

**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

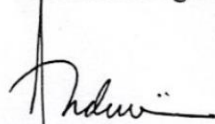
D411 16 011

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:

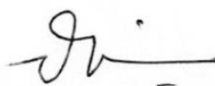
Pembimbing I



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>Streamning</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 pentransmisiian 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 5.5×10^{-30} to 1.59×10^{-27} bits. (5) The simulation results using BER Analyzer ranged from 3.8102×10^{-35} to 1.8942×10^{-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.

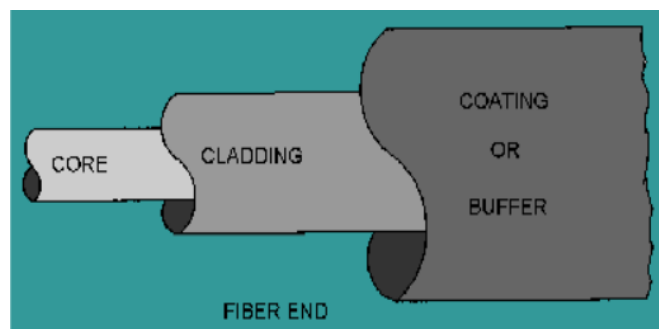
BAB II

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 (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].



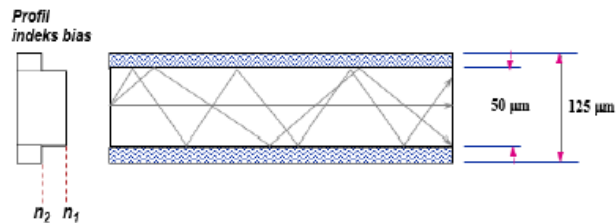
Gambar II. 2 Serat Optik Jenis *Singlemode Step Index*[8].

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].

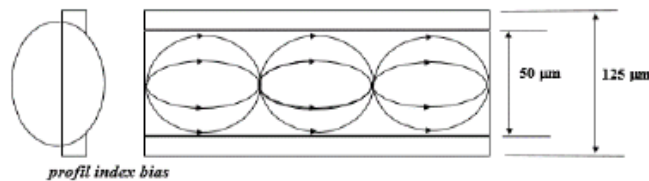
Multi-mode fiber terdiri dari *multimode step index* dan *multimode graded index*. *Multimode step index* memiliki core yang besar, indeks bias yang konstan serta memiliki *cladding* yang sangat tipis. Oleh sebab itu penyambungan kabel ini lebih

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*

Rasio	Redaman
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)
- α_{serat} : Redaman serat optik (dB/km)
- n_c : Jumlah *connector*
- α_c : Redaman *connector* (dB/*connector*)
- n_s : Jumlah sambungan
- α_s : Redaman sambungan (dB/sambungan)
- S_p : Redaman *splitter* (dB)
- P_{tx} : Daya keluaran sumber optik (dBm)
- P_{rx} : Daya terima *receiver* (dBm)

α_{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

Level Daya Terima (dBm)	Keterangan
-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]

Parameter	Nilai
<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_{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,

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

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)

$q/h\nu = R$ = 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],

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

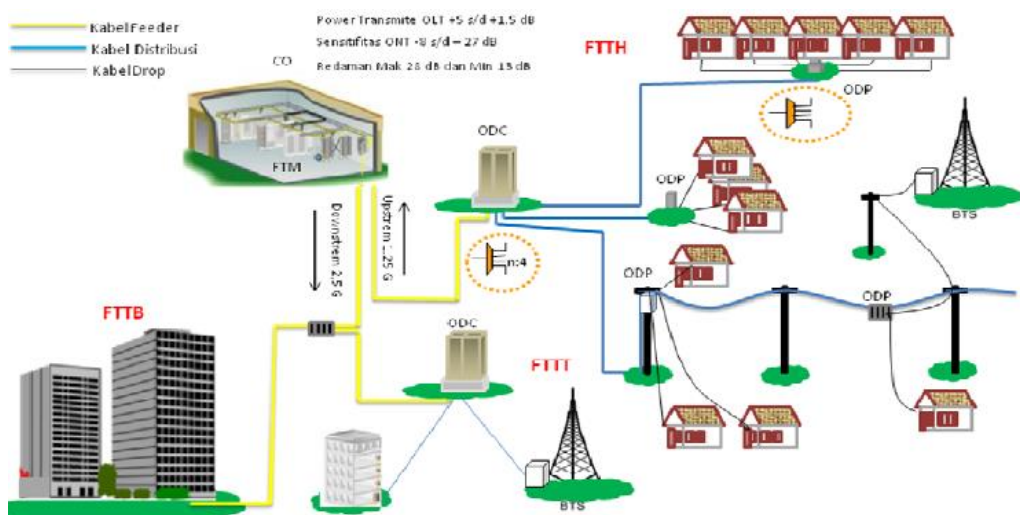
Dari persamaan *Quantum Noise* didapatkan persamaan pendekatan *bit error rate* pada persamaan II.12 berikut[14],

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

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.



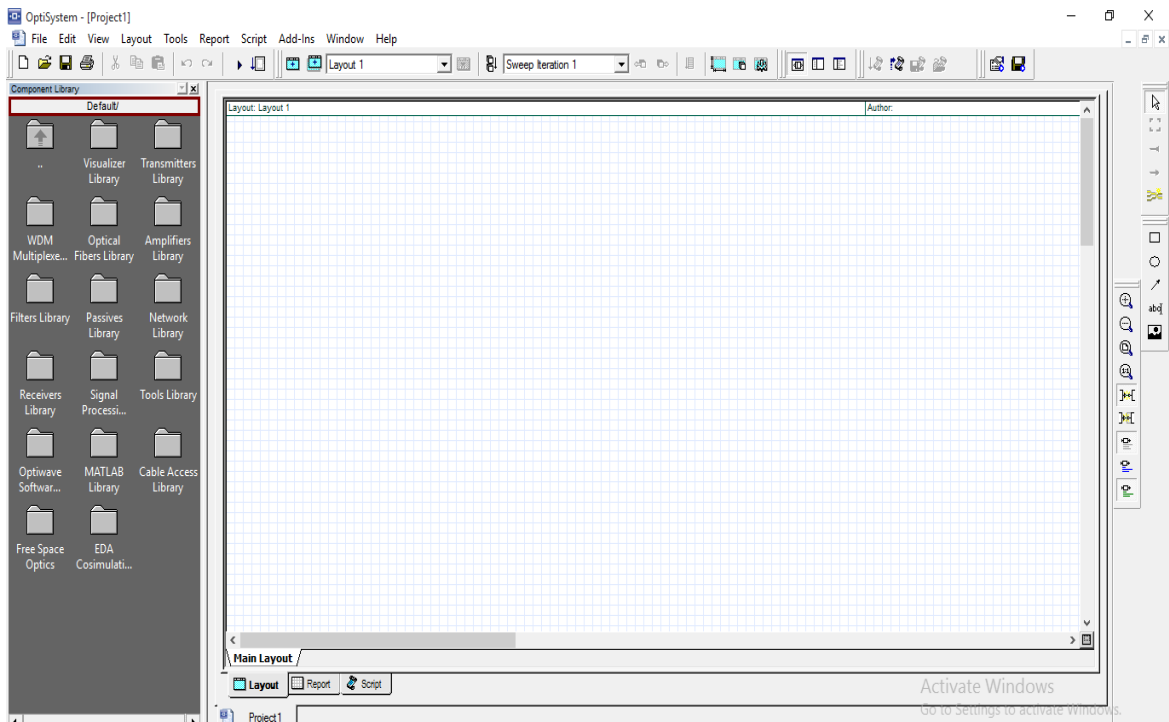
Gambar II. 5 Arsitektur jaringan FTTH[15]

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*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis ambil bersifat *on desk*, namun data yang digunakan berdasarkan kondisi lapangan yakni dengan mengadakan observasi lapangan terhadap sejumlah variabel subjek penelitian menurut keadaan apa adanya berdasarkan kondisi nyata.

III.2. Lokasi Penelitian

Pada Gambar III.1. menampilkan lokasi yang diambil sebagai objek perancangan yakni Perumahan Grand Sulawesi, yang letaknya di Jl. Jeruk, Kelurahan Romang Lompoa, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92119, Indonesia sebagai titik utama penelitian. Rumah yang telah dibangun pada perumahan grand sulawesi sebanyak 493 rumah, sedangkan yang baru dihuni sekitar 202 rumah.



Gambar III. 1 Lokasi Perancangan FTTH

Berdasarkan data yang diperoleh pada saat survei, dilakukan analisis data bertempat di Laboratorium Antena dan Propagasi Gelombang Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

III.3. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai pada bulan November 2019 sampai dengan bulan Maret 2020. Sedangkan untuk penulisan tugas akhir dimulai pada bulan September 2019 sampai dengan bulan Agustus 2020.

