

ANALISA DAN SIMULASI PERANCANGAN JARINGAN FTTH DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI XGPON DI PERUMAHAN GREEN CAGAR CITY

1st Muhammad Hafizh K

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro

Telkom University Bandung, Indonesia

mhafizhkurniawan@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dhoni Putra Setiawan

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro

Telkom University Bandung, Indonesia

setiawandhoni@telkomuniversity.ac.id

3rd Aisyah Novfitri

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro

Telkom University Bandung, Indonesia

aisyahnovf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Perumahan Green Cagar City di wilayah suburban Kota Depok sedang dalam tahap pembangunan dan membutuhkan jaringan internet serta layanan Triple Play dengan kecepatan transfer data yang tinggi. Penelitian ini membahas perancangan jaringan FTTH (Fiber To The Home) menggunakan teknologi XG-PON untuk mendukung kebutuhan tersebut. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan simulasi dengan aplikasi OptiSystem untuk merancang jaringan FTTH, termasuk pembuatan jalur kabel dan pemilihan perangkat dengan mempertimbangkan parameter seperti Link Power Budget (LPB), Rise Time Budget (RTB), Bit Error Rate (BER), Signal to Noise Ratio (SNR), dan Q-Factor berdasarkan standar ITU-T G.987. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai LPB downstream untuk jarak terdekat adalah -26,292 dBm, sementara untuk jarak terjauh adalah -26,319 dBm, yang masih memenuhi standar ITU-T G.987.2 sebesar -28 dBm. Untuk Rise Time Budget, nilai batas waktu adalah 0,07 ns pada link downstream dan 0,35 ns pada link upstream dengan pengkodean NRZ. Hasil simulasi menunjukkan nilai 0,050346 ns untuk downstream dan 0,050087 ns untuk upstream, yang berada dalam batas aman dan menunjukkan performa jaringan yang baik.

Kata kunci— FTTH, XG-PON, LPB, RTB, BER.

Abstract— Green Cagar City housing in the suburban area of Depok City is currently under development and requires an internet network as well as Triple Play services with high data transfer speeds. This study discusses the design of an FTTH (Fiber To The Home) network using XG-PON technology to support these needs. In this research, the author uses simulations with the OptiSystem application to design the FTTH network, including cable routing and device selection, considering parameters such as Link Power Budget (LPB), Rise Time Budget (RTB), Bit Error Rate (BER), Signal to Noise Ratio (SNR), and Q-Factor based on ITU-T G.987 standards. The simulation results show that the LPB downstream value for the shortest distance is -26.292 dBm,

while for the longest distance, it is -26.319 dBm, which still meets the ITU-T G.987.2 standard of -28 dBm. For the Rise Time Budget, the time limit value is 0.07 ns on the downstream link and 0.35 ns on the upstream link with NRZ encoding. The simulation results indicate values of 0.050346 ns for downstream and 0.050087 ns for upstream, which are within safe limits and demonstrate good network performance.

Keywords— FTTH, XG-PON, LPB, RTB, BER.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan layanan teknologi informasi dan komunikasi semakin meningkat, terutama dalam akses data untuk audio, gambar, dan video (triple play), yang kini menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari. Transfer data yang cepat sangat diperlukan, namun kabel koaksial dan tembaga memiliki keterbatasan dalam memenuhi kebutuhan akses data skala besar. Teknologi serat optik, khususnya FTTH (Fiber To The Home), menjadi solusi terbaik karena mampu mentransmisikan data dengan bit rate yang cepat dan stabil hingga ke pelanggan. Salah satu implementasi FTTH yang unggul adalah XG-PON, yang merupakan pengembangan dari G-PON dengan kecepatan upstream dan downstream lebih tinggi, menjadikannya solusi optimal untuk layanan triple play. Perumahan Green Cagar City di wilayah suburban Kota Depok yang sedang dibangun membutuhkan jaringan internet dengan transfer data cepat, sehingga penelitian ini merancang jaringan FTTH berbasis XG-PON menggunakan simulasi OptiSystem. Perancangan ini melibatkan jalur kabel dan pemilihan perangkat dengan mempertimbangkan parameter seperti Link Power Budget (LPB), Rise Time Budget (RTB), Bit Error Rate (BER), Signal to Noise Ratio (SNR), dan Q-Factor sesuai standar ITU-T G.987.

