

**ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN *FIBER TO THE HOME* UNTUK  
PERUMAHAN GRAND SULAWESI MENGGUNAKAN *SOFTWARE*  
SIMULASI *OPTISYSTEM***



**TUGAS AKHIR**

*Disusun dalam rangka memenuhi salahsatu persyaratan untuk menyelesaikan*

*Program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik*

*Universitas Hasanuddin*

*Gowa*

Oleh:

**FIRDA ZHAFIRAH**

**D411 16 011**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2020**

**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN *FIBER TO THE HOME* UNTUK  
PERUMAHAN GRAND SULAWESI MENGGUNAKAN *SOFTWARE*  
SIMULASI *OPTISYSTEM***

Oleh:

**FIRDA ZHAFIRAH**

**D411 16 011**

**TUGAS AKHIR**

*Disusun dalam rangka memenuhi salahsatu persyaratan untuk menyelesaikan  
Program Strata Satu Departemen Teknik Elektro*

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN *FIBER TO THE HOME* UNTUK**  
**PERUMAHAN GRAND SULAWESI MENGGUNAKAN *SOFTWARE***  
**SIMULASI *OPTISYSTEM***

**Disusun Oleh:**

**FIRDA ZHAFIRAH**

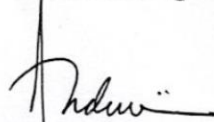
**D411 16 011**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Pernyataan untuk Menyelesaikan  
Program Strata-1 pada Sub-Program Teknik Telekomunikasi  
Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Gowa, 23 September 2020

Disahkan Oleh:

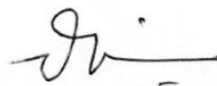
Pembimbing I



Andini Dani Achmad, ST., MT.

NIP. 19880621 201504 2 003

Pembimbing II



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.

NIP. 19691026 199412 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.

NIP. 19691026 199412 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini, nama Firda Zhafirah, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME UNTUK PERUMAHAN GRAND SULAWESI MENGGUNAKAN SOFTWARE SIMULASI OPTISYSTEM", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain yang telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggung jawabkan segala resiko

Gowa, 23 September 2020

Yang membuat pernyataan,



NIM : D411 16 011

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan ilmu-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul *“Analisis Perancangan Jaringan Fiber To The Home Untuk Perumahan Grand Sulawesi Menggunakan Software Simulasi Optisystem”*. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) bagi mahasiswa program S-1 di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Terselesainya skripsi ini tak lepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada:

1. Orang Tua tercinta, Bapak **Abdul Samad** dan Ibu **Agustina** yang selalu memberikan do'a, semangat, serta kasih sayang yang tiada hentinya agar penulis dapat menyelesaikan studi skripsi ini.
2. Ibu **Andini Dani Achmad, ST., MT**, selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu **Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT**. selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan kritik dan saran bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.

3. Bapak **Ir. Samuel Panggalo, MT.** selaku Dosen Penguji I dan Bapak **Azran Budi Arief, ST., MT.** selaku Dosen Penguji II skripsi penulis yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk menguji penulis dan memberikan saran terkait penyusunan skripsi ini.
4. Ibu **Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Bapak **Prof. Dr. Baharuddin Hamzah, ST., M.Arch., Ph.D.** selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik, Riset dan Inovasi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu dan waktu yang tak terbatas selama kuliah dan membantu untuk kelancaran proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu serta Teman-teman member Lab. Antena Dan Propagasi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, yang telah bersedia membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini
7. Bapak Cristian Arman L. selaku Manager Telkom Witel Makassar Unit Acces Optima & Construction; Bapak Idham, Bapak Ambo Upe, Kak Taufik, dan Mba Karina selaku Karyawan PT. Telkom Witel Makassar yang telah meluangkan waktunya untuk memberi informasi terkait penyusunan skripsi ini.
8. Kakak dan keponakan tercinta, Agung Alifsag Nur, Nurhalizah H., dan Daffa Hudzaifi Al-Fatih yang selalu memberikan dukungan terbaik untuk penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. Dhea Mursyid, Nita Amelia L, dan Handayani Y. yang selalu menjadi wadah berkeluh kesah terbaik bagi penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman **Etarbiv** (Kiki, Alya, Shania, Amel, dan Icha) yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Mutiah, Afraz, Tenri, Ummu, Yossi, Devira, Ayu, Ani, dan Maryam yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman **EXCITER16** yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan kebersamaan dan kebahagiaan yang penulis dapatkan selama menjadi bagian dari keluarga ini.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis sangat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Gowa, 23 September 2020

Firda Zhafirah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1.    Latar Belakang.....	1
I.2.    Rumusan Masalah.....	4
I.3.    Tujuan Penulisan.....	4
I.4.    Manfaat Penulisan.....	4
I.5.    Batasan Masalah .....	5
I.6.    Metode Penelitian .....	6
I.7.    Sistematika Penulisan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
II.1.    Serat Optik .....	9
II.2.    Jenis Serat Optik .....	10
II.3. <i>Gigabit Passive Optical Network (GPON)</i> .....	11
II.4. <i>Fiber To The Home (FTTH)</i> .....	12



II.5.	<i>Triple play</i> .....	12
II.6.	Komponen Perangkat FTTH.....	12
II.6.1.	<i>Optical Line Termination (OLT)</i> .....	12
II.6.2.	<i>Fiber Termination Management (FTM)</i> .....	13
II.6.3.	<i>Optical Distribution Cabinet (ODC)</i> .....	13
II.6.4.	<i>Optical Distribution Point (ODP)</i> .....	13
II.6.5.	<i>Optical Indoor Outlet (Roset)</i> .....	14
II.6.6.	<i>Optical Network Terminal/Unit (ONT/ONU)</i> .....	14
II.6.7.	Catuan kabel .....	14
II.6.8.	<i>Splitter</i> .....	15
II.6.9.	<i>Connector</i> .....	15
II.6.10.	<i>Patch-Chord</i> .....	15
II.6.11.	<i>Splice</i> .....	15
II.7.	Parameter-Parameter Kelayakan Jaringan Serat Optik.....	16
II.7.1.	<i>Power Link Budget</i> .....	16
II.7.2.	<i>Rise Time Budget</i> .....	17
II.7.3.	<i>Bit Error Rate</i> .....	19
II.8.	Arsitektur jaringan FTTH .....	21
II.9.	<i>Optisystem</i> .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
III.1.	Jenis Penelitian .....	24
III.2.	Lokasi Penelitian.....	24
III.3.	Waktu Penelitian.....	25

