

**ANALISIS PERANCANGAN *FIBER TO THE HOME (FTTH)*  
MENGUNAKAN *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA PERUMAHAN  
KOTA BARU GRAHA CEMERLANG**



**RAIHANAH ISMA AFIFAH**

**D041201050**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**ANALISIS PERANCANGAN *FIBER TO THE HOME (FTTH)*  
MENGUNAKAN *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA PERUMAHAN  
KOTA BARU GRAHA CEMERLANG**



**RAIHANAH ISMA AFIFAH**

**D041201050**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**ANALISIS PERANCANGAN *FIBER TO THE HOME* (FTTH)  
MENGUNAKAN *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA PERUMAHAN  
KOTA BARU GRAHA CEMERLANG**

RAIHANAH ISMA AFIFAH  
D041201050

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

program studi teknik telekomunikasi dan sistem informasi

pada

**Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Sistem Informasi  
Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin  
2024**

**SKRIPSI**

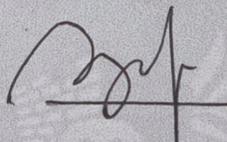
**ANALISIS PERANCANGAN FIBER TO THE HOME (FTTH)  
MENGUNAKAN SOFTWARE OPTISYSTEM PADA PERUMAHAN  
KOTA BARU GRAHA CEMERLANG**

**RAIHANAH ISMA AFIFAH**  
**D041201050**

Telah dipertahankan di depan Panitia Sarjana Teknik pada tanggal 14 Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

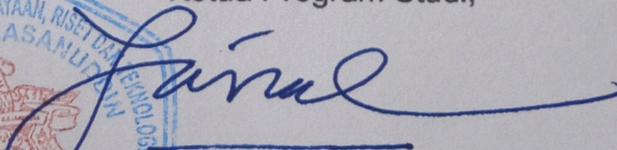
Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Sistem Informasi  
Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin

Mengesahkan:  
Pembimbing,

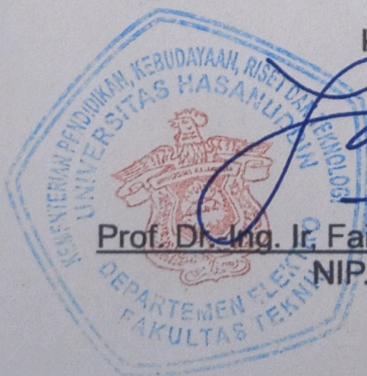


Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T  
NIP. 196111251988021001

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ing. Ir. Faizal A Samman, IPU, ACPE, APEC Eng.  
NIP. 1197506052002121004

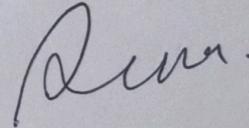


## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul Analisis Perancangan *Fiber To The Home* (FTTH) Menggunakan *Software Optisystem* Pada Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 14 Oktober 2024



RAIHANAH ISMA AFIFAH  
D041201050

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan diskripsi ini dapat terampung atas bimbingan, diskusi dan arahan Bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T selaku pembimbing, Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T selaku penguji 1, dan Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T selaku penguji 2. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada Bapak Wawan Tri Putro atas bantuan, bimbingan serta memberikan arahan selama penelitian.

Ucapan terimakasih juga saya ucapkan kepada Bapak/Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga serta seluruh Staff Departemen Teknik Elektro yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di kampus ini.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama menempuh pendidikan. Saya juga berterima kasih kepada saudara-saudara saya, Rifqi dan Rhaini yang telah memberikan semangat. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada Ulfa, Aliyya, Naurah, Indah, Salsah, dan Ayu yang selalu ada dalam suka duka penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.

Saya ucapkan banyak terima kasih kepada sahabat saya Ukhty, Fatin, dan Putri yang senantiasa memberi semangat dan berjuang Bersama. Kepada Yai dan Zahirah saya ucapkan terima kasih sudah menemani dan memberikan tawa di saat terpuruk. Terima kasih kepada Farhan, Adilvy, Fauzan dan Isan yang telah memberikan dukungan, saran, dan nasehat sampai saat ini.

Yang paling terakhir, saya ingin memberikan penghargaan terbesar kepada diri saya sendiri karena telah berjuang dan bertahan hingga saat ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis,

Raihanah Isma Afifah

## ABSTRAK

RAIHANAH ISMA AFIFAH. **ANALISIS PERANCANGAN *FIBER TO THE HOME* (FTTH) MENGGUNAKAN *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA PERUMAHAN KOTA BARU GRAHA CEMERLANG** (dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T.)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis performa jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) di Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang dengan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) dan perangkat lunak OptiSystem. FTTH merupakan teknologi yang dirancang untuk menyediakan layanan internet berkecepatan tinggi dan reliabilitas yang unggul dengan menggunakan media serat optik langsung ke rumah pengguna. Desain jaringan yang dilakukan mengacu pada standar ITU-T G.984.2 serta standar layanan dari penyedia layanan MyRepublic. Dalam penelitian ini, beberapa parameter kunci seperti *power link budget*, *rise time budget*, dan *Bit Error Rate* (BER) dianalisis secara mendalam. Hasil simulasi dan perhitungan menunjukkan bahwa jaringan FTTH yang dirancang memenuhi semua standar kelayakan yang ditetapkan. Nilai *power link budget* yang diperoleh dari hasil simulasi berkisar antara -18,79 dBm hingga -19,91 dBm, yang sesuai dengan standar ITU-T G.984.2 yang mensyaratkan redaman maksimal di bawah -28 dBm. Selain itu, analisis *rise time budget* menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan berada dalam rentang 26,062426 ns hingga 26,385045 ns, di mana standar yang ditetapkan adalah kurang dari 28,226 ns. Sementara itu, pengukuran *Bit Error Rate* (BER) menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan nilai BER berkisar antara  $3,60 \times 10^{-10}$  hingga  $9,35 \times 10^{-14}$  sedangkan hasil perhitungan manual banyaknya bit error berkisar antara  $1,14 \times 10^{-17}$  hingga  $1,80 \times 10^{-19}$  bit, jauh di bawah batas maksimal yang ditetapkan yaitu  $1 \times 10^{-9}$ . Berdasarkan hasil-hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa desain dan implementasi jaringan FTTH di Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang telah memenuhi standar performa dan keamanan yang diharapkan.