II. KAJIAN TEORI

2.1 Fiber Optic

Fiber optik adalah kabel transmisi berbahan serat kaca berdiameter kurang dari 200 mikrometer yang mentransmisikan data menggunakan cahaya. Cahaya tetap terjebak di dalam serat optik karena perbedaan indeks bias antara kaca dan udara. Dalam sistem komunikasi serat optik, terdapat dua sumber cahaya utama, yaitu LED (*Light Emitting Diodes*) dan LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Dengan kecepatan transmisi yang sangat tinggi, fiber optik menjadi media komunikasi yang efisien dan andal.

2.2 Dasar dasar XG-PON

XG-PON adalah teknologi akses broadband berbasis serat optik yang dikembangkan dalam standar ITU-T G.987. Keunggulannya terletak pada bandwidth tinggi, dengan kecepatan downstream 10 Gbps dan upstream 2,5 Gbps tanpa kehilangan bandwidth. Sistem ini menggunakan satu perangkat di pusat yang mendistribusikan layanan Triple Play (VoIP, TV digital berbayar, dan internet) melalui satu core kabel optik ke pelanggan.

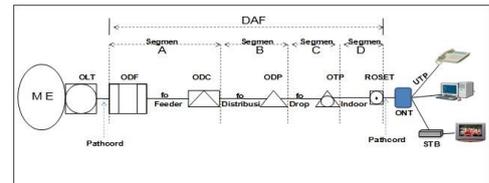
No	Item	Spesifikasi
1	Kecepatan Data	Upstream 2,5 Gbps Downstream 10 Gbps
2	Power budget	≥ -28 db
3	Serat Optik	Standarisasi ITU-T G.987
4	Panjang Gelombang	Downstream 1577 nm Upstream 1270 nm
5	Jarak Serat Optik	20 M

2.3 Fiber To The Home

FTTH adalah salah satu bentuk penerapan teknologi transmisi fiber optik dalam jaringan FTTx, yang memungkinkan transmisi data dengan kecepatan tinggi dan stabil hingga ke rumah pengguna. Layanan seperti IndiHome dan First Media adalah contoh implementasi teknologi ini. Konfigurasi Jaringan Lokal Akses Fiber (JARLOKAF) memiliki kesamaan dengan jaringan akses tembaga, yang terdiri dari beberapa segmen catuan, termasuk kabel feeder, distribusi, drop, dan indoor. Selain itu, jaringan ini juga memerlukan perangkat aktif seperti Optical Line Terminal (OLT) dan ONU/ONT untuk mendukung konektivitas *triple play*.

2.4 Komponen FTTH

Berikut adalah gambar Segmen A- D [3].



Gambar 1 Konfigurasi FTTH

Gambar 1. Segmen A sampai D. Komponen FTTH XG-PON:

a. Optical Line Terminal (OLT)

Optical Line Terminal (OLT) adalah perangkat dalam Active Optical Network (AON) yang berada di pusat layanan (central office). Fungsinya sebagai antarmuka antara pusat jaringan dan satu atau lebih jaringan distribusi optik yang terhubung.[4]

b. Optical Distribution Frame (ODF)

Optical Distribution Frame (ODF) adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik terminasi awal kabel serat optik serta sebagai penghubung antara kabel outdoor dan indoor.[3] Perangkat ini memiliki struktur mekanik berupa rak, shelf, atau bentuk lain yang berfungsi sebagai penyangga kabel serat optik dan elemen pasif lainnya. Selain itu, ODF dilengkapi dengan fiber organizer untuk merapikan serta melindungi komponen di dalamnya.[4]

c. Kabel Fiber Optic (Feeder)

Kabel feeder adalah kabel serat optik yang diterminasi pada Optical Distribution Frame (ODF) dan Optical Distribution Cabinet (ODC), berfungsi sebagai penghubung antara kedua perangkat tersebut.[3]

d. Optical Distribution Cabinet (ODC)

Optical Distribution Cabinet (ODC) berfungsi sebagai titik terminasi ujung kabel feeder dan awal kabel distribusi, mengonversi kabel berkapasitas besar (feeder) menjadi kabel berkapasitas lebih kecil (distribusi). Selain itu, ODC juga berperan sebagai tempat pembagi sinyal optik (splitter) serta titik penyambungan kabel.[3] Sebagai bagian dari Passive Optical Network (PON), ODC dipasang di luar pusat layanan, baik di area terbuka (outdoor) maupun dalam ruangan (indoor).[4]

e. Optical Distribution Point (ODP)