III.4.	Teknik Pengumpulan Data dan Evaluasi .....	25
III.5.	Teknik Analisis Data .....	26
III.6.	Alur Penelitian .....	27
III.7.	Standar Komunikasi Optik PT. Telkom .....	28
III.8.	Letak Komponen Penyusun FTTH .....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		35
IV.1.	Simulasi Pada Optisystem Berdasarkan Sampel Pelanggan .....	35
IV.2.	Hasil Simulasi <i>Optisystem</i> .....	36
IV.2.1.	Daya Terima ONT .....	37
IV.2.2.	<i>Bit Error Rate</i> .....	38
IV.3.	Hasil Perhitungan Secara Teori .....	40
IV.3.1.	<i>Power Link Budget</i> .....	40
IV.3.2.	<i>Rise Time Budget</i> .....	45
IV.3.3.	Bit Error Rate.....	46
IV.4.	Analisis Hasil Perancangan .....	49
IV.4.1.	Analisis <i>Power Link Budget</i> .....	50
IV.4.2.	Analisis Rise Time Budget .....	53
IV.4.3.	Analisis <i>Bit Error Rate</i> .....	55
IV.4.4.	Analisis Terhadap ODP Menggunakan <i>Splitter</i> Yang Berbeda.....	58
BAB V PENUTUP.....		61
V.2.	Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA .....		64
LAMPIRAN .....		66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur Serat Optik[6]. .....	9
Gambar II. 2 Serat Optik Jenis <i>Singlemode Step Index</i> [8].....	10
Gambar II. 3 Serat Optik Jenis <i>Multimode Step Index</i> [8] .....	11
Gambar II. 4 Serat Optik Jenis <i>Multimode Graded Index</i> [8]. .....	11
Gambar II. 5 Arsitektur jaringan <i>FTTH</i> [15] .....	21
Gambar II. 6 Tampilan Awal <i>Optisystem</i> .....	23
Gambar III. 1 Lokasi Perancangan <i>FTTH</i> .....	24
Gambar III. 2 <i>Flowchart</i> Perancangan <i>FTTH</i> .....	27
Gambar III. 3 Lokasi Komponen Penyusun <i>FTTH</i> .....	30
Gambar III. 4 Skema Kabel Feeder dan Distribusi .....	31
Gambar III. 5 Pemetaan Jalur Distribusi Pada Perumahan Grand Sulawesi ..	32
Gambar III. 6 Pemetaan Jalur Drop Pada <i>ODP-SUG-FBP-001</i> .....	34
Gambar IV. 1 Simulasi Perancangan Link Optik <i>ODP-SUG-FBP-001</i> .....	35
Gambar IV. 2 Tampilan <i>OPM</i> pada <i>ODP-SUG-FBP-001</i> .....	37
Gambar IV. 3 Tampilan <i>BER Analyzer</i> pada <i>ONT 22</i> .....	39
Gambar IV. 4 Simulasi Perancangan Menggunakan <i>Splitter 1:16</i> .....	58
Gambar L. II. 1 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada <i>ODP-SUG-FBP-002</i> .....	68
Gambar L. II. 2 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada <i>ODP-SUG-FBP-003</i> .....	68
Gambar L. II. 3 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada <i>ODP-SUG-FBP-004</i> .....	69
Gambar L. II. 4 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada <i>ODP-SUG-FBP-005</i> .....	69
Gambar L. II. 5 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada <i>ODP-SUG-FBP-006</i> .....	70
Gambar L. II. 6 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada <i>ODP-SUG-FBP-007</i> .....	70

Gambar L. II. 7 Rencana Jalur Serat Optik Pada Perumahan Grand Sulawesi .....	71
Gambar L.III. 1 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-002 .....	72
Gambar L.III. 2 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-003 .....	73
Gambar L.III. 3 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-004 .....	74
Gambar L.III. 4 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-005 .....	75
Gambar L.III. 5 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-006 .....	76
Gambar L.III. 6 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-007 .....	77
Gambar L. VII. 1 Pembangunan Rumah Grand Sulawesi .....	92
Gambar L. VII. 2 Pemilik Rumah Yang Ingin Berlangganan.....	93
Gambar L. VII. 3 Kebutuhan Layanan Internet Untuk <i>Browsing</i> .....	94
Gambar L. VII. 4 Kebutuhan Layanan Internet Untuk <i>Streamming</i> .....	94
Gambar L. VII. 5 Kebutuhan Layanan Internet Untuk <i>Chatting</i> .....	95

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Redaman Passive <i>Splitter</i> .....	15
Tabel II. 2 Pengklasifikasian nilai level daya terima .....	17
Tabel II. 3 Spesifikasi alat yang digunakan pada panjang gelombang 1490 nm [5] .....	18
Tabel III. 1 Spesifikasi dari OLT .....	28
Tabel III. 2 Spesifikasi perangkat ONT .....	29
Tabel III. 3 Spesifikasi <i>Loss element</i> .....	29
Tabel III. 4 Jarak ODC-SUG-FBP Ke Tiap ODP Pada Jalur Distribusi.....	33
Tabel IV. 1 Perbandingan Daya Terima Pelanggan.....	50
Tabel IV. 2 Perbandingan <i>Rise Time Budget</i> .....	53
Tabel IV. 3 Perbandingan <i>Bit Error Rate</i> .....	55
Tabel IV. 4 Perbandingan ODP 1:8 dan ODP 1:16 .....	59
Tabel L.I. 1 Data Jarak Antar Perangkat.....	66
Tabel L.V. 1 Total <i>Link Loss Budget</i> .....	82
Tabel L.V. 2 Daya Terima ONT Pelanggan .....	83
Tabel L.V. 3 Hasil Perhitungan <i>Rise Time Budget</i> .....	85
Tabel L.V. 4 <i>Signal To Noise Ratio</i> Dan <i>BER</i> .....	87
Tabel L. IV. 1 Daya Terima ONT pada <i>Optical Power Meter</i> .....	78
Tabel L. IV. 2 <i>Bit Error Rate</i> Pada <i>BER Analyzer</i> .....	79
Tabel L.V. 1 Total <i>Link Loss Budget</i> .....	82
Tabel L.V. 2 Daya Terima ONT Pelanggan .....	83
Tabel L.V. 3 Hasil Perhitungan <i>Rise Time Budget</i> .....	85

Tabel L.V. 4 <i>Signal To Noise Ratio</i> Dan <i>BER</i> .....	87
Tabel L. VI. 1 Salah Satu Data Calon Pelanggan .....	89
Tabel L. VI. 2 Salah Satu Data Calon Pelanggan .....	90
Tabel L. VI. 3 Salah Satu Data Calon Pelanggan .....	91

## ABSTRAK

**Firda Zhafirah, Analisis Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* untuk Perumahan Grand Sulawesi Menggunakan *Software Simulasi Optisystem* (dibimbing oleh Andini Dani Achmad, dan Dewiani).**