Kata kunci: *Fiber to the Home* (FTTH), *Power link budget*, *Rise time budget*, *Bit Error Rate* (BER), OptiSystem.

## ABSTRACT

**RAIHANAH ISMA AFIFAH. ANALYSIS OF FIBER TO THE HOME (FTTH) DESIGN USING OPTISYSTEM SOFTWARE AT GRAHA CEMERLANG NEW CITY HOUSING** (supervised by Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T.)

This study aims to design and analyze the performance of the Fiber to the Home (FTTH) network in Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang using Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology and OptiSystem software. FTTH is a technology designed to provide high-speed and highly reliable internet services using optical fiber directly to users' homes. The network design was carried out based on ITU-T G.984.2 standards and the service standards of MyRepublic. In this research, key parameters such as power link budget, rise time budget, and Bit Error Rate (BER) were analyzed in detail. The simulation and calculation results show that the designed FTTH network meets all the feasibility standards set. The power link budget values obtained from the simulation range from -18.79 dBm to -19.91 dBm, which is in accordance with the ITU-T G.984.2 standard requiring a maximum attenuation below -28 dBm. Additionally, the rise time budget analysis shows that the values produced range from 26.062426 ns to 26.385045 ns, where the set standard is less than 28.226 ns. Furthermore, the Bit Error Rate (BER) measurements indicate excellent results, with BER values ranging from  $3.60 \times 10^{-10}$  to  $9.35 \times 10^{-14}$  while the results of manual calculations for the number of bit errors ranged from  $1.14 \times 10^{-17}$  to  $1.80 \times 10^{-19}$  bits, well below the maximum limit set at  $1 \times 10^{-9}$ . Based on these results, it can be concluded that the design and implementation of the FTTH network in Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang meet the expected performance and safety standards.

Keywords: Fiber to the Home (FTTH), Power link budget, Rise time budget, Bit Error Rate (BER), OptiSystem.

## DAFTAR ISI

SKRIPSI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	v
UCAPAN TERIMAKASIH .....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Kabel Fiber Optik .....	6
2.2 Struktur Fiber Optik .....	7
2.3 Prinsip Transmisi Fiber Optik .....	8
2.4 <i>Fiber To The Home</i> (FTTH).....	8
2.5 Perangkat Yang Digunakan Pada Jaringan FTTH .....	9
2.5.1 <i>Optical Line Terminal</i> (OLT) .....	9
2.5.2 <i>Fiber Distribution Terminal</i> (FDT) .....	9
2.5.3 <i>Fiber Access Terminal</i> (FAT).....	10

2.5.4 <i>Optical Network Terminal (ONT)</i> .....	10
2.6 <i>Giga Passive Optical Network (GPON)</i> .....	11
2.7 Parameter Transmisi Jaringan Fiber Optik .....	12
2.7.1 <i>Power Link Budget</i> .....	12
2.7.2 <i>Rise Time Budget (RTB)</i> .....	13
2.7.3 <i>Bit Error Rate (BER)</i> .....	14
BAB III METODE PENELITIAN .....	17
3.1 Jenis Penelitian .....	17
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	17
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	18
3.5 Teknik Analisis .....	18
3.6 Alur Penelitian .....	19
3.7 Standar ITU-T dan My Republik .....	19
3.8 Letak Komponen Penyusun FTTH .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Simulasi Pada <i>Optisystem</i> berdasarkan Sampel Pelanggan .....	25
4.2 Hasil Simulasi <i>Optisystem</i> .....	26
4.2.1 Daya Terima ONT .....	26
4.2.2 <i>Bit Error Rate</i> .....	28
4.3 Analisa Hasil Perhitungan <i>Power Link Budget</i> dan <i>Rise Time Budget</i> .....	29
4.3.1 <i>Power Link Budget</i> .....	29
4.3.2 <i>Rise Time Budget</i> .....	34
4.3.3 <i>Bit Error Rate</i> .....	35
4.4 Analisis Kelayakan Sistem Hasil Perancangan .....	37
4.4.1 <i>Power Link Budget</i> .....	37
4.4.2 <i>Rise Time Budget</i> .....	44
4.4.3 <i>Bit Error Rate</i> .....	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	60
LAMPIRAN .....	62