III.4. Teknik Pengumpulan Data dan Evaluasi

Penelitian ini adalah *survey* Analitik-deskriptif, yakni menitikberatkan pada pengumpulan data pada PT. Telkom serta *Google Earth*. Penulis juga melakukan pengumpulan dan evaluasi data-data melalui *on desk*, yakni pengumpulan data dari sosial media serta wawancara dengan pemilik rumah di Perumahan Grand Sulawesi, serta wawancara dengan pihak teknisi terkait penggunaan komponen-komponen dilapangan.

Adapun data yang dikumpulkan adalah jarak dari OLT Sungguminasa ke perumahan grand sulawesi; daya keluaran dari sumber optik; penggunaan dan jumlah *splitter*, *connector*, dan *splicing*; besar redaman (*loss*) pada *splitter*, *connector*, dan *splicing*; serta jumlah sampel pelanggan. Dengan demikian, data ini bisa digunakan sebagai penunjang dalam merancang *Fiber To The Home (FTTH)*.

Pada tahap evaluasi, hasil yang diperoleh berdasarkan dari hasil pengukuran menggunakan simulasi *Optisystem* dan perhitungan menggunakan teori serta mengukur parameter kelayakan agar sesuai dengan perancangan yang digunakan oleh PT. Telkom. Adapun pengolahan dan analisis data dilakukan lebih rinci pada

bab selanjutnya yaitu bab 4. Pada tahap analisis data perancangan *Fiber To The Home (FTTH)* digunakan 3 parameter yang dianalisis yakni *link power budget*, *rise time budget*, dan *bit error rate (BER)*.

III.5. Teknik Analisis Data

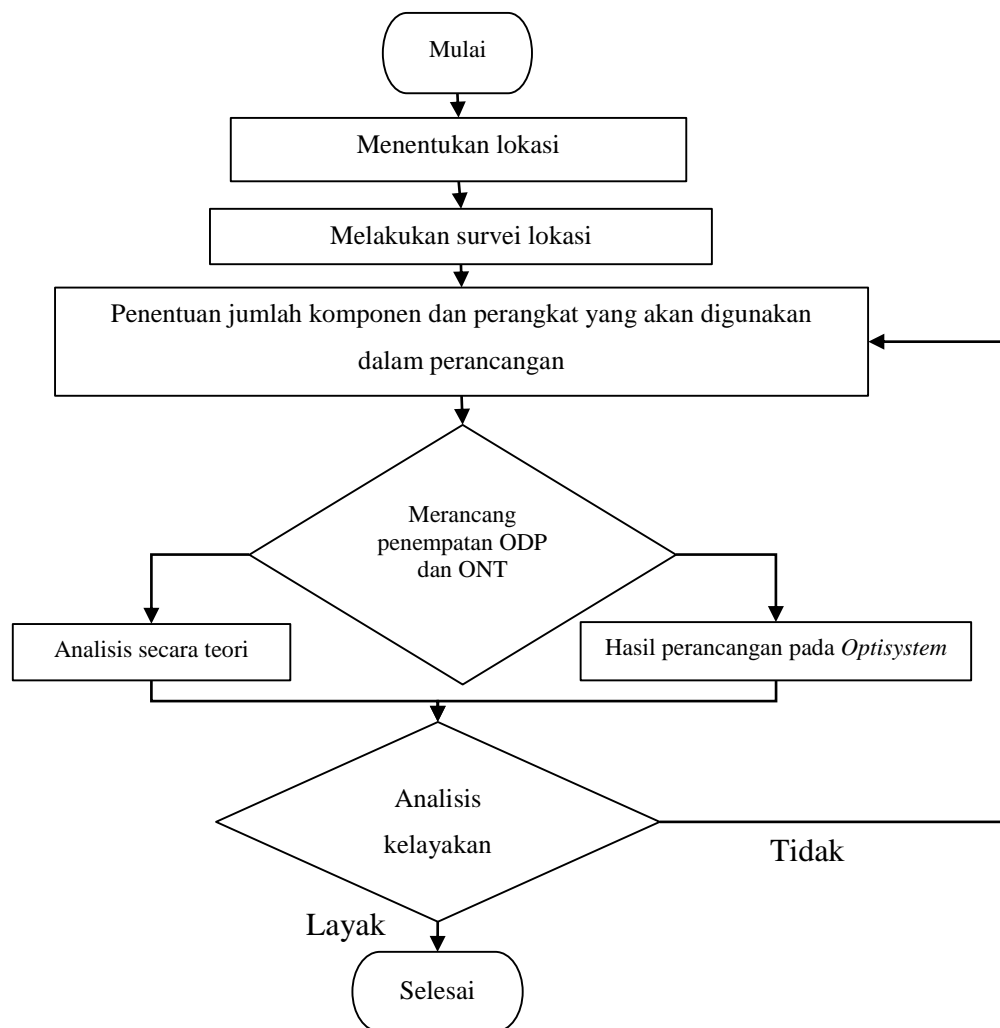
Analisis data pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan mengolah data yang telah dikumpulkan kemudian dijadikan suatu informasi sehingga mudah untuk dipahami dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Terutama masalah dalam perancangan suatu jaringan serat optik ke rumah pelanggan. Pada tahap ini dilakukan riset kuantitatif yakni harus diuraikan dengan jelas. Analisis kelayakan pada penelitian ini meliputi *power link budget*, *rise time budget*, dan *bit error rate*.

Analisis *power link budget* menggunakan dua perbandingan yakni secara simulasi *Optisystem* dan perhitungan secara teori. Untuk mengetahui panjang kabel serat optik yang akan digunakan, didapat berdasarkan hasil survei *Google Earth*. Untuk perhitungan secara teori, total *loss* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (II.1) sedangkan untuk memperoleh *power link budget* digunakan persamaan (II.2). Untuk analisis *rise time budget*, hanya menggunakan perhitungan secara teori. Hasil perhitungan *rise time* optik diperoleh dari persamaan (II.3) dan persamaan (II.4) untuk memperoleh nilai *rise time system* dan kelayakan sistem menggunakan persamaan (II.5). Sedangkan untuk memperoleh *bit error rate*, terlebih dulu harus diketahui nilai *signal to noise ratio* menggunakan persamaan (II.6). *Signal to noise ratio* terdiri dari *signal power* persamaan (II.7) dan *noise power* (daya derau) yang terdiri dari *dark current* persamaan (II.8), *shot noise current* persamaan (II.9), dan derau termal persamaan (II.10). Selanjutnya adalah

menghitung jumlah kesalahan *bit* saat proses penransmisian, perhitungan BER dapat dilakukan dengan menentukan nilai Q (*quantum noise*) yang terdapat pada persamaan (II.11), kemudian dari persamaan *Quantum Noise* didapatkan persamaan pendekatan *bit error rate* pada persamaan (II.12) untuk mendapatkan nilai *bit error rate*.

III.6. Alur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian ini digambarkan dalam diagram alur (*flowchart*) berikut ini:



Gambar III. 2 Flowchart Perancangan FTTH

III.7. Standar Komunikasi Optik PT. Telkom

Saat mendesain dan menginstalasi FTTH baru untuk satu pelanggan, PT. Telkom menggunakan standar-standar yang telah ditetapkan sesuai dengan spesifikasi peralatan serta jaringan yang akan diinstal,

1. OLT

Optical Line Terminal yang digunakan dalam perancangan ini sesuai dengan standard ITU-T G.984 dan yang direkomendasikan oleh PT. Telkom. Tabel III.1 akan menampilkan spesifikasi dari OLT berikut,

Tabel III. 1 Spesifikasi dari OLT

Parameter	Spesifikasi	Unit
<i>Optical Transmit Power</i>	+1,5 sd +5	dBm
<i>Downlink Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink Wavelength</i>	1310	nm
<i>Spectrum Width</i>	1	nm
<i>Downstream Rate</i>	2,4	Gbps
<i>Upstream Rate</i>	1,2	Gbps

2. ONT

Berdasarkan standard yang ditetapkan oleh ITU-T G.984, *Optical Network Terminal* memiliki laju *downstream* yakni sebesar 2,4 Gbps dan laju *upstream* sebesar 1,2 Gbps. Tabel III.2 akan menampilkan spesifikasi dari ONT berikut,

Tabel III. 2 Spesifikasi Perangkat ONT

Parameter	Spesifikasi	Unit
<i>Downstream Rate</i>	2,4	Gbps
<i>Upstream Rate</i>	1,2	Gbps
<i>Downlink Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink Wavelength</i>	1310	nm
<i>Spectrum Width</i>	1	nm

3. Serat Optik, Konektor, Sambungan (*Splicing*), *Splitter*

Serat optik yang digunakan yang sesuai dengan standar ITU-T G.652.D dan G.657.A. Serat optik ITU-T G.652.D digunakan untuk kabel feeder dan kabel distribusi. Rugi-rugi serat optik ITU-T G.652.D dan G.657.A pada panjang gelombang 1310 nm sebesar $\leq 0,35$ dB/Km dan pada panjang gelombang 1490 nm sebesar $\leq 0,28$ dB/Km. Tabel III.3. berikut ini akan menampilkan loss pada tiap komponen [15].