Optical Distribution Point (ODP) adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir terminasi kabel distribusi dan titik awal untuk kabel drop.[3] Sebagai perangkat pasif, ODP dipasang di luar Sentral Telepon Otomatis (STO) dan dapat ditempatkan di area terbuka (outdoor) maupun di dalam ruangan (indoor), termasuk dalam gedung HRB.[4]

f. Kabel Distribusi

Kabel distribusi memiliki fungsi yang serupa dengan kabel feeder, yaitu mentransmisikan sinyal optik dari Optical Distribution Cabinet (ODC) hingga Optical Distribution Point (ODP).[3]

g. Optical Network Terminal (ONT)

Optical Network Terminal (ONT) adalah perangkat di sisi pelanggan yang berfungsi sebagai antarmuka untuk data, suara, dan video. Peran utamanya adalah menerima lalu lintas dalam format optik dan mengonversinya ke bentuk yang sesuai, seperti data, suara, atau video.[4]

2.5 Optisystem

OptiSystem adalah perangkat lunak simulasi untuk merancang, menguji, dan mengoptimalkan berbagai jenis sistem komunikasi optik di lapisan fisik jaringan, mulai dari penyiaran video analog hingga jaringan antarbenua. Simulator ini berbasis pemodelan realistis komunikasi serat optik dengan lingkungan simulasi yang canggih dan struktur komponen yang hierarkis. OptiSystem juga dapat diperluas dengan komponen tambahan serta terintegrasi dengan berbagai alat desain seperti OptiAmplifier dan OptiBPM dari Optiwave.[5]

2.6 Google Earth

Google Earth adalah platform eksplorasi geografis yang menyajikan citra satelit dan udara, topografi, batimetri laut, serta berbagai data geografis yang dapat diakses secara online. Secara umum, Google Earth memungkinkan pengguna untuk menjelajahi dan mempelajari dunia melalui globe virtual.[6]

2.6 Parameter Kelayakan Rancangan

1. Link Power Budget (LPB)

Power Link Budget (PLB) adalah estimasi daya yang dihitung untuk memastikan bahwa daya yang diterima tetap di atas atau sama dengan ambang minimum. Perhitungan PLB mengikuti standar ITU-T G.948 dan digunakan untuk menentukan total redaman yang diperbolehkan sepanjang jalur optik dari pusat hingga pengguna akhir. Sebagai parameter utama dalam perencanaan jaringan serat optik, perhitungan PLB bertujuan memastikan daya yang cukup agar informasi tetap dapat diterima tanpa kehilangan sinyal.[7]

$$\alpha_{total} = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + SP \quad (2.1)$$

Keterangan:

α_{total} : Redaman daya total [dB]

L : Panjang link [km]

α_{serat} : Redaman serat optik

N_c : Jumlah konektor

α_c : Loss konektor [dB/buah]

N_s : Jumlah sambungan

α_s : Redaman sambungan [dB/sambungan]

SP : Redaman splitter [dB]

Selanjutnya, daya yang diterima pada detektor dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$PR_x = PT_x - \alpha_{total} - MS \quad (2.2)$$

Keterangan:

PR_x : Daya terima detektor [dBm]

PT_x : Daya optis yang dipancarkan dari sumber ujung

serat [dBm]

α_{total} : Redaman daya total [dB]

MS : Margin sistem [6-8 dB]

Selain itu, margin daya sistem dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$M = (PT_x - PR_x) - \alpha_{total} - MS \quad (2.3)$$

Keterangan:

M : Margin Daya

PT_x : Daya optis yang dipancarkan dari sumber ujung

serat [dBm]

PR_x : Daya terima detektor [dBm]

α_{total} : Redaman daya total [dB]

MS : Margin sistem [6-8 dB]

2. Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan rasio antara daya sinyal dan daya gangguan pada suatu titik tertentu, dengan nilai minimum sebesar 22 dB. Semakin tinggi nilai SNR, semakin optimal kinerja sistem. SNR dapat dihitung menggunakan rumus berikut:[9]

$$SNR = 10 \log \frac{(P_r \times R \times M)^2}{2 \times q \times P_r \times R \times M^2 \times F(M) \cdot B_e + \frac{4 \times K_b \times T \times B_e}{R_L}}$$

Keterangan:

P_{in} = Daya yang diterima receiver (Prx dalam bentuk Watt)

R = Responsivity (A/W) M = Avalanche

Photodiode Gain q = Electron Charge (1,69 x 10⁻¹⁹ C)

F(M) = Noise Figure

(B_e) = Receiver Electrical Bandwidth

(K_B) = Konstanta Boltzman's (1,38 x 10⁻²³ J/K)

T = Suhu Ruangan

RL = Resistensi (Ω)