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1 Struktur Fiber Optik .....	7
Gambar 2 Kabel serat optik.....	8
Gambar 3 Struktur jaringan FTTH.....	9
Gambar 4 Teknologi GPON fiber optik .....	11
Gambar 5 Peta lokasi penelitian .....	17
Gambar 6 Flowchart alur penelitian .....	19
Gambar 7 Lokasi Komponen Penyusun FTTH.....	21
Gambar 8 Jalur distribusi pada perumahan kota baru graha cemerlang.....	22
Gambar 9 Pemetaan jalur drop pada FAT 12.....	23
Gambar 10 Simulasi perancangan link optik FAT 12.....	25
Gambar 11 Tampilan BER analyzer pada ONT 186.....	28

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Spesifikasi alat yang digunakan pada Panjang gelombang 1490nm .....	14
Tabel 2 Alat dan bahan.....	18
Tabel 3 Spesifikasi GPON ITU-T G.984 .....	19
Tabel 4 Spesifikasi Loss Elemen.....	20
Tabel 5 Jarak FDT-48 ke tiap FAT pada jalur distribusi .....	22
Tabel 6 Tampilan OPM pada FAT 12 .....	27
Tabel 7 Power link budget.....	37
Tabel 8 Tabel rise time budget.....	44
Tabel 9 Bit Error Rate (BER) dan Q Factor .....	50

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Jarak antar perangkat .....	62
Lampiran 2 Rencana jalur serat optik dan pemetaan lokasi perangkat.....	68
Lampiran 3 Layout perancangan pada optisystem.....	75
Lampiran 4 Hasil pengukuran optisystem .....	87
Lampiran 5 Hasil perhitungan secara teori.....	99

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
BER	<i>Bit Error Rate</i>
dB	<i>Desibel</i>
dBm	<i>Desibel Miliwatt</i>
FAT	<i>Fiber Access Terminal</i>
FDT	<i>Fiber Distribution Terminal</i>
FTTH	<i>Fiber To The Home</i>
GPON	<i>Gigabit Passive Optical Network</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
OLT	<i>Optical Line Termination</i>
ONT	<i>Optical Network Termination</i>
PON	<i>Passive Optical Network</i>
PLB	<i>Power Link Budget</i>
NRZ	<i>Non-return-tozero</i>
ns	<i>Nanosecond</i>
RZ	<i>return-to-zero</i>
SC/UPC	<i>Subscriber Connector – Ultra Physical Contact</i>
SNR	<i>signal to noise ratio</i>
Sp	<i>Passive Splitter</i>
FO	<i>Fiber Optik</i>
L	Jarak
$\alpha$	Redaman

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era informasi dan teknologi saat ini, memiliki akses internet yang cepat dan andal merupakan hal yang penting bagi kemajuan perekonomian dan kualitas hidup. Meningkatnya permintaan terhadap layanan digital seperti video *streaming*, *telemedicine*, pendidikan online, dan aplikasi *Internet of Things* memerlukan jaringan komunikasi berkapasitas tinggi yang dapat diandalkan oleh pengguna. Dalam konteks ini, konektivitas serat optik langsung ke rumah atau '*Fiber to the Home*' menawarkan solusi untuk transmisi data dengan kecepatan sangat tinggi, sehingga memungkinkan konsumsi konten digital tanpa hambatan. Dalam kasus tertentu, seperti dalam pengembangan kawasan perumahan, penerapan FTTH menjadi semakin penting. (Budiyanto et al., 2020)

Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang adalah contoh area perumahan yang mengalami pertumbuhan cepat dan memerlukan infrastruktur yang mampu mendukung kebutuhan akan akses internet berkecepatan tinggi bagi penduduknya. Berlokasi di lokasi yang strategis dengan rencana urbanisasi yang terus berkembang, Graha Cemerlang menghadapi tantangan untuk mempersiapkan infrastruktur telekomunikasinya agar sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan masa depan. (Riza et al., 2019)

Untuk memenuhi kebutuhan akan layanan internet tersebut tentunya tidak dapat dilakukan dengan jaringan berbasis kabel tembaga karena kecepatan transmisi datanya yang masih sangat terbatas, maka dari itu diperlukan peningkatan infrastruktur layanan berupa fiber optik sebagai media transmisinya. Teknologi ini telah banyak digunakan karena merupakan media pengirim data yang paling efektif, memiliki Tingkat *loss* data, gangguan yang rendah serta *bandwidth* yang tinggi. (Zhafirah, 2020)

Penelitian mengenai desain *Fiber Optik To The Home* masih terus dilakukan oleh Sebagian orang, sehingga penulis telah melakukan tinjauan studi penelitian dari beberapa penelitian sebelumnya. Untuk penelitian sebelumnya tentang "Analisa Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON" perhitungan *link budget* menunjukkan nilai margin yang didapat pada keadaan *uplink* adalah 5,58 dB dan pada keadaan *downlink* adalah 6,86 dB,