Tabel III. 3 Spesifikasi *Loss Element*

No.	Network Element	Batasan	Ukuran
1	Kabel Serat Optik	<i>max</i>	1310 : 0,35 dB/km 1490 : 0,28 dB/km
2	<i>Loss Connector</i>	<i>max</i>	0,25 dB
3	<i>Loss Splicing</i>	<i>max</i>	0,1 dB
4	<i>Splitter 1:4</i>	<i>max</i>	7,25 dB
5	<i>Splitter 1:8</i>	<i>max</i>	10,38 dB

Jenis konektor yang disarankan oleh PT. Telkom untuk digunakan adalah konektor SC. Konektor SC digunakan pada bagian OLT sampai ONT memakai konektor SC/UPC dengan *loss* sebesar 0,25 dB. Sambungan terdapat di kabel *feeder*, kabel distribusi, dan kabel drop. Begitupun dengan *splitter* yang disarankan digunakan ada 2 tipe yaitu *splitter* 1:4 dan *splitter* 1:8. *Splitter* 1:4 dengan *loss* 7,25 dB, sedangkan *splitter* 1:8 dengan *loss* 10,38 dB. Sedangkan untuk *loss* maksimal dalam penyambungan sebesar 0,1 dB.

III.8. Letak Komponen Penyusun FTTH

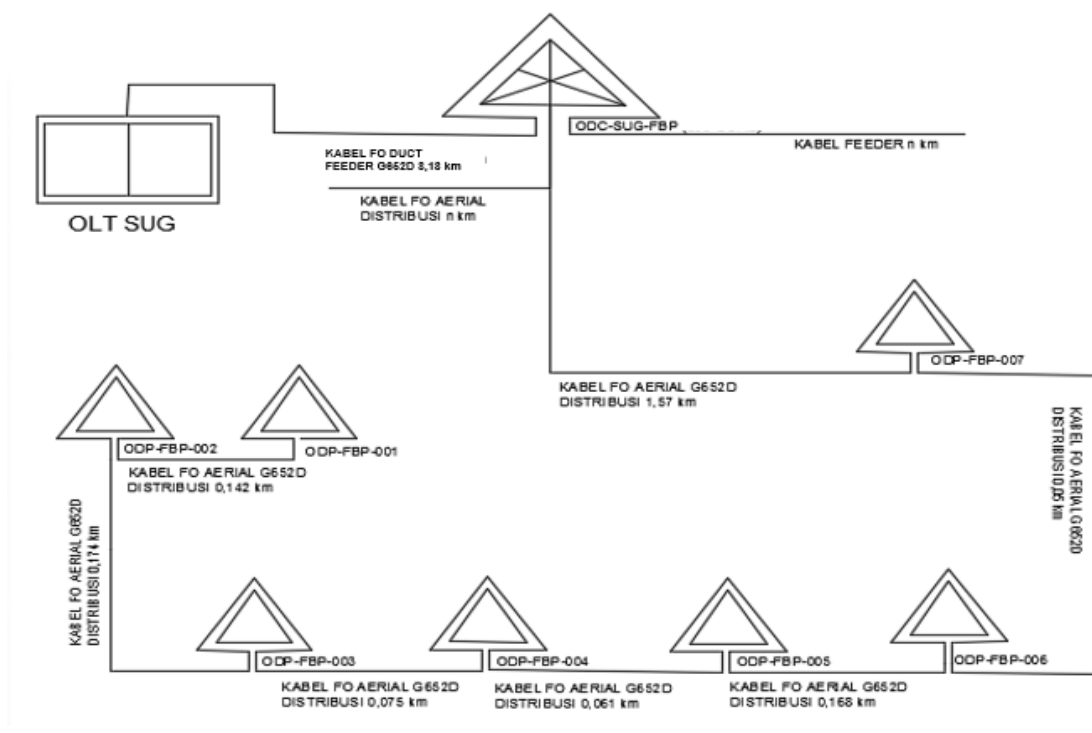
Setelah melakukan pengambilan data, diketahui letak komponen penyusun FTTH tersebut memiliki posisi seperti yang ditunjukkan pada Gambar III.3 berikut,



Gambar III. 3 Lokasi Komponen Penyusun FTTH

Dari Gambar III.3. diketahui bahwa untuk satu kali pentransmisian data, melewati sekitar 9,65 km serat optik untuk sampai ke perumahan grand sulawesi. Jarak OLT *transmitter* yang berada di Telkom Gowa ke ODC-SUG-FBP adalah 8,18 km dan jarak ODC-SUG-FBP ke perumahan grand sulawesi adalah 1,47 km.

Berdasarkan data hasil observasi *Google Earth*, lokasi pelanggan tersebut masih masuk dalam standar PT. Telkom yakni maksimal 17 km. Untuk lebih jelasnya berikut skema kabel *feeder* dan distribusi FTTH di perumahan Grand Sulawesi ditampilkan pada Gambar III.4.



Gambar III. 4 Skema Kabel Feeder dan Distribusi

Skema kabel serat optik pada Gambar III.4. menunjukkan letak antar masing-masing perangkat dimana ODC-SUG-FBP berkapasitas 288 *core* yang berada 8,81 km dari OLT Sungguminasa dihubungkan menggunakan kabel *feeder*, kemudian ditarik kabel *aerial* distribusi (kabel baru) dari ODC-SUG-FBP menuju perumahan grand sulawesi dengan asumsi kabel *existing* pada jalur tersebut belum ada. Sedangkan untuk komponen penyusun FTTH lainnya pada jalur distribusi akan dipetakan pada Gambar III.5 berikut,



Gambar III. 5 Pemetaan Jalur Distribusi Pada Perumahan Grand Sulawesi

Jumlah sampel pelanggan dalam perancangan ini adalah 50 pelanggan, berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada calon pelanggan. Butuh 8 pelanggan untuk membangun jaringan serat optik yang baru dalam sebuah ODP, syarat ini mengikuti standarisasi dari PT Telkom. Pemetaan jalur distribusi pada Gambar III.5 dirancang dengan menggunakan *Google Earth* dan jarak antar perangkat didapat berdasarkan pengukuran dari *Google Earth*. Berdasarkan pemetaan dari Gambar III.5, peta rencana jalur distribusi serat optik dapat dilihat pada Gambar L.II.7 di Lampiran.

Pemetaan jalur distribusi pada Gambar III.5. dimulai dari ODC-SUG-FBP yang nantinya dirancang akan terhubung ke semua ODP yang ada diperumahan grand sulawesi yaitu ODP-SUG-FBP-001, ODP-SUG-FBP-002, ODP-SUG-FBP-003, ODP-SUG-FBP-004, ODP-SUG-FBP-005, ODP-SUG-FBP-006, ODP-SUG-FBP-

006, dan ODP-SUG-FBP-007. Penempatan tiap ODP ditentukan berdasarkan letak masing-masing pelanggan. Dimana masing-masing dari ODP ini terhubung ke pelanggan dengan maksimal jarak jangkauan ± 250 meter. Selanjutnya Tabel III.4. akan menampilkan jarak dari ODC-SUG-FBP ke masing-masing ODP pada perumahan grand sulawesi berikut,

Tabel III. 4 Jarak ODC-SUG-FBP Ke Tiap ODP Pada Jalur Distribusi

Nama ODC	Nama ODP	Jarak (km)
	ODP-SUG-FBP-001	2,240
	ODP-SUG-FBP-002	2,098
	ODP-SUG-FBP-003	1,924
ODC-SUG-FBP	ODP-SUG-FBP-004	1,849
	ODP-SUG-FBP-005	1,788
	ODP-SUG-FBP-006	1,620
	ODP-SUG-FBP-007	1,570

Dari hasil pemetaan jalur distribusi pada Gambar III.5 ONT 22 dijadikan sebagai ONT yang letaknya berada di paling akhir jalur distribusi. Oleh karena itu peletakan ODP pertama dimulai dari ONT yang letaknya paling akhir dari jalur distribusi. Tabel III.4 menampilkan bahwa letak ODP-SUG-FBP-001 berada diakhir jalur distribusi sejauh 2,240 km dari ODC-SUG-FBP kemudian berurut seterusnya. Hasil tersebut didapat berdasarkan hasil pengukuran pada *Google Earth*. Setelah pemetaan jalur distribusi, selanjutnya Gambar III.6 menampilkan pemetaan jalur kabel drop serat optik pada ODP-SUG-FBP-001 berikut,