Perumahan Grand Sulawesi merupakan salah satu perumahan baru yang berada di kabupaten Gowa letaknya dekat dengan kota Makassar dan diapit oleh beberapa kampus diantaranya Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Polbangtan Gowa, dan UIN Alauddin Samata. Hasil survei menunjukkan bahwa 92% masyarakat perumahan ini membutuhkan berbagai jenis layanan seperti telepon, internet dan TV kabel. Namun pihak provider belum bisa memberikan layanan tersebut karena belum adanya jaringan serat optik yang masuk ke perumahan ini. Berdasarkan keadaan tersebut maka perumahan ini sangat berpotensi untuk dibangun jaringan *Fiber To The Home* (FTTH). Pada tugas akhir ini telah dirancang simulasi *fiber to the home* untuk Perumahan Grand Sulawesi menggunakan metode *software simulasi Optisystem* serta dianalisis baik secara simulasi maupun secara perhitungan teori berupa *power link budget*, *rise time budget*, dan *bit error rate*, dengan mengacu pada standar yang digunakan oleh PT.Telkom. Hasil yang didapatkan dari perancangan ini untuk *link power budget* dengan jarak terjauh yakni 10,5392 km dari sentral didapatkan, (1) Hasil perhitungan secara teori dengan total redaman berkisar antara 23,581 hingga 23,781 dB dan nilai daya terima ONT pelanggan yang didapatkan berkisar antara -19,781 hingga -19,581 dBm. (2) Hasil simulasi pada pengukuran daya terima menggunakan *optical power meter* berkisar antara -17,413 hingga -17,213 dBm. Hasil ini masih berada dalam range standar dari PT. Telkom, yakni total redaman maksimal 28 dB dan minimal 13 dB dan standar daya terima ONT pelanggan yakni sekitar -8 hingga -27 dBm. Untuk *rise time budget*, (3) Hasil perhitungan yang didapatkan berkisar antara 0,28366 hingga 0,28838 ns. Perancangan dikatakan layak karena masih dibawah batas pengkodean NRZ yakni 0,291 ns. Untuk *bit error rate*, (4) Hasil perhitungan yang didapatkan berkisar antara  $5,5 \times 10^{-30}$  hingga  $1,59 \times 10^{-27}$  bit. (5) Hasil simulasi menggunakan *BER Analyzer* berkisar antara  $3,8102 \times 10^{-35}$  hingga  $1,8942 \times 10^{-21}$  bit. Banyaknya bit yang *error* masih dalam standar dari PT.Telkom, yakni tidak melebihi  $10^{-9}$  bit. (6) Perubahan pada *splitter* sangat mempengaruhi proses pentransmisian sinyal dan perancangan, berdasarkan simulasi yang telah dilakukan *splitter* 1:8 lebih ideal digunakan daripada *splitter* 1:16 untuk pendistribusian kepelanggan pada kondisi perumahan Grand Sulawesi.

**Kata kunci :** *FTTH, Optisystem, Power Link Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate.*

## ABSTRACT

**Firda Zhafirah, Analysis of Network Design Fiber To The Home for Grand Sulawesi Residence using Optisystem Simulation Software (Supervised by Andini Dani Achmad, and Dewiani).**

Grand Sulawesi is one of the new housing estates located in Gowa regency, located close to Makassar city and surrounded by several campuses including the Faculty of Engineering, Hasanuddin University, Polbangtan Gowa, and UIN Alauddin Samata. The survey results show that 92% of these residential communities need various types of services such as telephone, internet, and TV. However, the providers have not been able to provide these services because there is no fiber-optic network available for this residence. Based on these conditions, this residence has the potential to build a Fiber To The Home (FTTH) network. In this final project, fiber to the home simulation has been designed for the Grand Sulawesi Housing using simulation method with Optisystem software and analyzed both by simulation and theoretical calculations e.g. power link budget, rise time budget, and bit error rate, using PT. Telkom standards. The results obtained from this design for the link power budget with the farthest distance of 10.5392 km from the center are, (1) The theoretical calculation results with total attenuation ranged from 23.581 to 23.781 dB and the value of customer ONT acceptance ranged from -19.781 up to -19.581 dBm. (2) The simulation results on the received power measurement using an optical power meter ranged from -17.413 to -17.213 dBm. These results are still within the standard range of PT. Telkom, namely a maximum total attenuation of 28 dB and a minimum of 13 dB, and the customer ONT receiving power standard is around -8 to -27 dBm. For the rise time budget, (3) The calculation results obtained range from 0.28366 to 0.28838 ns. It can be concluded that the design is feasible because it is still below the NRZ coding limit of 0.291 ns. For the bit error rate, (4) The obtained calculation results ranged from  $5.5 \times 10^{-30}$  to  $1.59 \times 10^{-27}$  bits. (5) The simulation results using BER Analyzer ranged from  $3.8102 \times 10^{-35}$  to  $1.8942 \times 10^{-21}$  bit. The number of bits error still in the standard of PT. Telkom, which does not exceed  $10^{-9}$  bit. (6) Changes in the splitter greatly affect the signal transmission and design process, based on the simulation that has been done, the splitter is 1:8 more ideal to use than the 1:16 splitter for customer distribution in the residence conditions of Grand Sulawesi.

**Keywords:** *FTTH, Optisystem, Power Link Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Saat ini ketertarikan masyarakat akan teknologi informasi dan komunikasi cukup besar, sehingga kebutuhan layanan telekomunikasi tidak hanya telepon melainkan adanya akses internet yang membutuhkan *bandwidth* yang besar. Teknologi jaringan akses tembaga belum dapat mencukupi permintaan pelanggan yang membutuhkan *bandwidth* dengan kapasitas yang besar serta berkecepatan tinggi sehingga PT. Telkom perlu untuk melakukan peningkatan infrastruktur layanan dari jaringan akses tembaga menuju jaringan akses fiber sebagai media transmisinya.

Unjuk kerja dari teknologi serat optik yang bagus dan handal akan memberikan dampak positif kepada pelanggan, sehingga pelanggan dapat terpuaskan dengan layanan yang telah disediakan oleh *provider* telekomunikasi. Teknologi ini telah banyak dipilih orang karena merupakan media pengirim data yang paling efektif, memiliki tingkat *loss* data, gangguan yang rendah, serta *bandwidth* yang tinggi.