keduanya berada diatas nilai *margin* 3 dB. Sedangkan untuk penghitungan *rise time budget* menunjukkan *rise time* total yang didapat pada keadaan *uplink* adalah 0,27 ns dan pada keadaan *downlink* adalah 0,25 ns, keduanya tidak melebihi 70 persen periode bit NRZ, yaitu 0,563 untuk *uplink* dan 0,281 ns untuk *downlink* (Slamet, 2017). "Perancangan Dan Analisis Jaringan Akses *Fiber To The Home* (FTTH) Dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (Gpon) Di Perumahan Grand Sharon" Hasil perhitungan *power link budget* dari sentral hingga jarak terjauh dari pelanggan, didapatkan hasil pada jalur *downstream* ODC-CJA-FBT sebesar -17,81698 dBm dan untuk jalur *downstream* FBG -17,6366 dBm. Kemudian pada jalur *upstream* ODC-CJA-FBT sebesar -19,832215 dBm dan untuk jalur *upstream* ODC-CJA-FBG sebesar - 19,51655. Dimana hasil dari semua perhitungan tersebut masih berada dibawah sensitifitas penerima yaitu -28 dBm. Untuk BER jalur FBT dan FBG lebih kecil dari standar BER yaitu 10<sup>-9</sup> dan Q-Factor yang didapat lebih besar dari standar komunikasi optik yaitu 6. Fourman, D., Sugito, S., & Yasa, P, 2019). "Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah" Penelitian ini Hasil perhitungan standar kelayakan jaringan yang dilakukan secara manual maupun menggunakan aplikasi, untuk *link power budget* didapatkan nilai redaman terjauh sebesar 21,58605 dB, dan *rise time budget* didapatkan nilai tertinggi sebesar 0,263396244 (0,27 ns). Nilai dari hasil kedua perhitungan tersebut telah memenuhi standar kelayakan sebuah jaringan distribusi yang telah ditentukan oleh PT.Telkom. (Dunggio, D., Asmara, B. P., & Abdussamad, S, 2021)

'*Fiber to the Home*' yang dikembangkan di kawasan ini harus dirancang dengan cermat, mengingat karakteristik geografis dan demografis penduduknya, serta pertimbangan ekonomi di setiap tahap pembional seperti *OptiSystem* menjadi sangat penting dalam proses desain ini. *OptiSystem* adalah alat simulasi yang memungkinkan perancang jaringan untuk melakukan analisis mendalam terhadap performa dan efektivitas arsitektur jaringan FTTH sebelum konstruksi fisik dimulai..(Erwanto et al., 2021)

Peran *OptiSystem* tak hanya berakhir pada perancangan awal, namun juga selama fase implementasi dan pengujian jaringan. *Software* memungkinkan penyesuaian terhadap desain jaringan berdasarkan hasil simulasi, yang dapat menunjukkan potensi masalah atau perbaikan yang diperlukan untuk menyesuaikan dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya. Hal ini mendukung fleksibilitas dan adaptasi teknologi di

dalam proyek infrastruktur yang kompleks dan berskala besar.(Fikri et al., 2022)

Selanjutnya, perancangan FTTH yang sukses membutuhkan pemahaman yang komprehensif terhadap kebutuhan masa depan, baik dari segi teknologi maupun kapasitas layanan. Pertimbangan ini harus mencakup kemajuan di bidang serat optik dan potensi upgrade sistem yang akan datang(Budiyanto et al., 2020)

Sehingga infrastruktur FTTH dapat dijangkau dan digunakan dalam jangka waktu yang lebih panjang (Oktavianus et al., 2023). Adapun judul dari penelitian ini adalah **ANALISIS PERANCANGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN SOFTWARE OPTISYSTEM PADA PERUMAHAN KOTA BARU GRAHA CEMERLANG**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah jaringan optik *Fiber To The Home* di Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang menggunakan *software Optisystem* yang sesuai dengan standar My Republik
2. Bagaimana hasil simulasi dari perancangan jaringan optik *fiber to the home* pada menggunakan *Optisystem* dengan parameter *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate*?
3. Apakah hasil analisis dari simulasi perancangan jaringan FTTH telah memenuhi standar kelayakan yang ditetapkan oleh ITU-T G.984?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah jaringan optik *fiber to the home* pada Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang. Adapun tujuan yang ingin dicapai:

1. Merancang jaringan optik *Fiber To The Home* agar sesuai dengan standar dari provider my republic.
2. Menganalisis parameter jaringan dari simulasi yang ditampilkan oleh *Optisystem* pada perancangan jaringan optik *Fiber To The Home*.
3. Membandingkan hasil simulasi dengan standar yang ditetapkan oleh ITU-T G.984.2 dan MyRepublic untuk menentukan kelayakan jaringan yang dirancang.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi internet berkecepatan tinggi bagi penduduk perumahan Kota Baru Graha Cemerlang.
2. Mendukung peningkatan kualitas hidup dan produktivitas masyarakat di perumahan Kota Baru Graha Cemerlang melalui akses internet yang cepat dan handal.
3. Menambah referensi dan pengetahuan tentang perancangan jaringan FTTH menggunakan *software Optisystem*.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk mengoptimalkan penelitian, maka pengerjaan Tugas Akhir ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Pembuatan desain dan simulasi perancangan jaringan optik *fiber to the home* menggunakan *software Optisystem*
2. Penelitian ini mencakup wilayah Perumahan Kota Baru Graha Cemerlang
3. Hasil pengukuran simulasi meliputi parameter *seperti power link budget, rise time budget, dan Bit Error Rate (BER)*.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas terkait teori yang berhubungan dengan penelitian dan mendasari analisis permasalahan yang berhubungan dengan pembahasan.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi pembahasan atau pemaparan jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta tahapan yang dilakukan dalam penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan terkait hasil penelitian yang telah didapatkan.