Gambar III. 6 Pemetaan Jalur Drop Pada ODP-SUG-FBP-001

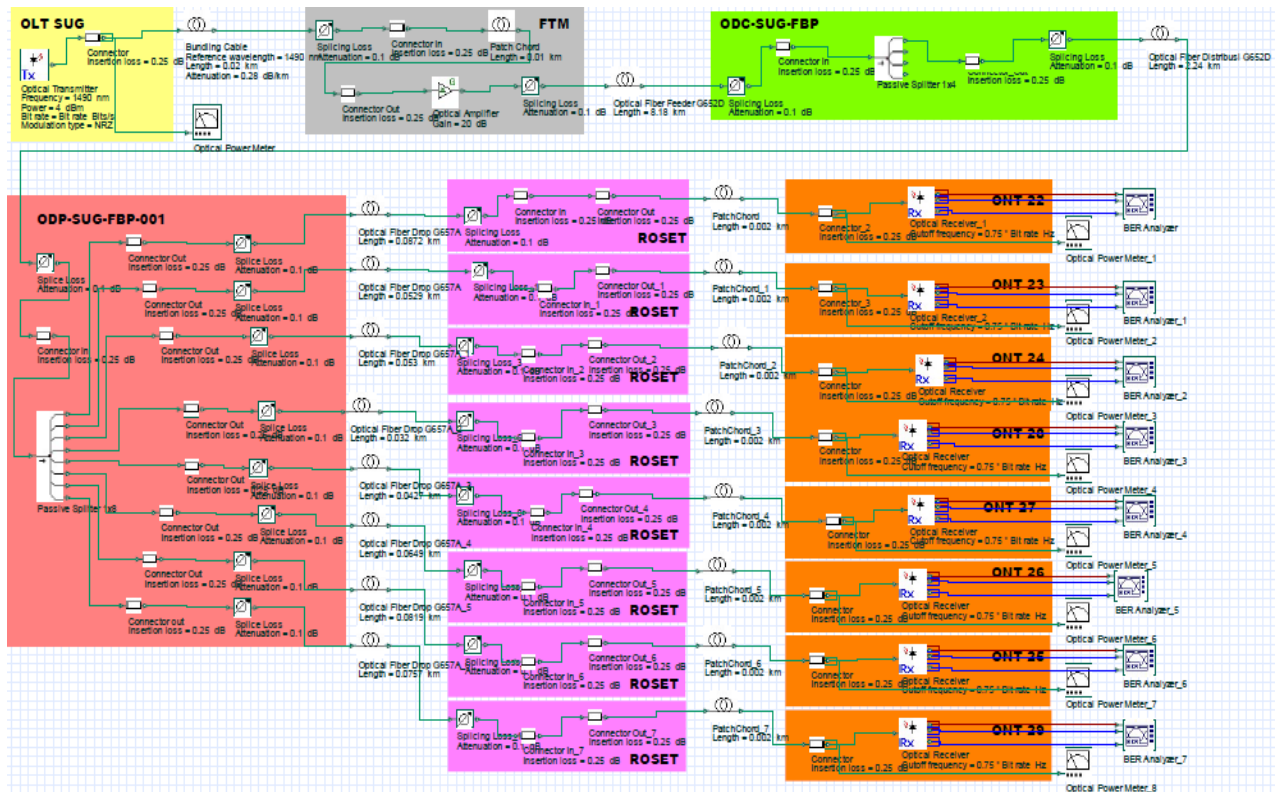
Dari gambar III.6 pemetaan jalur kabel selanjutnya adalah kabel drop. ONT 22 dijadikan sebagai ONT yang letaknya berada diakhir jalur distribusi. PT. Telkom menerapkan untuk suatu *link* optik peletakan ODP pertama dimulai dari ONT yang letaknya paling akhir dari jalur distribusi. Gambar III.6 menampilkan bahwa letak ODP-SUG-FBP-001 berada diakhir jalur distribusi sejauh 2,240 km dari ODC-SUG-FBP kemudian berurut seterusnya. Pada perancangan ini ODP yang digunakan yakni ODP dengan *passive splitter* 1:8 maka maksimal pelanggan pada ODP ini sebanyak 8 user. Adapun jarak masing-masing ODP yang terhubung ke ONT pelanggan adalah maksimal jarak jangkauan ± 250 meter. Untuk masing-masing jarak antar perangkat, bisa dilihat pada Tabel L.I.1 di Lampiran. Sedangkan untuk pemetaan jalur kabel drop pada masing-masing ODP bisa dilihat pada Gambar L.II.1 hingga Gambar L.II.6 di Lampiran.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Simulasi Pada Optisystem Berdasarkan Sampel Pelanggan

Simulasi ini dirancang berdasarkan dari nilai standar yang digunakan pada instalasi FTTH oleh pihak PT. Telkom yang diterapkan kepada pelanggan. Hasil dari rancangan simulasi pada *software Optisystem* ODP-SUG-FBP-001 dapat dilihat pada Gambar IV.1 berikut,



Gambar IV. 1 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-001

Pada Gambar IV.1. simulasi *link* optik pada ODP-SUG-FBP-001 adalah simulasi *downstream* menggunakan panjang gelombang 1490 nm. Daya pancar pada OLT transmitter untuk link *downstream* adalah 4 dBm. *Bundling Cable* sepanjang 20 m digunakan untuk menghubungkan antara OLT dan EA (*Electrical Access*) pada

perangkat FTM. Jembatan penghubung antara EA dan OA (*Optical Access*) pada bagian FTM biasanya menggunakan kabel *patch chord* sepanjang 10 m. Panjang kabel *feeder* yang menghubungkan antara FTM dan ODC-SUG-FBP adalah 8,18 km, sedangkan panjang serat optik yang digunakan pada jalur distribusi dapat dilihat pada Tabel III.4 di subbab sebelumnya. Redaman untuk masing-masing jenis serat optik pada panjang gelombang 1490 nm sebesar 0,28 dB/km dan panjang gelombang 1310 nm sebesar 0,35 dB/km.

Pada Gambar IV.1. menunjukkan jumlah konektor yang digunakan pada perancangan ini adalah 10 buah dengan masing-masing redaman 0,25 dB/*pcs* sehingga total redaman konektor adalah 1 dB. Sedangkan untuk sambungan (*Splicing*) berjumlah 7 buah dengan masing-masing redaman sebesar 0,1 dB/*pcs* sehingga total redaman pada sambungan sebesar 0,7 dB. ODC yang terdapat *Passive Splitter* 1:4 dan ODP yang terdapat *Passive Splitter* 1:8 dengan redaman masing-masing sebesar 7.25 dB dan 10.38 dB. Pada blok ONT terdapat *receiver* yang akan merubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik sehingga dapat digunakan oleh pelanggan. Untuk lebih jelasnya, gambar masing-masing layout perancangan *link* optik pada perumahan grand sulawesi dapat dilihat pada Gambar L.III.1 hingga L.III.6 di Lampiran.

IV.2. Hasil Simulasi *Optisystem*

Setelah melakukan perancangan pada layout *Optisystem* seperti yang diperlihatkan Gambar IV.1 diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan simulasi untuk memperoleh nilai daya terima pada ONT pelanggan dan *bit* yang *error* dalam proses transmisi.

IV.2.1. Daya Terima ONT

Adapun tahapan dalam mengukur daya yang diterima ONT pelanggan pada simulasi *Optisystem* yakni :

1. Setelah merancang jaringan optik pada layout yang tersedia, buka rangkaian yang akan diuji atau diukur (Gambar IV.1),
2. Pasangkan komponen *Optical Power Meter* (OPM) dari direktori visualizer *library* ke ONT, untuk mengukur daya yang akan masuk ke ONT pelanggan.
3. Pilih dan klik *calculate* untuk mulai menghitung simulasi.
4. Untuk melihat daya terima ONT pada *software Optisystem*, klik dua kali pada *Optical Power Meter*.

