 5 splitter 1:4, 17 ODP dengan splitter 1:8, serta 58 tiang untuk melayani 133 *homepass*.

2. Hasil perhitungan dan simulasi menunjukkan nilai Daya terima sebesar -16,515 hingga -16,603 dBm, BER pada orde 10^{-51} hingga 10^{-57} , *Q-Factor* sebesar 15,0516 hingga 15,939, Secara keseluruhan, parameter LPB, BER, RTB, dan *Q-Factor* memenuhi standar GPON, sehingga rancangan jaringan dinyatakan layak untuk diterapkan.

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

- (ITU-T), I. T. U. (2019). Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) Layer Specification. In *Recommendation ITU-T G.984.2*.
- Achmad, A. D., Ananda, A., Elektro, D. T., Hasanuddin, U., Telekomunikasi, A. J. A., Play, B. L. T., Optik, C. S., & Pendahuluan, I. (2019). *Pengaruh Kualitas Jaringan IndiHome Terhadap Customer Experience*. 1, 67–72.
- Armenda, Annisa; Septima, Uzma; Yolanda, Amelia; Asril, Aprinal Adila; Adrian, F. (2025). Analisis Redaman Kabel pada Perangkat ODC dan ODP dalam Modul Trainer Jaringan Fiber to the Home. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(3S1), 1716–1725. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.8052>
- Asril, A. A., Setiawan, H., Maria, P., & Rifka, S. (2023). *Installation and Activation of Fiber To The Home (FTTH) Networks and Macrobending Problems in the Feeder Cable Segment*. 3(2), 134–143.
- Dunggio, D. (2021). *Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah*. 3, 28–33.
- Fani, M., & Octamilanov, D. (2024). Implementasi Jaringan dan Uji Kelayakan Fiber To The Home (FTTH) pada Cluster Rananta. *Jurnal Applied Multimedia and Networking (JAMN)*, 8(1), 102–111. <https://doi.org/10.30871/jamn.v8i1.7952>
- Hafizt, R., & Warman, A. (2021). *Implementasi dan Perfomansi Jaringan Fiber To The Home dengan Teknologi*. 18(2), 53–58.
- Haryono, H., Mukiman, K., & Masruri, F. H. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Report Redaman Pada Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT. Telkom Akses Cibitung. *Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer (JASIEK)*, 5(2), 157–164.
- Mahjud, I., Nirwana, H., Andhika, A., Mimsyad, M., & Litha, A. (2022). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT . Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba. *Jurnal Teknologi Elekerika*, 19(2), 123–129. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31963/elekerika.v6i2.3803>
- Modul, P., Sistem, T., Kabel, R., Dengan, O., Akhir, T., & Farhan, M. F. (2024). *PROGRAM STUDI D4 TEKNIK TELEKOMUNIKASI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO*.
- Muharor, A., Panjiasmara, B., & Bonok, Z. (2019). *ANALISIS PENTRANSMISIAN FIBER OPTIK SALURAN UDARA PADA PANJANG GELOMBANG 1310 nm Dari Optical Distribution Point (ODP) – Optical Network Termination (ONT)*. 1.

**PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON PADA NAGARI
KOTO DALAM KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN OPTISYSTEM**

- Muhtar, S. R. (2021). *Perancangan Jaringan FTTH Menggunakan Aplikasi Optisystem, Tabel BOQ dan Kurva S*. Universitas Hasanuddin.
- Pariaman, B. P. S. K. P. (2025). Kecamatan VII Koto Padang Sago Dalam Angka 2025. *Kecamatan VII Koto Padang Sago Dalam Angka*, 15, xxviii–164. <https://padangpariamankab.bps.go.id>
- Rahmi, F. J. (2025). *Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) Berbasis Gigabit Passive Optical Network (GPON) dengan Penambahan Optical Distribution Cabinet (ODC) di Perumahan Eka Jaya Permata*. Politeknik Negeri Padang.
- Ridho, S., Andra, S., Nikken, D., Sirin, S., & Apriono, C. (2020). *Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban*. 9(1), 94–103.
- Septima, U., Yolanda, A., Chandra, D., & Uzhelia, V. A. (2025). Designing Fiber Optic Network Infrastructure with FTTX Configuration Using Network Development Life Cycle (NDLC) Method in Solok Regency. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 5(1), 108–114. <https://doi.org/https://doi.org/10.47709/brilliance.v5i1.4708> Designing
- Teknik, J., Fakultas, E., Semarang, U., Hermawan, T., & Prasetyo, D. (2021). *PERANCANGAN DAN ANALISA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DI PERUMAHAN SANG RATU RESIDENCE*.
- Utami, A. R., Rahmayanti, D., & Azyati, Z. (2022). Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bhumi Nirwana Balikpapan Utara. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 67–77. <https://doi.org/10.22373/crc.v6i1.11841>