Namun, dibalik jumlah pengguna internet yang setiap tahunnya meningkat, hasil survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) masih menyimpan kekhawatiran yang besar yakni masih ada ratusan juta orang yang belum tersentuh internet. Di daerah-daerah terpencil, akses internet masih menjadi barang langka. Jangankan serat optik, jaringan selular pun belum bisa digunakan sepenuhnya[1]. Oleh karena itu perlu dilakukan pemerataan infrastruktur jaringan akses internet hingga ke daerah-daerah belum tersentuh internet. Infrastruktur jaringan serat optik perlu dirancang dan dianalisis agar sepenuhnya menggunakan serat optik mulai dari

penyedia hingga ke pelanggan menggunakan teknologi GPON biasanya disebut dengan *Fiber To The Home* agar kualitas serta kuantitas pelayanannya sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Kota Makassar merupakan kota industri yang padat penduduk sehingga sebagian pendatang yang bekerja di kota Makassar memilih untuk tinggal jauh dari pusat industri. Perumahan Grand Sulawesi merupakan salah satu perumahan baru yang berada di kabupaten Gowa letaknya dekat dengan kota Makassar. Perumahan ini termasuk tempat yang nyaman karena jauh dari pusat industri dan berada di tengah-tengah pemukiman masyarakat serta diapit oleh beberapa kampus diantaranya Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Polbangtan Gowa, dan UIN Alauddin Samata. Banyaknya pendatang dari seluruh Indonesia baik itu pekerja dari Kota Makassar yang memilih untuk menetap di perumahan ini serta banyak pemilik rumah yang menyewakan rumahnya untuk ditinggali sementara oleh mahasiswa. Oleh sebab itu banyak penduduk yang membutuhkan berbagai macam layanan informasi dan komunikasi guna menunjang kebutuhan dan gaya hidupnya. Hasil survei menunjukkan bahwa 92% masyarakat pada perumahan ini membutuhkan berbagai jenis layanan seperti telepon, internet dan TV kabel. Namun pihak provider belum bisa memberikan layanan tersebut karena belum adanya jaringan serat optik yang masuk ke perumahan ini. Berdasarkan keadaan tersebut maka perumahan ini sangat berpotensi untuk dibangun jaringan *Fiber To The Home* (FTTH).

Penelitian mengenai perancangan *Fiber To The Home* masih dilakukan oleh sebagian orang sehingga penulis melakukan tinjauan studi dari beberapa penelitian

sebelumnya. Adapun penelitian sebelumnya mengenai “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home (FTTH)* dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* (Studi Kasus Di Perumahan Gunung Batu Bandung)” yang menggunakan 3 buah ODP dan jumlah pelanggan 1408 ONT, hasil uji *power link budget* yakni total redaman yang dihasilkan uplink sebesar 25,59337 dB dan downlink sebesar 24,78654 dB kedua redaman masih sesuai dengan standar ITU-T G984 sebesar 28 dB dan PT. Telkom yakni sebesar 26 dB [2]. “Analisis Pengujian Implementasi Perangkat *Fiber To The Home (FTTH)* Dengan *Optisystem* Pada Link STO Ahmad Yani Ke Apartemen Gateway” dengan hasil perancangan yang didapatkan layak dan memenuhi standar jaringan yang ditetapkan oleh PT. Telkom dengan nilai *BER* yaitu sebesar  $1,04003 \times 10^{-17}$ , *Link Power Budget* bernilai  $-23,3134$  dB, *Rise Time Budget* bernilai  $0,0090195$  dB, *SNR* bernilai  $31,06226$  dB dan *Power Penalties* bernilai  $1,278$  dB[3]. Penelitian mengenai “Analisis Pengujian Implementasi Perangkat *Fiber To The Home (FTTH)* Dengan *Optisystem* Pada Link STO Cijawura Ke Perumahan Jingga” memperoleh *BER* pada downstream yaitu  $3,18618 \times 10^{-19}$  dan upstream yaitu nilai *BER* yaitu 0, parameter performansi sistem *Q-factor* pada downstream sebesar  $8,88527$  dan upstream sebesar  $175,368$  dan dengan sensitifitas perangkat ONT sebesar  $-23$  dBm, hasil *Optisystem* untuk pelanggan terjauh *Receive Power* menunjukkan angka sebesar  $-18,829$  dBm sehingga dapat dikatakan pengujian implementasi ini layak[4].

Dalam tugas akhir ini penulis akan merancang sebuah jaringan optik *Fiber To The Home* pada Perumahan Grand Sulawesi menggunakan *Software Optisystem* serta menganalisis beberapa parameter seperti *Link Power Budget*, *Rise Time*

*Budget, dan Bit Error Rate (BER)* agar sesuai dengan standar dari PT. Telkom. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah **ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME UNTUK PERUMAHAN GRAND SULAWESI MENGGUNAKAN SOFTWARE SIMULASI *OPTISYSTEM*.**

## **I.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* pada *Optisystem* sesuai dengan kondisi lokasi Perumahan Grand Sulawesi?
2. Bagaimana hasil pengukuran simulasi dari perancangan jaringan optik *Fiber To The Home* pada *Optisystem*?
3. Setelah mendapatkan hasil simulasi dari *Optisystem*, bagaimana hasil analisis dari perancangan jaringan optik *Fiber To The Home*. Apakah sesuai dengan standar PT. Telkom?

## **I.3. Tujuan Penulisan**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah jaringan optik *Fiber To The Home* pada Perumahan Grand Sulawesi. Adapun tujuan yang ingin dicapai:

1. Merancang jaringan optik *Fiber To The Home* agar sesuai dengan standar dari PT. Telkom.
2. Menganalisis parameter jaringan dari simulasi yang ditampilkan oleh *Optisystem* pada perancangan jaringan optik *Fiber To The Home*.

## **I.4. Manfaat Penulisan**

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat seperti yang di uraikan berikut ini:

1. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu tolak ukur kemampuan dan potensi pada diri sendiri dan sebagai disiplin ilmu yang telah didapatkan dibangku perkuliahan.
2. Bagi PT. Telkom, masyarakat dan mahasiswa, penelitian ini diharapkan menjadi kerangka acuan dalam mengembangkan penelitian serupa di masa yang akan datang dapat bermanfaat dalam menambah wawasan, serta bisa sebagai referensi dalam perancangan FTTH.
3. Bagi Institusi Pendidikan Departemen Teknik Elektro & pada bidang Teknologi Telekomunikasi dan Informasi, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam mengembangkan suatu penelitian yang berhubungan dengan topik perancangan serat optik, serta mempersiapkan Departemen Teknik Elektro dalam menghadapi perkembangan teknologi dimasa yang akan datang.
4. Bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, penelitian ini diharapkan menjadi pemicu kreativitas untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang teknologi informasi dan telekomunikasi.

#### **I.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. Hasil pengukuran simulasi *Optisystem* berupa parameter *Link Power Budget* dan *Bit Error Rate (BER)*.

3. Penelitian ini hanya merancang Perumahan Grand Sulawesi
4. Perencanaan jaringan ini hanya merancang jalur *downlink* (OLT hingga ke ONT) dengan panjang gelombang 1490 nm
5. Parameter yang akan dianalisis adalah *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate (BER)*.
6. Terbatas pada jaringan lokal.
7. Tidak membahas Teknologi serat optik secara mendalam.

#### **I.6. Metode Penelitian**

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini guna menyelesaikan masalah, antara lain :

1. Studi Literatur

Pada tahap pertama adalah pengumpulan literatur-literatur berupa konsep dan teori yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada tugas akhir ini, baik berupa tugas akhir, jurnal referensi, artikel dari internet, dan sumber-sumber lainnya. Pada tahap ini akan dipelajari mengenai serat optik secara umum, desain *fiber to the home*, serta parameter-parameter yang terdapat di *fiber to the home*.