**BAB V PENUTUP**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran untuk perbaikan atau penelitian lebih lanjut

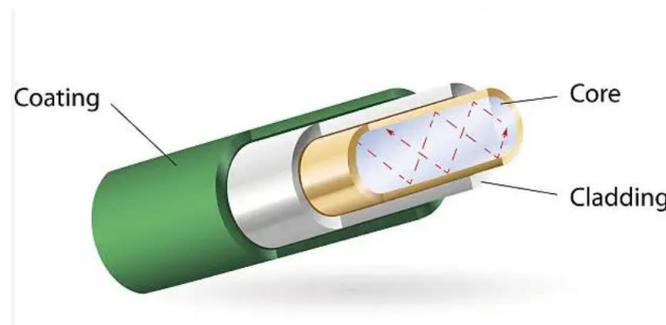
## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian Kabel Fiber Optik**

Fiber optik adalah jenis jaringan yang memungkinkan transmisi cahaya sebagai pengganti sinyal elektrik yang digunakan oleh jenis jaringan lainnya yang menggunakan tembaga. Meskipun relatif mahal, fiber optik memiliki jangkauan yang lebih jauh dari 550 meter hingga ratusan kilometer, dan mampu mengirimkan data pada kecepatan yang lebih tinggi daripada jenis jaringan lainnya. Fiber optik juga tahan terhadap interferensi elektromagnetik. Untuk mengirimkan informasi, sinyal *bit* dikonversi menjadi bentuk cahaya sebelum dikirimkan melalui serat optik.

Sistem komunikasi serat optik melibatkan transmisi energi cahaya melalui serat optik. Bagaimana cahaya melewati serat optik bergantung pada sifat cahaya dan struktur serat optik yang digunakan. Dalam konteks telekomunikasi, cahaya dianggap sebagai bentuk energi yang merambat dalam bentuk gelombang. Oleh karena itu, serat optik juga disebut sebagai *optical waveguide*, karena berfungsi sebagai panduan untuk gelombang cahaya. Cahaya dapat merambat dalam dua medium yang berbeda, dan dapat melakukannya melalui tiga cara, yaitu merambat secara lurus, dibiarkan, dan dipantulkan. Saat cahaya melewati dua media yang berbeda, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke medium pertama dan sebagian lainnya akan dibiarkan. (Ridhwan, M & Nurpulela, L. 2023)

## 2.2 Struktur Fiber Optik



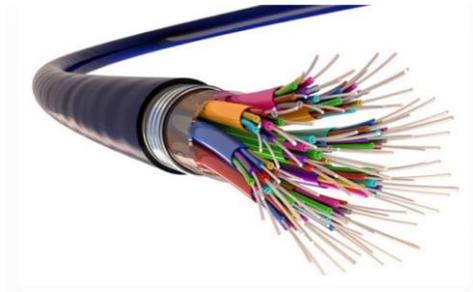
Gambar 1 Struktur Fiber Optik  
 Sumber: Ridhwan, M., & Nurpulaela, L. 2023

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan struktur serat optik yang memiliki beberapa lapis komponen yakni *core*, *cladding*, dan *coating*. Dimana bagian-bagian tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagian terpenting dalam sebuah sistem disebut *core* berarti inti. Gelombang Cahaya merambat dengan indeks bias yang lebih tinggi dibandingkan lapisan kedua. Inti ini terbentuk dari kaca dengan diameter mulai dari 2 m hingga 50 m tergantung pada jenis serat optik. Karakteristik dari serat ini dipengaruhi oleh ukuran intinya.
2. Lapisan itu bertindak seperti cermin, memantulkan Cahaya sehingga bisa lewat ke ujung yang lain. Berkat cangkang ini, Cahaya dapat merambat di lumen serat. Cangkangnya terbentuk dari kaca yang memiliki indeks bias sebesar 9 m dan terbilang lebih kecil dibandingkan intinya. Selubung adalah selubung inti. Diameter mantel bervariasi dari 5 m hingga 250 m. Hubungan terhadap indeks bias antara inti dan mantel akan mempengaruhi transmisi Cahaya di inti (yang akan mempengaruhi besarnya sudut kritis).
3. Jacket (*coating*) adalah lapisan paling luar (bungkusan) dari serat optik plastik, yang digunakan untuk menjaga serat optik terhindar dari kotoran, goresan, dan kerusakan. Ada juga warna pada lapisan yang membedakan urutan inti [Melinda, S., & Oktiana, M. 2022].

### 2.3 Prinsip Transmisi Fiber Optik

Optik biasanya menggambarkan perilaku cahaya tampak, ultraviolet, dan inframerah. Karena Cahaya adalah gelombang elektromagnetik bentuk-bentuk lain radiasi elektromagnetik, seperti sinar-x, gelombang mikro, dan gelombang radio menunjukkan sifat yang mirip.



Gambar 2 Kabel serat optik  
Sumber: Dataglobal, 2020

Fiber optik dikembangkan pada tahun 1960 yang terbuat dari bahan dielektrik berbentuk seperti kaca. Di dalam fiber inilah energi Cahaya yang dibangkitkan oleh sumber Cahaya disalurkan sehingga dapat diterima di ujung unit penerima (*receiver*).