3. Rise Time Budget

Rise Time Budget (RTB) adalah metode untuk menganalisis batas dispersi dalam sistem komunikasi serat optik yang mempengaruhi kecepatan transmisi data. Metode ini memastikan bahwa informasi yang dikirim dari transmitter dapat diterima dengan baik oleh receiver. RTB digunakan untuk mengevaluasi apakah desain jaringan memiliki kinerja optimal. Perhitungannya didasarkan pada persamaan berikut:[8]

$$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm \quad (2.4)$$

Sehingga RTB dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$t_{sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_{material}^2 + t_{intermodal}^2} \quad (2.5)$$

keterangan:

t_{tx} : Rise time pengirim

t_{rx} : Rise time penerima

$t_{intermodal}$: 0 (karena serat optik single mode)

$t_{material}$: $\Delta\sigma \times L \times Dm$; dengan

$\Delta\sigma$: Lebar spektral (nm)

L : Panjang serat optik (Km)

Dm : Dispersi material (ps/nm.Km)

4. Q Factor

Q-Factor adalah indikator kualitas yang menilai kinerja suatu sistem. Semakin tinggi nilai Q-Factor, semakin baik kualitas sinyal yang dihasilkan.[10]

$$Q = \frac{SNR}{2} \quad (7)$$

Keterangan:

SNR = Nilai *Signal to Noise Ratio*

5. Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate (BER) adalah ukuran tingkat kesalahan bit yang terjadi selama transmisi sinyal digital. Dalam jaringan komunikasi optik, nilai BER harus kurang dari 10^{-9} . BER digunakan untuk menentukan persentase kesalahan bit yang diterima dibandingkan dengan total bit yang dikirimkan. Semakin kecil nilai BER, semakin baik kualitas jaringan karena menunjukkan tingkat kesalahan bit yang lebih rendah.

$$BER = P e(Q) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{Q^2}{2}\right) \quad (8)$$

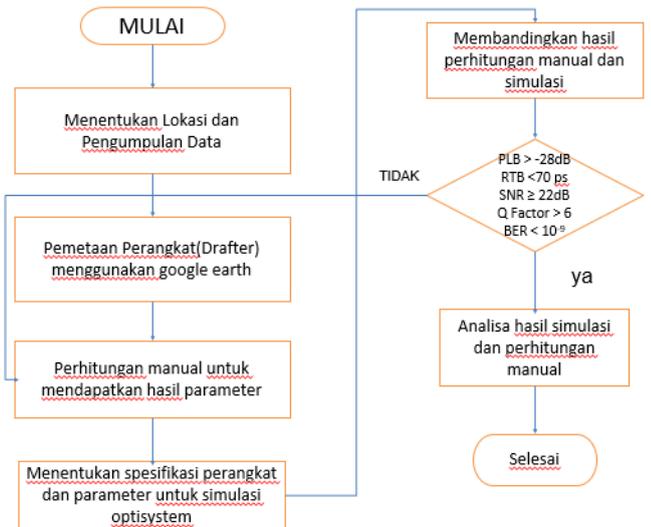
Dimana:

$$Q = \text{Quantum noise}, \pi = 3.14$$

III. METODE

3.1 Diagram Alir Perancangan

Pada penelitian ini yang dimulai dari bab 1 pendahuluan, bab 2 konsep dasar hingga bab 3 metode dan sistem perancangan, berikut ini adalah diagram alurnya beserta penjelasannya.

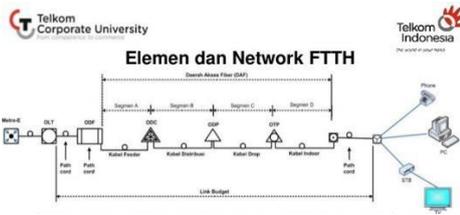


Gambar 2. Diagram perancangan FTTH.

Langkah awal dalam proyek akhir ini adalah mengumpulkan data terkait perangkat dan parameter yang digunakan untuk merancang metode higher split ratio. Setelah data terkumpul, konfigurasi jaringan FTTH dirancang menggunakan Microsoft Visio, kemudian dibuat denah perancangan sesuai lokasi menggunakan Google Earth. Selanjutnya, spesifikasi perangkat dan parameter dari PT. Telkom Indonesia dimasukkan ke dalam perangkat lunak OptiSystem untuk melakukan simulasi metode higher split ratio. Simulasi ini bertujuan memperoleh nilai Power Link Budget dengan bantuan Optical Power Meter (OPM) untuk menilai kelayakan jaringan. Selain itu, perhitungan manual Power Link Budget dilakukan untuk dibandingkan dengan hasil simulasi. Jika terdapat perbedaan, parameter pada OptiSystem diperiksa ulang, dan perhitungan manual dilakukan kembali hingga hasilnya sesuai. Setelah kesesuaian tercapai, simulasi perancangan jaringan FTTH dengan metode higher split ratio dinyatakan selesai.