2. Pengambilan data dan perancangan

Tahap kedua dari penelitian ini yaitu melakukan pengambilan data, diawali dengan menentukan jumlah sampel pelanggan, jarak dari ODP hingga ke pelanggan menggunakan *Google Earth*, titik penempatan ODP berdasarkan jumlah pelanggan, kemudian melakukan perancangan pada *Optisystem* berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Telkom serta jurnal ilmiah.

### 3. Simulasi Hasil Perancangan

Setelah tahap kedua selesai, selanjutnya dilakukan simulasi pada *Optisystem* untuk mendapatkan parameter-parameter yang diinginkan dari hasil perancangan.

### 4. Analisis Hasil Simulasi dan Teori

Setelah tahap ketiga selesai, maka dilakukan analisis dari hasil simulasi yang didapatkan dengan standar yang telah ditetapkan oleh PT. Telkom Indonesia dilapangan yakni dengan melakukan perbandingan hasil simulasi dengan hasil perhitungan secara teori.

### 5. Penarikan simpulan

Tahap akhir dari penelitian ini ialah menarik simpulan dari analisis data mengenai semua masalah yang dibahas. Hal ini berguna untuk menjawab semua masalah yang telah diuraikan sebelumnya.

## **I.7. Sistematika Penulisan**

Agar pembahasan yang disajikan lebih sistematis, maka Tugas Akhir ini akan dibagi ke dalam lima bab. Isi masing-masing dari bab diuraikan secara singkat dibawah ini:

BAB I PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi tentang teori dasar yang menunjang dan berhubungan dalam penulisan laporan ini.

BAB III METODE PERANCANGAN, berisi tentang proses pengumpulan data

hingga proses perancangan pada *Google Earth* dan desain *Fiber To The Home* pada *Software Optisystem*.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS, berisi hasil dan analisis simulasi dan pengukuran pada software meliputi parameter-parameter yang telah dijelaskan di batasan masalah.

BAB V PENUTUP, berisi simpulan dan saran-saran dari penulis yang perlu di tingkatkan dalam penelitian di kemudian hari.



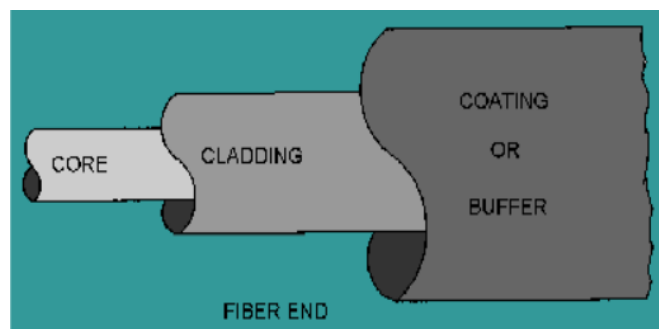
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1. Serat Optik

Serat optik merupakan sebuah teknologi pengirim data yang menggunakan benang (kaca/plastik) sebagai media transmisinya. Kabel serat optik memiliki koneksi yang sangat stabil serta tidak dipengaruhi oleh cuaca yang sedang terjadi. Kabel ini memiliki kecepatan dalam mentransfer data mencapai 100 Mbps[5]. Serat optik ialah saluran transmisi yang terdiri dari helaian optik murni yang sangat tipis dan dapat mengirim informasi digital dalam jarak yang cukup jauh[2].

Secara umum struktur serat optik terdiri dari 3 bagian, yaitu: *core* (inti), *cladding* (kulit), *coating* (jaket). Struktur serat optik dapat dilihat pada Gambar II.1 berikut ini,



Gambar II. 1 Struktur Serat Optik[6].

1. *Core* (Inti), umumnya terbuat dari bahan silica ( $\text{SiO}_2$ ) atau plastik. Bahan inilah yang merupakan tempat merambatnya cahaya untuk mengirim data. Inti (core) memiliki diameter berkisar antara 8 *micron* sampai 62,5 *micron*.

2. *Cladding* (Selubung), bahannya hampir sama dengan *core* namun pada *cladding* memiliki indeks bias yang lebih kecil dari *core* sehingga cahaya tetap berada didalam inti serat optik.
3. *Coating* (Jaket) digunakan sebagai pelindung mekanis yang melindungi serat optik baik dari kotoran, goresan, maupun kerusakan lainnya[6].

## II.2. Jenis Serat Optik

Ada dua jenis kabel serat optik yaitu *Single-mode fiber* dan *Multi-mode fiber*.

### a. *Single-Mode Fiber*

*Single-mode fiber* ialah suatu serat optik yang memiliki inti berdiameter sekitar 0,00035 *inch* atau 9 *micron*. Kabel ini dapat mengirimkan sinar inframerah dan hanya menyebarkan satu mode cahaya dalam satu waktu[7].



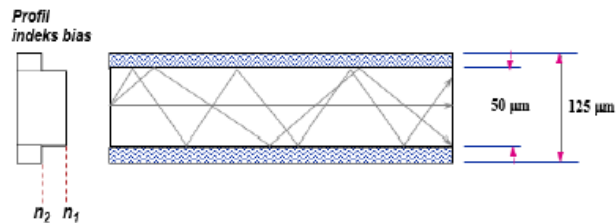
Gambar II. 2 Serat Optik Jenis *Singlemode Step Index*[8].

### b. *Multi-Mode Fiber*

*Multi-mode fiber* ialah suatu serat optik yang memiliki diameter inti lebih besar dari *Single-mode fiber* yakni sekitar 0.0025 *inch* atau 62.5 *micron*. Kabel ini dapat melewatkan ratusan cahaya dalam serat optik secara bersamaan dalam satu waktu. Sumber dari cahaya dari serat optik ini umumnya menggunakan Laser atau LED. *Multi-mode fiber* dapat digunakan untuk tujuan komersial[7].

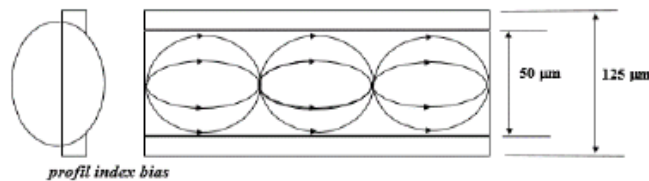
*Multi-mode fiber* terdiri dari *multimode step index* dan *multimode graded index*. *Multimode step index* memiliki core yang besar, indeks bias yang konstan serta memiliki *cladding* yang sangat tipis. Oleh sebab itu penyambungan kabel ini lebih

mudah dari *multimode graded index* karena *core* yang dimiliki lebih besar. Kabel ini hanya digunakan dalam jarak pendek dan bit data yang rendah[8].