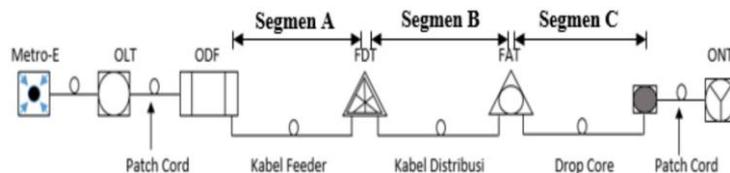
Perbedaan sistem komunikasi optik dengan sistem komunikasi biasa terletak pada proses pengiriman sinyalnya. Pada sistem komunikasi biasa sinyal informasi diubah menjadi sinyal listrik/elektrik, lalu dilewatkan melalui kabel tembaga. Setelah sampai di tujuan sinyal tersebut lalu diubah Kembali menjadi informasi yang sama seperti yang dikirimkan.

Sedangkan pada system komunikasi optik, informasi diubah menjadi sinyal listrik kemudian diubah lagi menjadi optik/Cahaya. Sinyal tersebut kemudian dilewatkan melalui serat optik, setelah sampai di Penerima, Cahaya tadi diubah Kembali menjadi sinyal listrik dan akhirnya diterjemahkan menjadi informasi.

### 2.4 Fiber To The Home (FTTH)

*Fiber To The Home* (FTTH) merupakan suatu penghantar isyarat optik dari pusat (Central Office) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai media penghantar. *Fiber To The Home* (FTTH) ini memiliki jarak antara pusat layanan dengan pelanggan berkisaran maksimum 20 Km.

*Optical Line Terminal* (OLT) yang dihubungkan sampai ke *Optical Network Terminal* (ONT) yang berada di rumah-rumah pelanggan (*customer*) melalui jaringan distribusi serat optik. Untuk struktur jaringan FTTH dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Struktur jaringan FTTH

Sumber: Ammar, M., Nasarudding., & Meutia, D. 2023

## 2.5 Perangkat Yang Digunakan Pada Jaringan FTTH

Dalam perancangan jaringan FTTH, beberapa perangkat penting digunakan untuk menghubungkan rumah-rumah ke jaringan internet. Beberapa perangkat tersebut adalah:

### 2.5.1 *Optical Line Terminal* (OLT)

*Optical Line Terminal* atau yang disingkat OLT merupakan perangkat jaringan telekomunikasi paa teknologi *Gigabit Pssive Optical Network* (GPON), dimana fungsi dari OLT sebagai *end-point* dari layanan GPON itu sendiri. *Optical Line Terminal* (OLT) dipasang di *Central Office*.

Persyaratan umum untuk OLT yaitu:

1. *Backplane* OLT menyediakan *system backup* (redundansi) dan koneksi independent 10 *GigabitEthernet full duplex* untuk masing-masing slot.
2. Kemampuan *switching fabric* OLT mempunyai asitektur *non-blocking* 150 Gbps *full duplex per shelf*.
3. OLT mempunyai *universal service slot* untuk PON card. (Arfan, R & Purnama, P.W. 2018)

### 2.5.2 *Fiber Distribution Terminal* (FDT)

*Fiber Distribution Terminal* (FDT) yang juga dikenal sebagai *Fiber Distribution Hub*, adalah titik integrasi di mana kabel serat dari pusat data atau fasilitas sentral bertemu dengan sistem distribusi lokal. FDT

biasanya ditempatkan di lokasi yang aman dan dapat diakses untuk memudahkan pengelolaan serat optik. Fungsi utama dari FDT adalah untuk memfasilitasi *routing*, *splicing* (sambungan), distribusi, dan manajemen serat optik yang membawa sinyal data menuju ke pengguna.

FDT dapat menampung banyak serat optik dan menyediakan titik bagi *splitters* optik untuk membagi sinyal serat individu menjadi beberapa sinyal yang akan didistribusikan ke rumah-rumah atau bisnis di daerah layanan. Dalam beberapa kasus, FDT juga mungkin memuat fitur seperti manajemen jalur serat, penyimpanan sisa kabel serat, dan adaptor untuk berbagai jenis konektor (Ramza et al., 2020).

### **2.5.3 Fiber Access Terminal (FAT)**

*Fiber Access Terminal* (FAT) biasanya terletak lebih dekat dengan pengguna akhir di lingkungan FTTH. Berfungsi sebagai perangkat distribusi berukuran lebih kecil, FAT menghubungkan serat optik yang datang dari FDT atau dari *splitters* ke kabel 'drop', yang akhirnya diteruskan ke *Optical Network Terminal* di rumah-rumah.

FAT merupakan titik di mana teknisi dapat membuat koneksi fisik antara serat distribusi dan serat yang mengarah ke pelanggan. Terminal ini memfasilitasi proses *splicing*, penyediaan, dan manajemen serat medan yang fleksibel, termasuk penyesuaian untuk ekspansi jaringan yang mungkin diperlukan di masa depan. Dalam arsitektur *Fiber to the Home*, komponen kunci yang digunakan adalah *Fiber Distribution Terminal* (Safrianti et al., 2018)