3.2 Perencanaan Konfigurasi

Perancangan jaringan akses FTTH dilakukan menggunakan perangkat lunak OptiSystem dan Google Earth. OptiSystem memiliki antarmuka grafis (GUI) yang mencakup project layout, netlist komponen, model komponen, serta tampilan grafik. Perpustakaan OptiSystem terdiri dari komponen aktif dan pasif yang bergantung pada parameter panjang gelombang.



Gambar 3. Konfigurasi FTTH XGPON

3.3 Perancangan dengan optisystem

Perancangan jaringan FTTH diawali dengan survei lokasi untuk mengidentifikasi perangkat penting seperti ODC dan tiang eksisting. Perumahan Green Cagar City berada dalam cakupan STO Pancoran Mas, sehingga desain jaringan disesuaikan dengan posisi STO terhadap perumahan. Perancangan jaringan FTTH berbasis XG-PON menggunakan OptiSystem dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan untuk XG-PON.



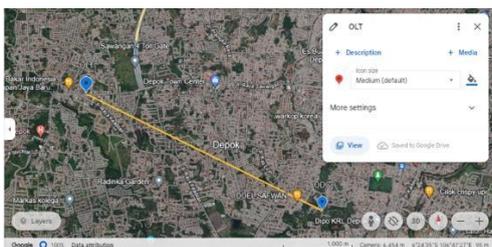
Gambar 4 Perancangan di Optisystem

3.4 Perancangan

Perancangan metode Higher Split Ratio dilakukan di Perumahan Green Cagar City Depok, yang berlokasi di Kelurahan Pancoran Mas, Kota Depok, Jawa Barat. Dengan luas 25 hektar, perumahan ini mampu menampung banyak hunian, sehingga metode ini dinilai efektif untuk diterapkan dalam perancangan FTTH guna memaksimalkan jumlah pelanggan dengan jangkauan pendek. Power splitter 1:4 membagi sinyal bertahap menggunakan splitter 1:2 (-3 dB), kemudian tiap output dibagi lagi hingga menghasilkan empat output dengan penurunan -6 dB. Sementara itu, power splitter 1:8 membagi sinyal dalam tiga tahap, menghasilkan delapan output dengan penurunan sekitar -9 dB. Proses bertahap ini memastikan distribusi sinyal yang efisien.

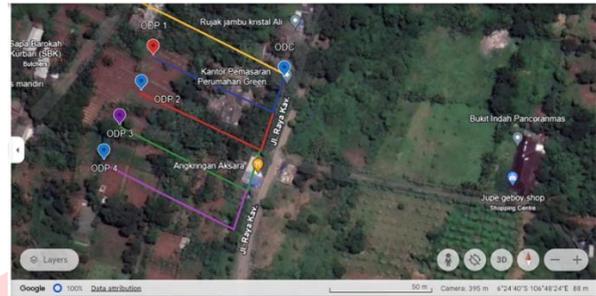
3.4.1 Menentukan jalur feeder dan distribusi kabel

Kabel feeder menggunakan kabel duct G.652 D diambil dari central office STO Pancoran Mas dan ditarik menuju ODC yang terletak di Perumahan Green Cagar City.



Gambar 5 Jalur ODC

Penentuan jalur kabel distribusi mencakup seluruh ODP yang telah ditetapkan. Dalam perancangan ini, terdapat empat kabel distribusi yang dirancang menggunakan aplikasi Google Earth. Setiap kabel distribusi dibedakan dengan empat warna, yaitu biru, merah, hijau, dan ungu.



Gambar 6 Jalur ODP

3.5 Kebutuhan Bandwidth

Jumlah dan jenis perangkat yang digunakan ditentukan berdasarkan perhitungan alokasi bandwidth, yang merupakan faktor penting dalam perancangan jaringan akses FTTH untuk memastikan setiap pengguna mendapatkan bandwidth yang stabil. Perhitungan ini memerlukan data jumlah pelanggan (home pass) dan jenis layanan yang diberikan, yaitu layanan triple play yang mencakup VoIP (1 Mbit/s), Internet (15 Mbit/s), dan IPTV (10 Mbit/s), dengan bandwidth yang diperbolehkan sebesar 4 Mbps. Layanan ini menggunakan bandwidth downstream 30 Mbps dan upstream 7,5 Mbps.