Hasil simulasi untuk daya terima ONT pada ODP-SUG-FBP-001 akan ditampilkan pada Gambar IV.2 berikut,



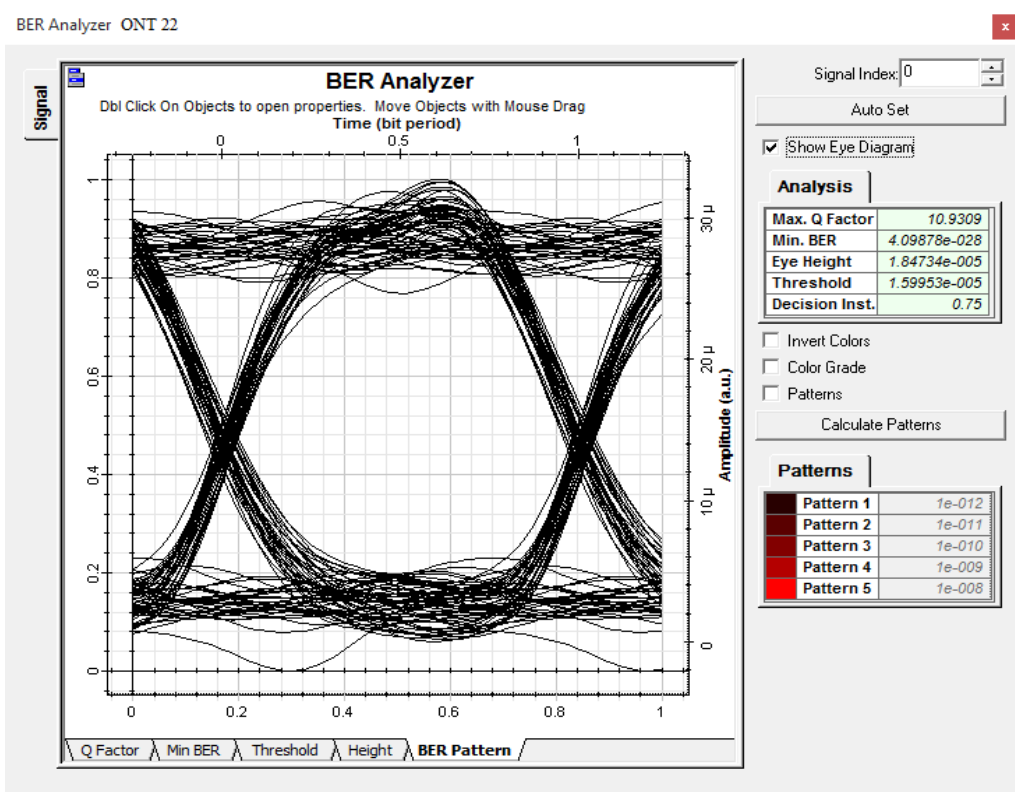
Gambar IV. 2 Tampilan *OPM* Pada ODP-SUG-FBP-001

Dari hasil pengukuran *Optical Power Meter* masing-masing ONT pelanggan pada ODP-SUG-FBP-001 didapatkan rata-rata daya terima ONT sebesar -17.405 dBm. Berdasarkan standar dari PT. Telkom, sensitifitas ONT adalah -13 s/d -28 dBm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa daya yang diterima oleh ONT pelanggan menggunakan pengukuran *Optical Power Meter* masih dapat diterima dan dapat dikatakan layak karena hasil yang didapatkan masih berada dalam standar sensitifitas ONT yang diharapkan. Untuk lebih jelasnya, hasil pengukuran *Optical Power Meter* pada masing-masing ONT pelanggan dapat dilihat pada Tabel L.IV.1 di Lampiran.

IV.2.2. Bit Error Rate

Untuk mengetahui banyaknya *bit* yang *error* dalam proses transmisi, pengukuran *bit error rate* dapat menggunakan *BER Analyzer* yang tersedia pada *Optisystem*. Hasil pengukuran akan ditampilkan oleh *eye pattern*. Adapun tahapan-tahapan dalam mengukur *bit error rate* yakni,

1. Pasangkan komponen *BER Analyzer* dari direktori *visualizer library* ke ONT, untuk mengukur banyaknya *bit* yang *error* pada proses transmisi jaringan optik.
2. Pilih dan klik *calculate* untuk mulai menghitung simulasi.
3. Untuk melihat *Bit Error Rate* pada *Software Optisystem*, klik dua kali pada komponen *BER Analyzer*.



Gambar IV. 3 Tampilan *BER Analyzer* Pada ONT 22

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh *BER Analyzer* seperti pada gambar IV.3, besarnya *bit error rate* yang dihasilkan oleh ONT 22 dengan menggunakan daya pancar +4 dBm sebesar $4,098 \times 10^{-28}$. Maksudnya, dalam proses transmisi berlangsung OLT *transmitter* mengirimkan 10^{28} *bit* dan banyaknya *bit* yang *error* pada proses transmisi tersebut sebesar 4,098 *bit* dalam satu satuan waktu. Hasil *bit error rate* diatas dinyatakan layak karena nilai yang dihasilkan masih berada dalam standar ITU-T G.984 untuk komunikasi serat optik yakni 1×10^{-9} . Performansi yang baik juga ditunjukkan oleh *eye pattern* yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0”. Untuk lebih jelasnya, hasil pengukuran *BER Analyzer* pada masing-masing ONT pelanggan dapat dilihat pada Tabel L.IV.2 di Lampiran.

IV.3. Hasil Perhitungan Secara Teori

IV.3.1. Power Link Budget

Dalam menghitung Power Link budget, digunakan persamaan II.2 berikut,

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

$$Prx = Ptx - Link\ loss\ Budget \dots \dots \dots (II.2)$$

Untuk mendapatkan nilai *Power link budget* maka terlebih dahulu mengukur *Link loss budget*. *Link loss budget* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan II.1.. Berikut perhitungan *Link Loss Budget* dari OLT *Transmitter* melewati perangkat seperti ODC dan ODP hingga ke pelanggan pada Perumahan Grand Sulawesi,

1. Redaman OLT Sungguminasa ke ODC-SUG-FBP

$$\begin{aligned} \alpha^{OLT - ODC} &= L * \alpha_{serat} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp \\ &= (8,21 \times 0,28) + (3 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (0) \\ &= 3,249 \text{ dB} \end{aligned}$$

2. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-001

$$\begin{aligned} \alpha^{ODC - ODP\ 001} &= L * \alpha_{serat} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp \\ &= (2,24 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) \\ &= 8,577 \text{ dB} \end{aligned}$$

Untuk nilai-nilai komponen (panjang serat optik, jumlah konektor dan sambungan) serta layout perancangan *Optisystem* pada ODP-SUG-FBP-002 hingga ODP-SUG-FBP-007, bisa dilihat pada lampiran.

3. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-002

$$\alpha^{ODC - ODP\ 002} = L * \alpha_{serat} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (2,098 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) = 8,537 \text{ dB}$$

4. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-003

$$\alpha^{\text{ODC} - \text{ODP} 003} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (1,924 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) = 8,488 \text{ dB}$$

5. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-004

$$\alpha^{\text{ODC} - \text{ODP} 004} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (1,849 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) = 8,467 \text{ dB}$$

6. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-005

$$\alpha^{\text{ODC} - \text{ODP} 005} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (1,788 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) = 8,451 \text{ dB}$$

7. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-006

$$\alpha^{\text{ODC} - \text{ODP} 006} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (1,62 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) = 8,404 \text{ dB}$$

8. Redaman ODC-SUG-FBP ke ODP-SUG-FBP-007

$$\alpha^{\text{ODC} - \text{ODP} 007} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (1,57 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25) = 8,389 \text{ dB}$$

Berikut redaman dari ODP-SUG-FBP-001 ke beberapa pelanggan,

9. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 22

$$\alpha^{\text{ODP} 001 - \text{ONT} 22} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (0,0892 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,955 \text{ dB}$$

10. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 23

$$\alpha^{\text{ODP} 001 - \text{ONT} 23} = L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + Sp$$

$$= (0,0529 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,944 \text{ dB}$$

11. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 24

$$\begin{aligned}\alpha^{\text{ODP 001 - ONT 24}} &= L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \\ &= (0,055 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,945 \text{ dB}\end{aligned}$$

12. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 28

$$\begin{aligned}\alpha^{\text{ODP 001 - ONT 28}} &= L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \\ &= (0,034 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,939 \text{ dB}\end{aligned}$$

13. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 27

$$\begin{aligned}\alpha^{\text{ODP 001 - ONT 27}} &= L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \\ &= (0,0447 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,942 \text{ dB}\end{aligned}$$

14. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 26

$$\begin{aligned}\alpha^{\text{ODP 001 - ONT 26}} &= L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \\ &= (0,0669 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,948 \text{ dB}\end{aligned}$$

15. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 25

$$\begin{aligned}\alpha^{\text{ODP 001 - ONT 25}} &= L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \\ &= (0,0839 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,953 \text{ dB}\end{aligned}$$

16. Redaman ODP-SUG-FBP-001 ke ONT 29

$$\begin{aligned}\alpha^{\text{ODP 001 - ONT 29}} &= L * \alpha_{\text{serat}} + n_c * \alpha_c + n_s * \alpha_s + S_p \\ &= (0,0777 \times 0,28) + (5 \times 0,25) + (3 \times 0,1) + (10,38) = 11,951 \text{ dB}\end{aligned}$$

Setelah dihitung nilai masing–masing redaman perangkat OLT, ODC, ODP ke pelanggan, maka dapat dijumlahkan nilai–nilai redaman sambungan perangkat keseluruhan dari OLT hingga ke masing-masing ONT pelanggan sehingga didapat nilai *link loss budget*. Berikut total *link loss budget* dari OLT *Transmitter* ke beberapa ONT pelanggan.

1. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 22

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 22} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,955 = 23,781 \text{ dB}\end{aligned}$$

2. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 23

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 23} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,94 = 23,771 \text{ dB}\end{aligned}$$

3. *link loss budget* dari OLT ke ONT 24

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 24} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,945 = 23,771 \text{ dB}\end{aligned}$$

4. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 28

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 28} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,939 = 23,766 \text{ dB}\end{aligned}$$

5. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 27

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 27} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,942 = 23,769 \text{ dB}\end{aligned}$$

6. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 26

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 26} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,948 = 23,775 \text{ dB}\end{aligned}$$

7. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 25

$$\begin{aligned}\alpha T^{\text{ONT } 25} &= (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan}) \\ &= 3,249 + 8,577 + 11,953 = 23,779 \text{ dB}\end{aligned}$$

8. *Link loss budget* dari OLT ke ONT 29

$$\alpha T^{\text{ONT } 29} = (\alpha OLT - ODC) + (\alpha ODC - ODP) + (\alpha ODP - \text{Pelanggan})$$

$$= 3,249 + 8,577 + 11,951 = 23,778 \text{ dB}$$

Untuk lebih lengkapnya, total redaman dari OLT ke seluruh ONT pelanggan dapat dilihat pada Tabel L.V.1. di Lampiran. Berdasarkan hasil perhitungan seluruh *link loss budget* OLT hingga ke ONT pelanggan pada Tabel L.IV.2 di Lampiran, hasilnya seluruh nilai redaman yang didapatkan masih berada dibawah 28 dB sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh PT. Telkom.

Setelah dihitung total redaman dari masing-masing pelanggan, maka dapat dihitung daya terima ONT (Prx) dengan nilai Power Transmit pada OLT yaitu +4 dBm. Nilai tersebut merupakan nilai standar yang ditentukan oleh PT Telkom. Berikut perhitungan daya terima ONT (Prx) menggunakan persamaan II.2. dibawah ini,

1. Daya terima ONT 22

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{22} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,781 = -19,781 \end{aligned}$$

2. Daya terima ONT 23

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{23} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,77 = -19,77 \end{aligned}$$

3. Daya terima ONT 24

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{24} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,78 = -19,78 \end{aligned}$$

4. Daya terima ONT 28

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{28} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,765 = -19,765 \end{aligned}$$

5. Daya terima ONT 27

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{27} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,768 = -19,768 \end{aligned}$$

6. Daya terima ONT 26

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{26} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,774 = -19,774 \end{aligned}$$

7. Daya terima ONT 25

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{25} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,779 = -19,779 \end{aligned}$$

8. Daya terima ONT 29

$$\begin{aligned} \text{Prx}^{29} &= \text{Ptx} - \text{Link loss Budget} \\ &= (+4) - 23,777 = -19,777 \end{aligned}$$

Untuk lebih lengkapnya, nilai daya terima seluruh ONT pelanggan dapat dilihat pada Tabel L.V.2 di Lampiran. Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya terima OLT pelanggan, rata-rata hasil perhitungan adalah -19,670 dBm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai daya terima yang dihasilkan dengan menggunakan perhitungan secara teori dapat dikatakan baik dan layak karena masih berada diatas -28 dBm dan perancangan masih berada dalam standar yang telah ditentukan oleh PT. Telkom.

IV.3.2. Rise Time Budget

Setelah menganalisis *power link budget*, selanjutnya menghitung nilai *rise time* optik tiap *link* dengan menggunakan persamaan II.3 sedangkan untuk menghitung

nilai *rise time system* gunakan persamaan II.4. Berikut perhitungan *rise time budget* salah satu pelanggan dengan jarak L 10,5392 km.

Perhitungan *rise time budget* pada ONT 22

a. Perhitungan *Rise time* optik yakni,

$$\begin{aligned} T_f &= D * \sigma\lambda * L \\ &= 0,01364 \times 1 \times 10,5392 \\ &= 0,1437 \text{ ns} \end{aligned}$$

b. Perhitungan *rise time system*,

$$\begin{aligned} T_{sys} &= \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \\ &= \sqrt{0,15^2 + 0,2^2 + 0,1437^2} \\ &= 0,288 \text{ ns} \end{aligned}$$

Untuk lebih lengkapnya, nilai *rise time optik* dan nilai *rise time system* tiap pelanggan dapat dilihat pada Tabel L.V.3 di Lampiran.

IV.3.3. Bit Error Rate

Sebelum menghitung *bit error rate*, akan dihitung nilai *signal to noise ratio* (SNR) terlebih dulu. Pada hasil perhitungan *power link budget* sebelumnya dengan daya transmit +4 dBm, didapatkan nilai *power link budget* pada salahsatu pelanggan (ONT 22) sebesar -19,781 dBm. Untuk *nilai power link budget* lainnya dapat dilihat pada Tabel L.V.2 di Lampiran. Hasil perhitungan tersebut akan digunakan dalam menghitung daya sinyal pada SNR sebagai berikut,

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

a. Daya Sinyal (*Signal Power*)

$$\begin{aligned}P_{opt} = P_r &= 10^{(-19,781/10)} \\ &= 10,517 \times 10^{-3} \text{ mWatt} \\ &= 10,517 \times 10^{-6} \text{ Watt}\end{aligned}$$

Maka dapat ditentukan *signal power*,

$$\begin{aligned}&= 2 \left(P_{opt} \frac{q}{h\nu} \right)^2 \\ &= 2 (10,517 \times 10^{-6} \text{ W} \times 0,85 \text{ A/W})^2 \\ &= 1,5984 \times 10^{-10} \text{ A}\end{aligned}$$

b. Daya Derau (*Noise Power*)

Pada SNR terdapat daya derau (*Noise Power*) yang digunakan sebagai perbandingan dari daya sinyal. Daya derau (*Noise Power*) terdiri dari *dark current*, *shot noise current*, dan derau termal dapat menggunakan persamaan II.8 hingga persamaan II.10,

1. *Dark Current*

$$\begin{aligned}&= 2q i_D B \\ &= 2 (1,6 \times 10^{-19}) (2 \times 10^{-9}) (2,4 \times 10^9) \\ &= 1,536 \times 10^{-18} \text{ A}\end{aligned}$$

2. *Shot Noise Current*

$$\begin{aligned}&= 2q \left(2P_{opt} \frac{q}{h\nu} \right) B \\ &= 2 (1,6 \times 10^{-19}) (2 \times 10,517 \times 10^{-6} \times 0,85) (2,4 \times 10^9) \\ &= 1,373 \times 10^{-14} \text{ A}\end{aligned}$$

3. Derau Termal

$$\begin{aligned} &= 4kT_{eff}B/Req \\ &= \frac{4 (1,38 \times 10^{-23}) (290) (2,4 \times 10^9)}{50} \\ &= 7,684 \times 10^{-13}A \end{aligned}$$

Adapun total *noise* dari ketiga penjumlahan tersebut yakni,

$$= (1,536 \times 10^{-18}) + (1,373 \times 10^{-14}) + (7,684 \times 10^{-13}) = (7,82117 \times 10^{-13})$$

Dengan demikian maka *signal to noise ratio* dapat ditentukan dengan persamaan berikut,

$$\begin{aligned} &\frac{\left(\frac{S}{N}\right)_{pk}}{rms} \\ &= \frac{Signal Power}{Noise Power} \\ &= \frac{1,5984 \times 10^{-10} A}{7,82117 \times 10^{-13} A} = 204,362 \end{aligned}$$

$$SNR_{dB} = 10 \text{ Log } 204,362 = 23,1040 \text{ dB}$$

Setelah mengetahui hasil dari perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR), selanjutnya yang dilakukan untuk menghitung jumlah kesalahan *bit* dalam proses transmisi atau yang biasa di sebut *Bit Error Rate* dapat digunakan perhitungan BER dilakukan dengan menentukan nilai Q (*quantum noise*) yang terdapat pada persamaan II.11. berikut perhitungannya,

$$23,1040 = 20 \text{ Log } 2Q$$

$$\text{Log } 2Q = \frac{23,1040}{20}$$

$$\text{Log } 2Q = 1,1552$$

$$2Q = 10^{1,1552}$$

$$2Q = 14,2955$$

$$Q = \frac{14,2955}{2}$$

$$Q = 7,1478$$

Nilai Q (*quantum noise*) dapat digunakan untuk menghitung nilai dari *bit error rate* pada persamaan II.12 berikut perhitungannya,

$$\begin{aligned} BER = Pe(Q) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q} \\ BER = Pe(Q) &= \frac{1}{\sqrt{(2)(3,14)}} \cdot \frac{e^{-\frac{7,1478^2}{2}}}{7,1478} \\ &= 1,591 \times 10^{-27} \end{aligned}$$

Untuk lebih lengkapnya, hasil perhitungan SNR(dB) dan BER tiap pelanggan dapat dilihat pada Tabel L.V.4. di Lampiran.