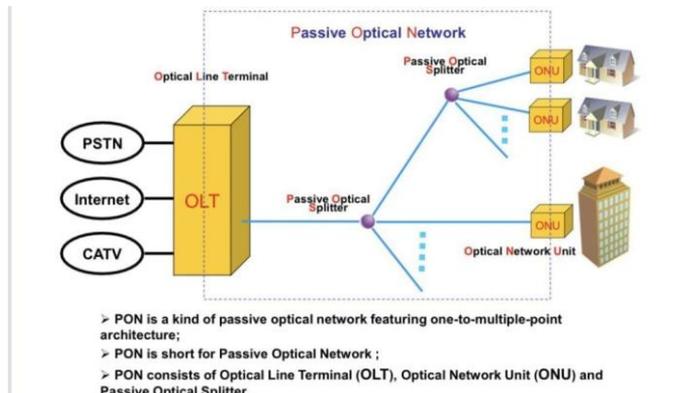
### **2.5.4 Optical Network Terminal (ONT)**

*Optical Network Terminal* (ONT) merupakan perangkat FTTH yang berada di rumah user, dimana fungsinya sebagai *interface* atau titik penghubung *Customer Premises Equipment* (CPE). (Wismiana, E., Kamil, F., & Zuhdi, U. 2021)

Dalam perancangan jaringan FTTH, perangkat-perangkat tersebut digunakan untuk menghubungkan rumah-rumah ke jaringan internet yang memungkinkan pengiriman data dengan kecepatan tinggi dan reliabilitas yang tinggi.

## 2.6 Giga Passive Optical Network (GPON)

GPON (*Gigabit Capable Passive Optical Network*) adalah teknologi jaringan komunikasi dengan media fiber optik berkecepatan tinggi yang berfungsi untuk mengakses berbagai layanan komunikasi seperti internet, VOIP, video call, IP TV dan lainnya. GPON sendiri memiliki standar ITU T.



Gambar 4 Teknologi GPON fiber optik

Sumber: <https://it.telkomuniversity.ac.id/gpon-gigabit-capable-passive-optical-network/>

GPON juga dikenal dengan *Passive Optical LAN* yang memiliki jangkauan dan kecepatan internet melebihi Gigabit Ethernet dalam jaringan LAN atau *local area network*. Kelebihan Teknologi GPON ini dibanding dengan jaringan LAN antara lain dapat menghemat biaya listrik karena banyak menggunakan perangkat yang tidak membutuhkan catuan listrik. (<https://it.telkomuniversity.ac.id/gpon-gigabit-capable-passive-optical-network/>)

Sesuai teknologi PON maka GPON yang merupakan evolusinya memiliki prinsip kerja dimana ketika informasi dikirim dari sisi OLT dengan serat optik tunggal, informasi akan didistribusikan dengan *splitter* yang memungkinkan informasi terbagi ke dalam beberapa percabangan, dan selanjutnya akan diterima *Optical Network Terminal* (ONT) yang terdapat di sisi pelanggan berada. Oleh sebab itu sesuai prinsip kerjanya tersebut maka PON dikenal memiliki sistem *point-to-multipoint*, yaitu pendistribusian informasi dari serat ke arsitektur premise network digunakan *splitter* sebagai perantaranya. (Fourman, D., sugito & Yasa, P, 2019)

## 2.7 Parameter Transmisi Jaringan Fiber Optik

Untuk menghitung kualitas dari jaringan fiber optik, beberapa perhitungan yang layak diperlukan sehingga *system* dapat digunakan secara optimal. Perhitungan yang digunakan melibatkan penilaian berbagai parameter yang mencakup redaman, *link budget*, *bit error rate*, dan *rise time budget*.

### 2.7.1 Power Link Budget

*Power Link Budget* adalah parameter yang menunjukkan perbedaan daya maksimum yang diperbolehkan antara pemancar dan penerima optik. Perhitungan ini berguna untuk memastikan bahwa daya yang dikirimkan oleh pemancar atau pusat data dapat diterima oleh penerima atau di sisi pelanggan tidak kurang dari tingkat daya minimum yang telah distandarisasi oleh ITU-T. Selain itu, dengan melakukan perhitungan PLB dapat ditentukan jarak maksimum transmisi serat optik yang dapat dicapai. Dalam menghitung total redaman untuk *power link budget* menggunakan persamaan sebagai berikut (Prananda, M. I., Santoso, I. H., & Sugito, S, 2021):

$$\alpha_{total} = L_{serat} + N_c \times \alpha_c + N_s \times \alpha_s + S \quad (1)$$

Nilai daya yang diterima di ONT atau di sisi pelanggan menggunakan persamaan berikut:

$$P_r = P_t - \alpha_{total} \quad (2)$$

Informasi:

$\alpha_{total}$  = Total redaman sistem (dBm)

$L$  = redaman serat optik (dBm/km)

$\alpha_s$  = *Atenuasi* konektor (dBm/pc)

$\alpha$  = Redaman koneksi (dBm/pc)

$N$  = Jumlah konektor

$N_s$  = Jumlah koneksi

$S$  = Redaman *Splitter* (dBm)

$P_r$  = Detektor menerima daya/*sensitivitas* ONT (dBm)

### 2.7.2 Rise Time Budget (RTB)

*Rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu link serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah menganalisa apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari link digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-return-to-zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk RZ (*return-to-zero*). Tujuan dari anggaran kenaikan waktu ialah untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik pada bit rate yang diinginkan. Untuk menghitung *Rise time budget* dapat dihitung dengan rumus (Prananda, M. I., Santoso, I. H., & Sugito, S, 2021).:

$$t_{sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_f^2 + t_{rx}^2} \quad (3)$$

$$t_f = D \times \sigma\lambda \times L \quad (4)$$

$$t_{sys} < 0,7BR \quad (5)$$

Keterangan:

$t_{tx}$  = *Rise Time* sumber optik (ns)

$t_f$  = *Rise Time* optik (ns)

D = Koefisien disperse (ns/nm.km)

$T_{rx}$  = *Rise Time* detektor optik (ns)

$\sigma\lambda$  = Lebar spektral (nm)

S = Lebar spectral laser (nm)

L = Panjang jarak (km)

$t_{sys}$  = *Rise Time Sistem*

BR = *Bit Rate*

Adapun untuk standar spesifikasi alat yang dipakai untuk menghitung nilai *rise time budget* pada panjang gelombang 1490 nm dapat dilihat pada Tabel

Tabel 1 Spesifikasi alat yang digunakan pada Panjang gelombang 1490nm

Parameter	Nilai
<i>Rise Time sumber optic</i>	0,15 ns
<i>Rise Time detector optic</i>	0,2 ns
Koefisien dispersi (D)	0,01335 ns/nm.km
Lebar Spectral	1 nm
<i>Bitrate</i>	2,48 Gbps

Sumber: Prananda, M. I., Santoso, I. H., & Sugito, S, 2021

### 2.7.3 Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate adalah tingkat kesalahan bit yang terjadi ketika sinyal digital ditransmisikan. Sensitivitas adalah daya optik terendah dari sinyal yang masuk dengan rasio kesalahan *bit* yang diperlukan.

Untuk menghitung bit error rate, harus diketahui nilai signal to noise ratio (SNR) terlebih dulu. Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan daya sinyal terhadap daya noise pada satu titik yang sama. Signal to noise ratio (SNR) sangat bergantung pada hasil perhitungan power link budget sebelumnya.

$$\left(\frac{S}{N}\right) = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Shot Noise Power}} \quad (6)$$

Untuk mengetahui nilai Signal to Noise Ratio (SNR) maka terlebih dahulu menghitung, Signal power dan daya derau (Noise Power)

1. Signal Power merupakan kuat daya pada sinyal yang diterima oleh receiver.

$$\text{signal power} = P_{opt} \frac{\eta q}{h\nu} \quad (7)$$

2. Noise Power (Daya derau) terdiri dari dark current, shot noise current, dan derau termal dapat menggunakan persamaan dibawah ini,

- a. Dark Current

Arus gelap ialah arus gelap kecil yang mengalir akibat adanya reverse bias dioda. Arus gelap ini terjadi pada setiap diode yang memiliki arus bocor balik.

$$I_{ND}^2(\text{Noise dark current}) = 2q i_{DB} \quad (8)$$

b. Shot Noise Current

Shot noise current adalah noise yang terjadi akibat adanya ketidaklinearan pada sistem. Berikut persamaannya,

$$\text{Shot noise current} = 2q \left( 2 P_{opt} \frac{\eta q}{h\nu} \right) B \quad (9)$$

c. Derau Termal

Derau termal ialah arus yang dihasilkan akibat adanya gerak acak elektron bebas dalam sebuah komponen elektronik.

$$\text{Thermal Noise} = 4KT_{eff}B/R_{ef} \quad (10)$$

Keterangan:

$P_{opt}$  = Daya sinyal yang diterima (Watt)

$\eta q/h\nu = R$  = Responsivitas (0.85 A/W)

$q$  = Muatan elektron ( $1,6 \times 10^{-19}C$ )

$i_{DB}$  = Arus gelap ( $2 \times 10^{-9}A$ )

$B$  = Bandwidth detektor cahaya ( $1490 \text{ nm} = 2.4 \times 10^9$ )

$K$  = Konstanta Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23} \text{ joule/K}$ )

$T_{eff}$  = Temperatur noise efektif (290 K)

$R_{eq}$  = Resistensi ekivalen (50  $\Omega$ )

$P_{opt}$  = Daya sinyal yang diterima detektor (Watt)

Persamaan selanjutnya ialah menghitung jumlah kesalahan bit saat proses pentransmisiian, perhitungan BER dapat dilakukan dengan menentukan nilai Q (quantum noise) yang terdapat pada persamaan 11 berikut.

$$\frac{\left(\frac{S}{N}\right)_{pk}}{rms} = 20 \text{ Log } 2Q \quad (11)$$

Dari persamaan Quantum Noise didapatkan persamaan pendekatan bit error rate pada persamaan 12 berikut (Zhafirah, 2020).

$$\text{BER} = \text{Pe}(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q} \quad (12)$$

Kebutuhan BER bervariasi dari aplikasi ke aplikasi, misalnya aplikasi komunikasi memerlukan nilai BER  $10^{-10}$  atau lebih baik, di beberapa sistem telekomunikasi nilai BER  $10^{-12}$  atau lebih baik. Standar BER pada sistem komunikasi serat optik kurang dari  $10^{-9}$ . *noise, interferensi, distorsi, sinkronisasi bit, redaman, multipath fading*, dan sebagainya merupakan faktor faktor yang dapat mempengaruhi kualitas BER.

Pada jaringan komunikasi serat optik nilai BER harus sesuai standar yang ditetapkan yaitu tidak boleh lebih dari besar  $1 \times 10^{-9}$  ( $\text{BER} \leq 1 \times 10^{-9}$ ), sedangkan untuk nilai Q-Factor harus lebih dari 6 ( $Q \geq 6$ ) (Alfarizi, M. I, 2022).