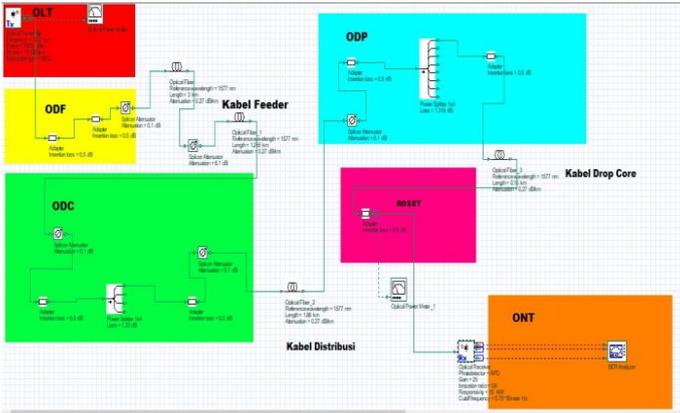
3.6 Kebutuhan Perangkat

Dalam perancangan FTTH XG-PON penentuan jumlah perangkat berdasarkan tata letak dan jarak. Kebutuhan perangkat dapat dilihat pada tabel 3.

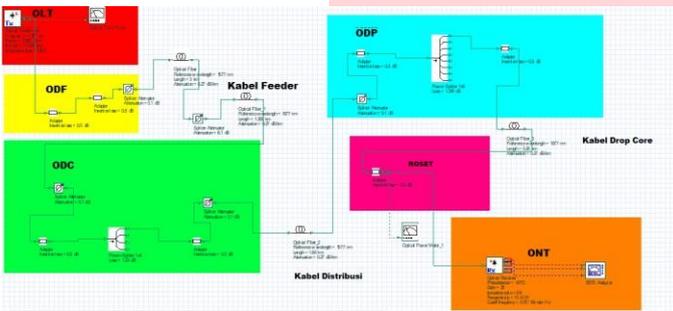
Tabel 3. Kebutuhan Perangkat

No	Perangkat	Jumlah	Unit Lokasi
1	OLT	1 buah	Indoor
2	ODF	1 buah	Indoor
3	ONT	207 buah	Indoor
4	ODC	1 buah	Outdoor
5	ODP	26 buah	Outdoor
6	PS 1:4	7 buah	Outdoor
7	PS 1:8	26 buah	Outdoor
8	Connector	2.899 buah	Outdoor
9	Feeder Cable	4.255 km	Outdoor
10	Distribution Cable	1.420 km	Outdoor

3.6 Simulasi di optisystem



Gambar 7 Simulasi Downstream Terdekat



Gambar 8 Simulasi Downstream Terjauh

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kelayakan Jaringan

Pada pengujian ini, diuji menggunakan parameter input yang memenuhi ITU-T G.987.2

4.1 Perhitungan Manual

Berikut adalah hasil pengujian kelayakan jaringan FTTH menggunakan perhitungan manual.

Perhitungan Manual	Prx	RTB	SNR	Q-Factor	BER
Downstream terdekat	-25.98 dBm	-	28.8	13.77	4.3477×10^{-43}
Downstream terjauh	-26.25 dBm	0.050346 ns	28.62	13.5	8.0072×10^{-42}
Upstream terdekat	-26.98 dBm	-	27.88	12.27	6.647×10^{-35}
Upstream terjauh	-27.45 dBm	0.050087 ns	27.40	11.72	5.006×10^{-32}

1. Daya Terima (Prx):

Hasil perhitungan daya terima untuk downstream dan upstream memenuhi standar ITU-T G.987, yaitu ≥ -28 dBm. Perbedaan daya terima antara titik terdekat dan terjauh relatif kecil

(berkisar antara -25 dBm hingga -27 dBm), menunjukkan distribusi daya jaringan yang cukup merata.

2. SNR (Signal-to-Noise Ratio):

Nilai SNR dalam semua hasil perhitungan lebih dari 22 dB, sesuai dengan standar ITU-T G.987. Hal ini menunjukkan rasio sinyal terhadap noise yang sangat baik, mendukung kualitas transmisi.