Gambar II. 3 Serat Optik Jenis *Multimode Step Index*[8]

Untuk *multimode graded index*, *core* terdiri dari sejumlah lapisan kaca sehingga memiliki indeks bias yang berbeda-beda karena cahaya melalui proses difraksi. Indeks bias tertinggi terdapat dipusat core dan berangsur turun hingga ke *cladding*[8].



Gambar II. 4 Serat Optik Jenis *Multimode Graded Index*[8].

### II.3. *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*

Teknologi digunakan untuk meningkatkan infrastruktur yakni teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). Teknologi ini menggunakan serat optik sebagai media transmisinya. Teknologi ini terdiri dari *Fiber To The Home*, *Fiber To The Curb*, atau *Fiber To The Building*[9].

#### **II.4. Fiber To The Home (FTTH)**

*Fiber to the home* (FTTH) ialah sebuah jaringan yang sepenuhnya menggunakan serat optik dari sentral hingga ke pelanggan. Teknologi ini menggunakan *splitter* untuk membagi data ke sejumlah rumah (*point to multipoint*). *Splitter* yang digunakan terdiri dari 1:2 ; 1:4 ; 1:8 ; 1:16 ; 1:32. Artinya sinyal multipleks dibagi ke dalam beberapa rumah sesuai jumlah *splitter* yang digunakan. Bentuk baru dari pelayanan ini yakni memiliki *high speed acces*, mampu mentransmisikan *bandwidth* yang tinggi serta rugi-rugi yang dimiliki kecil[2].

#### **II.5. Triple play**

Layanan *triple play* biasanya digunakan dalam istilah pemasaran. Layanan ini terdiri dari internet dengan kecepatan tinggi, telepon dan TV kabel. Ketiga layanan ini harus memiliki koneksi *broadband* untuk *Quality of Service* (QoS) yang baik. Layanan *triple play* dikirim dengan mengkombinasikan teknologi serat optik dan teknologi *Digital Subscriber Line* (DSL)[8]. Daerah yang sudah dijangkau oleh jaringan FTTH sudah bisa menggunakan layanan *triple play*[4].

#### **II.6. Komponen Perangkat FTTH**

##### **II.6.1. Optical Line Termination (OLT)**

*Optical line termination* (OLT) ialah *interface* antara penyedia layanan (*service provider*) data, video, serta telepon. OLT merupakan sentral yang akan membuat link ke sistem operasi penyedia layanan melalui *Network Management System* (NMS)[11].

### **II.6.2. Fiber Termination Management (FTM)**

*Fiber termination management* (FTM) ialah suatu perangkat yang dapat digunakan sebagai terminasi, interkoneksi, dan *cross connect* fisik kabel optik baik dari *outside plant* (OSP) hingga ke perangkat aktif, serta menggunakan tempat monitoring dan pengukuran serat optik. FTM terdiri dari EA (Electrical Acces) dan OA (Optical Acces)[8].

### **II.6.3. Optical Distribution Cabinet (ODC)**

*Optical distribution cabinet* (ODC) ialah perangkat terminasi yang terletak di rumah kabel. Perangkat ini menyediakan sarana transmisi optik dari OLT terhadap pengguna dan sebaliknya. Perangkat ini terdiri dari komponen pasif seperti *splitter*, *connector*, dan *splice*[11]. Adapun fungsi dari ODC adalah :

- Sebagai titik terminasi untuk menyebar layanan ke beberapa area yang lebih kecil.
- Tempat *splitter*
- Menjadi penghubung antara kabel *feeder* dan kabel distribusi.

### **II.6.4. Optical Distribution Point (ODP)**

*Optical distribution point* (ODP) ialah tempat terminasi yang berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan terutama untuk menghubungkan kabel distribusi dan kabel drop. Komponen yang sering digunakan *connector*, *adaptor*, dan *splitter*. Adapun jenis ODP yang umum digunakan yakni ODP *Pole* (tembok), ODP *Closure* (kabel antara 2 tiang), dan ODP *Pedestal*[12]. Adapun fungsi dari ODP yakni:

- Sebagai titik terminasi untuk penyebar layanan ke beberapa area yang lebih kecil.
- Tempat *splitter*

- Penghubung antara kabel distribusi dan kabel *Indoor*

#### **II.6.5. Optical Indoor Outlet (Roset)**

*Optical indoor outlet* (Roset) ialah suatu perangkat pasif yang diletakkan dalam rumah pelanggan dan menjadi titik terminasi akhir dari kabel *indoor* serat optik. Roset terdiri dari dua jenis yaitu roset jenis temple dan roset jenis tanam[13].

#### **II.6.6. Optical Network Terminal/Unit (ONT/ONU)**

*Optical network terminal/unit* ialah perangkat yang menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN kemudian diubah oleh ONT/ONU menjadi suatu sinyal elektrik yang diperlukan dalam service pelanggan. ONT/ONU diletakkan di sisi pelanggan[11].

#### **II.6.7. Catuan kabel**

Secara umum topologi pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) dapat dibagi menjadi 4 segmen catuan kabel yakni,

- Catuan kabel *feeder network*, ialah kabel serat optik yang digunakan untuk menghubungkan antara *central office* hingga ke ODC.
- Catuan kabel *distribution network*, ialah kabel serat optik yang digunakan untuk menghubungkan ODC hingga ke ODP.
- Catuan *drop cable network*, ialah kabel serat optik yang digunakan untuk menghubungkan ODP hingga ke OTP atau Roset jika OTP tidak ada.
- Catuan kabel rumah, ialah perangkat pasif yang diletakkan dalam rumah pelanggan atau umumnya disebut dengan roset[8].

### **II.6.8. Splitter**

*Splitter* ialah komponen pasif yang digunakan untuk memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat sesuai dengan jumlah pelanggan[11].

Tabel II. 1 Redaman Passive *Splitter*

<b>Rasio</b>	<b>Redaman</b>
1:2	3.1 – 3.7 dB
1:4	6.6 – 7,2 dB
1:8	9.7 – 10.3 dB
1:16	12.8 – 13.5 dB
1:32	16.0 – 16.7 dB

### **II.6.9. Connector**

*Connector* ialah komponen yang terdapat diujung serat optik yang terhubung langsung pada perangkat. *Connector* pada serat optik biasanya terbuat dari material yang sederhana seperti plastik, karet dan kaca sehingga lebih praktis digunakan [8].

### **II.6.10. Patch-Chord**

*Patch chord* ialah kabel serat optik yang memiliki panjang tertentu dan sudah dilengkapi dengan konektor tiap ujung kabel dan digunakan untuk menghubungkan antar perangkat[12].

### **II.6.11. Splice**

*Splice* ialah suatu komponen yang digunakan sebagai sambungan permanen antara dua serat optik[12].