IV.4. Analisis Hasil Perancangan

Hasil perancangan dianalisis dengan membandingkan hasil simulasi pada *Optisystem* dan hasil perhitungan secara teori, serta membandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh PT. Telkom. Hasil simulasi yang didapat berdasarkan pengukuran *optical power meter* untuk mengetahui daya terima pelanggan dan *BER analyzer* digunakan untuk mengetahui besarnya *bit error rate*.

IV.4.1. Analisis Power Link Budget

Berikut perbandingan *link power budget* hasil perhitungan teori dan hasil simulasi pada *Optisystem* dapat dilihat pada Tabel IV.1. dibawah ini,

Tabel IV.1 Perbandingan Daya Terima Pelanggan

Pelanggan	Daya Terima pelanggan Pr(dBm)		
	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi	
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	-19,781	-17,413
	ONT_23	-19,771	-17,402
	ONT_24	-19,771	-17,402
	ONT_28	-19,766	-17,397
	ONT_27	-19,769	-17,400
	ONT_26	-19,775	-17,407
	ONT_25	-19,779	-17,411
	ONT_29	-19,778	-17,410
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	-19,734	-17,366
	ONT_13	-19,731	-17,363
	ONT_12	-19,729	-17,361
	ONT_11	-19,727	-17,359
	ONT_33	-19,723	-17,355
	ONT_32	-19,726	-17,358
	ONT_31	-19,729	-17,361
	ONT_30	-19,730	-17,362
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	-19,692	-17,324
	ONT_41	-19,683	-17,315
	ONT_40	-19,681	-17,313
	ONT_42	-19,677	-17,309
	ONT_39	-19,678	-17,310
	ONT_43	-19,682	-17,314
	ONT_44	-19,686	-17,317
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	-19,663	-17,295
	ONT_47	-19,655	-17,287
	ONT_48	-19,657	-17,289
	ONT_49	-19,660	-17,292
	ONT_38	-19,654	-17,286
	ONT_37	-19,666	-17,298

Lanjutan Tabel IV. 1 Perbandingan Daya Terima Pelanggan

Pelanggan	Daya Terima pelanggan Pr(dBm)		
	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi	
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	-19,637	-17,270
	ONT_18	-19,654	-17,287
	ONT_35	-19,655	-17,288
	ONT_21	-19,645	-17,277
	ONT_46	-19,655	-17,288
	ONT_45	-19,657	-17,289
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	-19,610	-17,242
	ONT_20	-19,603	-17,235
	ONT_19	-19,601	-17,233
	ONT_9	-19,592	-17,224
	ONT_5	-19,594	-17,226
	ONT_8	-19,597	-17,229
	ONT_6	-19,596	-17,227
ODP-SUG-FBP-007	ONT_7	-19,599	-17,231
	ONT_17	-19,583	-17,215
	ONT_15	-19,585	-17,217
	ONT_16	-19,588	-17,220
	ONT_1	-19,581	-17,213
	ONT_2	-19,583	-17,215
	ONT_3	-19,585	-17,217
	ONT_4	-19,589	-17,221

Dari Tabel IV.1 diatas, nilai *power link budget* yang terkecil dimiliki oleh ONT 1 dengan jarak dari sentral 9,8254 km, sedangkan nilai *power link budget* yang terbesar dimiliki oleh ONT 22 dengan jarak dari sentral yakni 10,5392 km. Tabel IV.1 memperlihatkan bahwa perbandingan daya terima antara hasil perhitungan dan hasil simulasi menunjukkan nilai yang berbeda. Hasil yang didapatkan dari hasil simulasi yakni berkisar antara -17,413 hingga -17,213 dBm. Sedangkan hasil yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar antara -19,781 hingga -19,581 dBm.

Setelah dilakukan perhitungan daya terima ONT pelanggan berdasarkan simulasi dan teori maka dihasilkan nilai rata-rata selisih antara hasil simulasi dan hasil perhitungan sebesar 2,368 dB. Perbedaan daya terima ONT pelanggan yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan *optical power meter* lebih kecil dari daya terima yang dihasilkan oleh hasil perhitungan. Hal ini disebabkan karena setiap perangkat pada spesifikasinya memiliki batas atenuasi yang berbeda dan nilai bawaan yang dimiliki oleh *software* itu sendiri sehingga hasilnya sedikit berbeda dengan hasil perhitungan secara teori serta *software* dengan otomatis akan melakukan optimasi saat proses *calculate* dijalankan. Dari hasil pengujian diatas, diketahui bahwasannya nilai daya terima ONT yang paling baik dijadikan patokan adalah nilai daya terima ONT pada simulasi *Optisystem*.

Analisis selanjutnya yakni membandingkan nilai daya terima pada Tabel II.2 dengan nilai daya terima yang digunakan oleh PT. Telkom,

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

Dari Tabel II.2 diatas, dapat diketahui level nilai daya terima yang baik hingga yang kurang baik. Dari hasil perhitungan dan hasil simulasi pada Tabel IV.1. sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa nilai daya terima yang dihasilkan dapat dikatakan baik dan layak karena masih berada dalam standar yang telah ditentukan oleh PT. Telkom yakni -27 dBm.

IV.4.2. Analisis Rise Time Budget

Dalam perhitungan *rise time*, untuk mengetahui apakah unjuk kerja keseluruhan telah memenuhi *bit rate* yang diinginkan dapat diuji menggunakan persamaan II.5 berikut,

$$t_{sys} < \frac{0.7}{BR}$$

Perhitungan *bit rate* yakni,

$$\begin{aligned} tr \text{ (Bitrate)} \\ &= \frac{0.7}{2,4 \times 10^9} \\ &= 0,291 \text{ ns.} \end{aligned}$$

Untuk menentukan bitrate yang diinginkan, berikut Tabel IV.2. akan menunjukkan nilai *rise time budget*,

Tabel IV. 2 Perbandingan *Rise Time Budget*

Pelanggan	Rise time System Tsys (ns)	Tr (Bitrate) (ns)
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	0,28838
	ONT_23	0,28815
	ONT_24	0,28815
	ONT_28	0,28801
	ONT_27	0,28808
	ONT_26	0,28823
	ONT_25	0,28835
	ONT_29	0,28831
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	0,28726
	ONT_13	0,28718
	ONT_12	0,28714
	ONT_11	0,28709
	ONT_33	0,28699
	ONT_32	0,28706
	ONT_31	0,28712
	ONT_30	0,28715

Lanjutan Tabel IV.2 Perbandingan *Rise Time Budget*

Pelanggan	Rise time System Tsys (ns)	Tr (Bitrate) (ns)
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	0,28625
	ONT_41	0,28604
	ONT_40	0,28598
	ONT_42	0,28590
	ONT_39	0,28591
	ONT_43	0,28601
	ONT_44	0,28609
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	0,28556
	ONT_47	0,28537
	ONT_48	0,28543
	ONT_49	0,28548
	ONT_38	0,28534
	ONT_37	0,28563
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	0,28495
	ONT_18	0,28536
	ONT_35	0,28538
	ONT_21	0,28513
	ONT_46	0,28538
	ONT_45	0,28543
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	0,28432
	ONT_20	0,28416
	ONT_19	0,28412
	ONT_9	0,28390
	ONT_5	0,28394
	ONT_8	0,28402
	ONT_6	0,28399
	ONT_7	0,28408
ODP-SUG-FBP-007	ONT_17	0,28371
	ONT_15	0,28375
	ONT_16	0,28383
	ONT_1	0,28366
	ONT_2	0,28370
	ONT_3	0,28374
	ONT_4	0,28384

Berdasarkan Tabel IV.2 hasil perhitungan *rise time system* di tiap pelanggan memiliki selisih yang tidak terlalu signifikan, hal ini disebabkan karena nilai *rise time* hanya dipengaruhi oleh jarak dari OLT ke ONT pelanggan. Nilai *rise time budget* yang dihasilkan dari hasil perhitungan berkisar antara 0,28366 hingga 0,28838 ns. Nilai ini masih berada dalam *bitrate* yang diinginkan, yakni masih berada dibawah 0,291 ns.