3. Q-Factor:

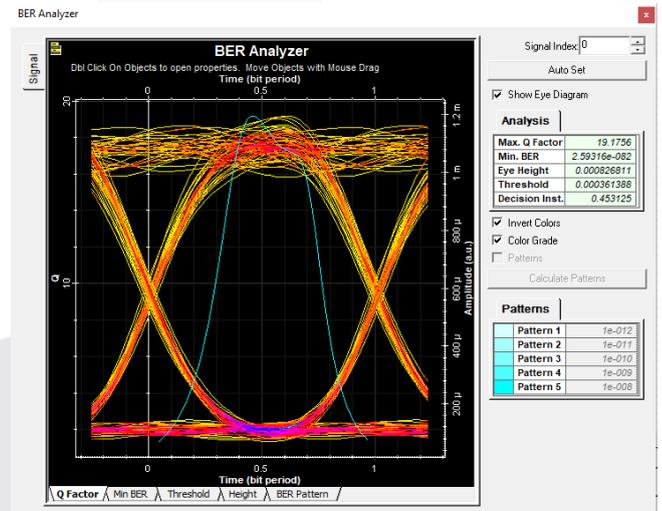
Semua nilai Q-Factor memenuhi standar ITU-T G.987 (≥ 6). Downstream memiliki kualitas sinyal yang lebih baik dibandingkan upstream, yang mengindikasikan kualitas sinyal yang optimal.

4. BER (Bit Error Rate):

Semua nilai BER memenuhi standar ITU-T G.987 ($\leq 10^{-9}$), menunjukkan jaringan yang sangat andal dengan tingkat kesalahan bit yang sangat rendah.

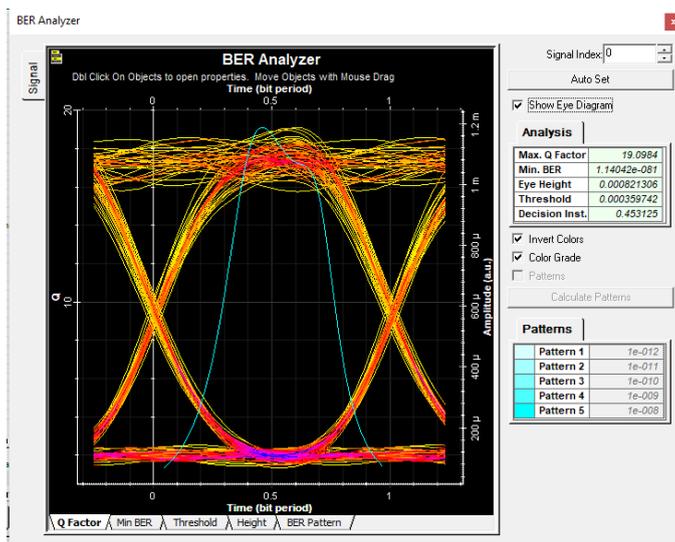
4.2 Hasil Simulasi di Optisystem

Pada pengujian ini, diuji menggunakan simulasi pada perangkat lunak.



Gambar 9. Hasil simulasi Downstream terdekat

Nilai Q Factor maksimum sebesar 19.1756 menunjukkan kualitas sinyal yang sangat baik dengan sedikit noise, sesuai dengan standar ITU-T G.987 (≥ 6). BER minimum sebesar 2.59316×10^{-82} menunjukkan probabilitas kesalahan bit yang sangat rendah, yang menandakan kualitas sinyal yang sangat baik dan memenuhi standar ITU-T G.987 ($\leq 10^{-9}$). Selain itu, kondisi "Eyes wide open" menunjukkan margin waktu dan tegangan yang besar, menandakan kualitas sinyal yang optimal. Dengan demikian, sistem ini memenuhi kriteria kualitas sinyal yang andal untuk komunikasi downstream.



Gambar 10. Hasil simulasi *Downstream* terjauh.