## II.7. Parameter-Parameter Kelayakan Jaringan Serat Optik

### II.7.1. Power Link Budget

*Power link budget* ialah metode digunakan dalam menguji kelayakan suatu jaringan FTTH dalam mengirimkan sinyal dari pengirim hingga ke penerima, sehingga dapat diketahui berapa besar redaman yang terjadi pada saat proses transmisi. Untuk mendapatkan nilai *power link budget* maka terlebih dulu diukur nilai *link loss budget*. *Link loss budget* digunakan untuk mengetahui besarnya redaman total saluran yang dizinkan akibat adanya rugi-rugi di setiap elemen (rugi-rugi serat, konektor dan sambungan) disepanjang *link* komunikasi serat optik[14]. Untuk mengetahui nilai *link loss budget* maka rumus yang digunakan ialah [8]:

$$a_{tot} = L * \alpha_{serat} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \dots \dots \dots (II.1)$$

Sedangkan persamaan *Power link budget*[14]:

$$P_{rx} = P_{tx} - \text{Link loss Budget} \dots \dots \dots (II.2)$$

Keterangan :

- L : Panjang kabel serat optik (km)
- $\alpha_{serat}$  : Redaman serat optik (dB/km)
- $n_c$  : Jumlah *connector*
- $\alpha_c$  : Redaman *connector* (dB/*connector*)
- $n_s$  : Jumlah sambungan
- $\alpha_s$  : Redaman sambungan (dB/sambungan)
- $S_p$  : Redaman *splitter* (dB)
- $P_{tx}$  : Daya keluaran sumber optik (dBm)
- $P_{rx}$  : Daya terima *receiver* (dBm)



$\alpha_{tot}$  : Redaman total sistem (dB)

Maksimum total *link loss budget* dari jaringan serat optik GPON dari OLT/ONU adalah 28 dB(GPON). Untuk kebutuhan operasional dalam perbaikan jaringan serat optik maka desain FTTH untuk *link loss budget* memiliki nilai maksimum redaman sebesar 25 dB atau ekuivalen dengan panjang serat optik dari OLT hingga ke ONT pelanggan maksimum 17 km[15].

Level daya terima biasanya disebut dengan kuat daya sinyal yang diterima setelah proses pentransmisian paket data. Semakin besar nilai daya yang terima maka dapat dikatakan kualitas jaringan akan semakin baik[8].

Tabel II. 2 Pengklasifikasian nilai level daya terima

<b>Level Daya Terima (dBm)</b>	<b>Keterangan</b>
-13 sampai dengan – 19	Sangat Baik
-19 sampai dengan – 25	Baik
-25 sampai dengan – 28	Lambat <i>Loading</i>
Di bawah -28	Putus

### ***II.7.2. Rise Time Budget***

*Rise time budget* (anggaran kenaikan waktu) ialah metode yang digunakan untuk menentukan batasan dispersi suatu link serat optik. Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis suatu sistem transmisi digital. Umumnya degradasi total waktu transisi dari link digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit untuk data NRZ (*Non-Return-to-Zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*Return-to-Zero*)[16].

Tujuan dari anggaran kenaikan waktu ialah untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik pada *bit rate* yang diinginkan[5]. Menghitung nilai *rise time budget* dapat menggunakan persamaan II.3 dan II.4. Dalam kaitannya dengan *bit rate* sistem maka *rise time* sistem maka dapat dirumuskan menggunakan persamaan II.5. Tabel II.3 bisa dilihat standar spesifikasi alat yang dipakai untuk menghitung nilai *rise time budget* pada panjang gelombang 1490 nm berikut,

Tabel II. 3 Spesifikasi alat yang digunakan pada panjang gelombang 1490 nm [5]

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>
<i>Rise Time</i> sumber <i>optic</i>	0,15 ns
<i>Rise Time</i> <i>detector optic</i>	0,2 ns
Koefisien dispersi (D)	0,01364 ns/nm.km
Lebar Spectral	1 nm
Bitrate	2,4 Gbps

Adapun rumus yang digunakan untuk mengitung *rise time budget* yakni[5]

$$t_f = D \cdot \sigma\lambda \cdot L \dots\dots\dots(\text{II.3})$$

$$t_{\text{sys}} = \sqrt{t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{rx}}^2 + t_f^2} \dots\dots\dots(\text{II.4})$$

$$t_{\text{sys}} < 0,7BR \dots\dots\dots(\text{II.5})$$

Keterangan :

- $t_f$  = *Rise Time* optik (ns)
- D = Koefisien disperse (ns/nm.km)
- $\sigma\lambda$  = Lebar spektral (nm)
- L = Jarak (km)
- $t_{\text{tx}}$  = *Rise Time* sumber optik (ns)

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

$t_{sis}$  = Rise Time Sistem

BR = Bit Rate

### II.7.3. Bit Error Rate

*Bit error rate* merupakan banyaknya kesalahan bit yang terjadi pada saat mentransmisikan sinyal digital. 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[14]. *Signal to noise ratio* (SNR) sangat bergantung pada hasil perhitungan *power link budget* sebelumnya.

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

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*[14].

$$\text{signal power} = 2(P_{opt} \frac{\eta q}{h\nu})^2 \dots \dots \dots (II.7)$$

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[14].

$$I_{ND}^2(\text{Noise dark current}) = 2q i_D B \dots \dots \dots (II.8)$$

b. Shot Noise Current

Shot noise current adalah noise yang terjadi akibat adanya ketidaklinearan pada sistem[14]. Berikut persamaannya,

$$Shot\ noise\ current = 2q (2P_{opt} \frac{\eta q}{h\nu})B.....(II.9)$$

c. Derau Termal

Derau termal ialah arus yang dihasilkan akibat adanya gerak acak elektron bebas dalam sebuah komponen elektronik[14].

$$Thermal\ Noise = 4kT_{eff}B/Req.....(II.10)$$

Keterangan:

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

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

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

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

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

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

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

$Req$  = Resistensi ekivalen ( $50\ \Omega$ )