Nilai Q Factor maksimum sebesar 19.0984 menunjukkan kualitas sinyal yang sangat baik dengan sedikit noise, sesuai dengan standar ITU-T G.987 (≥ 6). BER minimum sebesar 1.14042×10^{-81} menunjukkan probabilitas kesalahan bit yang sangat rendah, menandakan kualitas sinyal yang sangat baik dan memenuhi standar ITU-T G.987 ($\leq 10^{-9}$). Dengan demikian, sistem ini memenuhi kriteria kualitas sinyal yang andal untuk komunikasi downstream.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perumusan masalah, hasil penelitian, serta perhitungan yang telah dilakukan untuk Perumahan Green Cagar City di Kota Depok, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi jaringan FTTH (Fiber To The Home), dapat diambil Kesimpulan bahwa perancangan jaringan FTTH (Fiber To The Home) di Perumahan Green Cagar City layak untuk di Implementasikan. Perancangan ini mempertimbangkan aspek teknologi XG-PON untuk memenuhi kebutuhan pasar, efektivitas biaya, dan efisiensi dalam transmisi data
2. Perhitungan Power Link Budget menunjukkan bahwa downstream dan upstream memenuhi standar ITU-T G.987.2 dengan nilai minimum masing-masing -28 dBm dan -27.5 dBm. Redaman terdekat di hilir sebesar 22,98 dB (Prx -25,98 dBm), dan terjauh sebesar 23,25 dB (Prx -26,25 dBm). Untuk upstream, redaman terdekat sebesar 23,98 dB (Prx -26,98 dBm), dan terjauh sebesar 24,45 dB (Prx -27,4 dBm). Perhitungan Rise Time Budget menunjukkan bahwa downstream terjauh (0,050346 ns) memenuhi standar bit rate NRZ namun tidak memenuhi RZ, sedangkan upstream terjauh (0,050087 ns) memenuhi standar NRZ dan RZ. Hasil simulasi menunjukkan nilai Bit Error Rate (BER) yang sangat baik pada seluruh skenario, dengan downstream terdekat sebesar 2.59316×10^{-82} , downstream terjauh sebesar 1.1402×10^{-82} , upstream terdekat sebesar 5.76388×10^{-73} , dan upstream terjauh sebesar $1,8654 \times 10^{-72}$. Seluruh nilai BER berada di bawah

ambang batas $< 10^{-9}$, menunjukkan kinerja jaringan yang optimal sesuai dengan standar yang ditetapkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur performansi jaringan FTTH dengan perbandingan XGS-PON dan NG-PON.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan uji performansi dengan menggunakan amplifier (penguat) dan dengan menambahkan daya transmisi yang berbeda pada sisi downstream dan upstream

REFERENSI

- [1] A.W Samudro, "PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI 10-GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK (XGPON) DI PERUMAHAN GRIYA JAPAN RAYA MOJOKERTO", e-Proceeding of Engineering : Vol.8, No.6, Desember 2022
- [2] H.Fadillah, "PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME DENGAN TEKNOLOGI 10-GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK DI PERUMAHAN ANGKASA INDAH PERMAI BANDA ACEH", e-Proceeding of Engineering : Vol.9, No.5, Oktober 2022
- [3] D.K Alamsyah, "PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI 10 GIGABIT CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK (XG-PON) DI PERUMAHAN PRIVATE HOUSING CLUSTER PLEMBURAN YOGYAKARTA", e-Proceeding of Engineering : Vol.8, No.6, Desember 2022
- [4] F.R Hidayat, "OPTIMASI PADA JARINGAN FTTH (FIBER TO THE HOME) DENGAN TEKNOLOGI GPON (GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTIKAL NETWORK) DI PERUMAHAN BUNGUR ASIH SINGAPARNA KABUPATEN TASIKMALAYA", e-Proceeding of Applied Science : Vol.5, No.1, April 2019
- [5] Admin(2023), "Optisystem *Optical Communication System Design Software*". [Online] https://www.mathworks.com/products/connections/product_detail/optisystem.html [Accessed on 14 Desember 2023, 21.19 WIB].
- [6] M.Farid(2023,September 29) , " Sejarah Google Earth dan Fitur yang Bisa Dipakai Pengguna". [Online], Available: <https://voi.id/teknologi/306728/sejarah-google-earth> [Diakses 14 desember 2023]
- [7] R.F Adiati, "Design and Analysis of anFTTH-GPONin a Residential Area", Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi (JPFT), Volume 8 No. 2, December 2022
- [8] N.Ikhwan, "Fiber to the Home (FTTH) Network Design Using Gigabit Passive Optical Network

(GPON) Technology Using Link Power Budget and Rise Time Budget Analysis in Cibeber Village Tasikmalaya” , International Journal of Quantitative Research and Modeling Vol. 4, No. 1, 2023

- [9] Admin, “ Pengertian Signal to Noise Ratio (SNR) dan Cara Menghitungnya”, 19 September 2023, [Online], <https://www.rekomend.id/pengertian-signal-to-noise-ratio-snr-dan-cara-menghitungnya/> , [Diakses pada 14 Desember 2023]
- [10] R.B Aryandhika, “Performance analysis of erbium-doped fiber amplifier (EDFA) and hybrid optical amplifier in NG-PON2 based on TWDM-PON system”, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 982, 2020
- [11] E.Y Kusumawjaya, “ANALISIS TEKNOLOGI GPON DAN XGS-PON PADA PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME”, *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 3, pp. 298-308, Sep. 2020