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

Persamaan selanjutnya ialah menghitung jumlah kesalahan bit saat proses pentransmisian, perhitungan BER dapat dilakukan dengan menentukan nilai Q (quantum noise) yang terdapat pada persamaan II.11 berikut[14],

$$\frac{(\frac{S}{N})_{pk}}{rms} = 20\ Log\ 2Q.....(II.11)$$

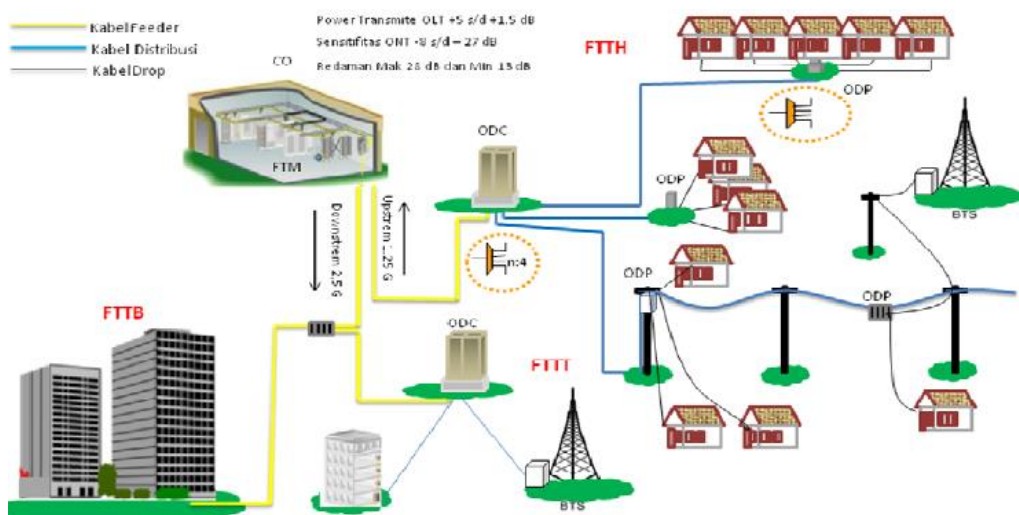
Dari persamaan *Quantum Noise* didapatkan persamaan pendekatan *bit error rate* pada persamaan II.12 berikut[14],

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

Menurut standar ITU-T G.984.2 *BER* maksimum dalam suatu sistem komunikasi optik sebesar  $10^{-9}$ . Artinya, terdapat kemungkinan 1 bit yang error dari  $10^9$  data yang dikirimkan dalam 1 kali proses transmisi. Semakin kecil nilai bit error rate maka semakin baik kondisi suatu jaringan telekomunikasi.

## II.8. Arsitektur jaringan FTTH

Konfigurasi jaringan akses fiber FTTH sama hal seperti pada jaringan akses tembaga dimana terdapat segmen - segmen catuan. Pada jaringan FTTH terdapat catuan kabel *feeder*, catuan kabel distribusi, catuan kabel drop dan catuan kabel *Indoor* dan perangkat aktif seperti OLT *transmitter* dan ONU/ONT.



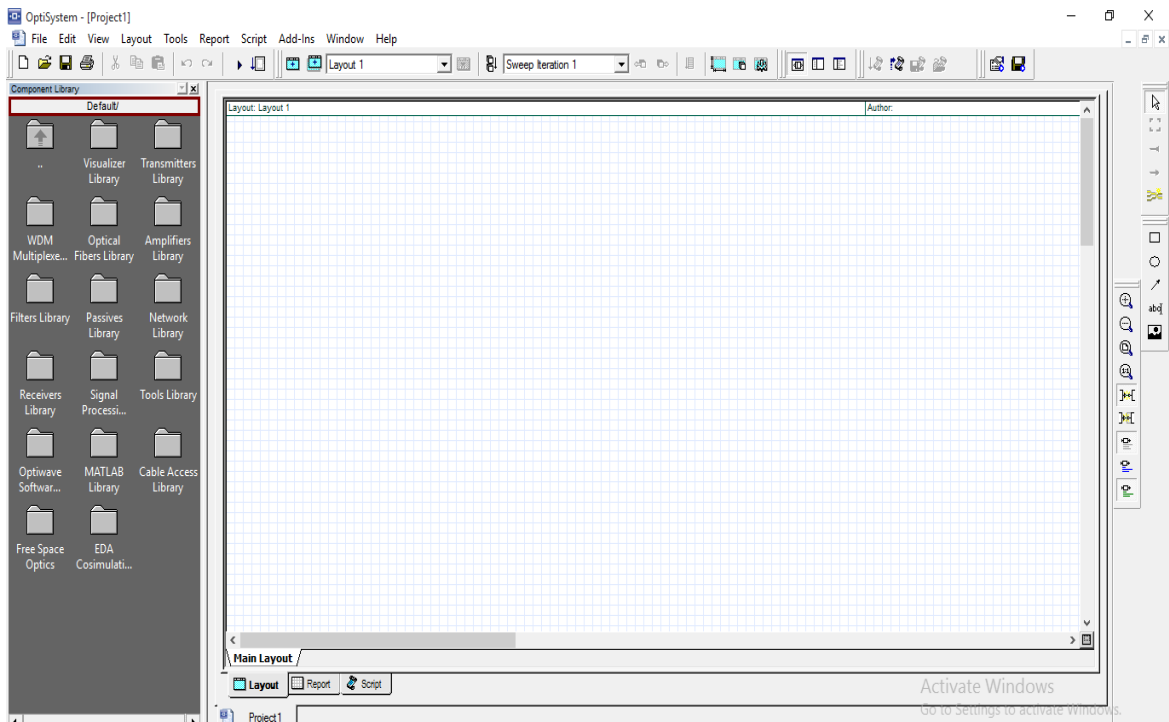
Gambar II. 5 Arsitektur jaringan FTTH[15]

Pada Gambar II.5. memperlihatkan topologi jaringan FTTx, dimana terdapat sambungan FTTx, yaitu FTTB (*Fiber To The Building*), FTTH (*Fiber To The Home*), dan FTTT (*Fiber To The Tower*). Pada FTTH, FTM menyalurkan ke ODC (*Optical Distribution Cabinet*), kemudian ke ODP (*Optical Distribution Point*) yang terdapat pada tiang sebagai titik distribusi ke pelanggan rumah[13].

Pada proses penransmisian data dari sentral ke pelanggan perlu melewati beberapa komponen seperti *patch cord*, *connector*, *splitter*, kabel *feeder*, kabel distribusi, dan kabel *drop* untuk menghubungkan tiap perangkat. *Patch core* digunakan untuk menghubungkan perangkat dari OLT ke FTM dan roset ke ONT, sedangkan untuk kabel *feeder* menghubungkan dari FTM ke ODC. Untuk proses pendistribusiannya menggunakan kabel distribusi menghubungkan perangkat ODC ke ODP. Sedangkan kabel drop digunakan untuk menghubungkan ODC hingga ke roset pelanggan.

## **II.9. *Optisystem***

*Optisystem* adalah *software* simulator untuk melakukan simulasi pada suatu jaringan serat optik dari pusat penyedia (provider) ke pelanggan, *software* ini bisa digunakan untuk mengukur *power link budget* dan *bit error rate (BER)* dan lain sebagainya. *Optisystem* memungkinkan pengguna untuk merencanakan, menguji, dan mensimulasikan jaringan optik. Berikut Gambar II.6. akan menunjukkan tampilan awal dari layout *software Optisystem*.



Gambar II. 6 Tampilan Awal *Optisystem*

Pada *software* ini terdapat sebuah *library* yang didalamnya terdapat banyak jenis perangkat yang bisa digunakan seperti *optical power meter* (OPM) untuk melihat redaman di setiap titik dan *BER Analyzer* untuk mengukur banyaknya bit yang *error*.