Dari perhitungan *bit rate* untuk panjang gelombang 1490 nm diketahui bahwa *rise time system* masih memenuhi kriteria untuk digunakan pada kondisi optimal.

IV.4.3. Analisis Bit Error Rate

Untuk perbandingan dari hasil perhitungan dengan hasil simulasi *Bit Error Rate* seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV. 3 berikut:

Tabel IV. 3 Perbandingan *Bit Error Rate*

Pelanggan	<i>Bit Error Rate</i>		Standar PT. Telkom	
	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi		
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	1,59E-27	4,0987,E-28	1,00E-09
	ONT_23	1,23E-27	1,9578,E-25	1,00E-09
	ONT_24	1,23E-27	1,8456,E-26	1,00E-09
	ONT_28	1,05E-27	1,8942,E-21	1,00E-09
	ONT_27	1,13E-27	6,6206,E-23	1,00E-09
	ONT_26	1,34E-27	2,0292,E-27	1,00E-09
	ONT_25	1,53E-27	4,2130,E-28	1,00E-09
	ONT_29	1,46E-27	2,3260,E-27	1,00E-09
	ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	4,44E-28	8,6636,E-27
ONT_13		4,05E-28	2,1318,E-27	1,00E-09
ONT_12		3,86E-28	3,4345,E-27	1,00E-09
ONT_11		3,66E-28	1,8932,E-23	1,00E-09
ONT_33		3,25E-28	8,9249,E-29	1,00E-09
ONT_32		3,54E-28	4,1877,E-35	1,00E-09
ONT_31		3,78E-28	5,5768,E-27	1,00E-09
ONT_30	3,90E-28	1,3312,E-23	1,00E-09	

Lanjutan Tabel IV. 3 Perbandingan *Bit Error Rate*

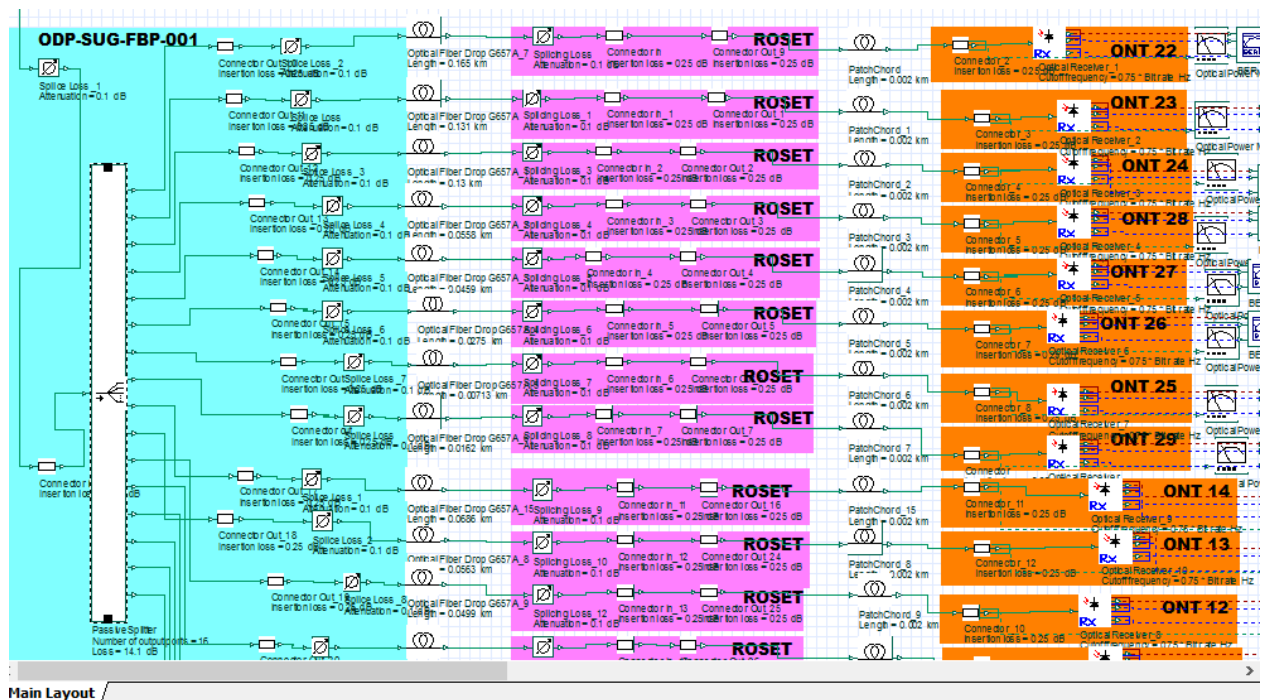
Pelanggan	<i>Bit Error Rate</i>		Standar PT. Telkom	
	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi		
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	1,36E-28	1,9909,E-24	1,00E-09
	ONT_41	1,06E-28	1,3696,E-28	1,00E-09
	ONT_40	9,89E-29	1,1801,E-30	1,00E-09
	ONT_42	8,98E-29	4,8450,E-34	1,00E-09
	ONT_39	9,05E-29	2,6030,E-28	1,00E-09
	ONT_43	1,02E-28	5,5351,E-26	1,00E-09
	ONT_44	1,13E-28	3,6960,E-32	1,00E-09
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	5,98E-29	6,8950,E-27	1,00E-09
	ONT_47	4,74E-29	2,3520,E-22	1,00E-09
	ONT_48	5,10E-29	1,2699,E-30	1,00E-09
	ONT_49	5,43E-29	3,7413,E-24	1,00E-09
	ONT_38	4,57E-29	5,1186,E-26	1,00E-09
ODP-SUG-FBP-005	ONT_37	6,46E-29	1,1173,E-25	1,00E-09
	ONT_36	2,83E-29	6,5321,E-26	1,00E-09
	ONT_18	4,67E-29	7,5579,E-27	1,00E-09
	ONT_35	4,78E-29	3,9470,E-27	1,00E-09
	ONT_21	3,52E-29	1,9147,E-26	1,00E-09
	ONT_46	4,78E-29	1,6421,E-25	1,00E-09
ODP-SUG-FBP-006	ONT_45	5,07E-29	5,7343,E-24	1,00E-09
	ONT_10	1,28E-29	5,5796,E-25	1,00E-09
	ONT_20	1,05E-29	4,2148,E-27	1,00E-09
	ONT_19	1,00E-29	1,8286,E-23	1,00E-09
	ONT_9	7,57E-30	4,3422,E-23	1,00E-09
	ONT_5	7,99E-30	1,6560,E-27	1,00E-09
	ONT_8	8,83E-30	3,6205,E-23	1,00E-09
	ONT_6	8,46E-30	3,8102,E-35	1,00E-09
ODP-SUG-FBP-007	ONT_7	9,46E-30	4,6724,E-26	1,00E-09
	ONT_17	5,90E-30	5,7174,E-28	1,00E-09
	ONT_15	6,24E-30	7,4500,E-28	1,00E-09
	ONT_16	6,87E-30	6,1023,E-28	1,00E-09
	ONT_1	5,52E-30	1,7811,E-26	1,00E-09
	ONT_2	5,80E-30	6,4970,E-32	1,00E-09
	ONT_3	6,15E-30	4,1553,E-27	1,00E-09
ONT_4	7,02E-30	2,6151,E-24	1,00E-09	

Pada Tabel IV.3 perbandingan nilai *bit error rate* yang dihasilkan dari hasil pengukuran menggunakan *BER Analyzer* berbeda dengan hasil perhitungan, pada hasil simulasi *eye pattern* memperlihatkan banyaknya bit yang *error* berkisar antara $3,8102 \times 10^{-35}$ hingga $1,8942 \times 10^{-21}$ bit. Sedangkan untuk hasil perhitungan manual banyaknya bit yang eror berkisar antara $5,5 \times 10^{-30}$ hingga $1,59 \times 10^{-27}$ bit. Karena nilai *bit error rate* yang dihasilkan dari hasil perhitungan dan hasil pengukuran menggunakan *BER Analyzer* berbeda maka dihasilkan nilai rata-rata selisih antara hasil simulasi dan hasil perhitungan sebesar $4,6824 \times 10^{-23}$ bit. Perbedaan nilai *bit error rate* yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan *BER Analyzer* dan hasil perhitungan, hal ini disebabkan karena setiap perangkat pada *software* memiliki spesifikasi dengan batas atenuasi yang berbeda serta *software* dengan otomatis akan melakukan optimasi saat proses *calculate* dijalankan.

Meskipun nilai *bit error rate* yang dihasilkan dari hasil pengukuran menggunakan *BER Analyzer* berbeda dengan hasil perhitungan teori, performansi dari keduanya untuk hasil simulasi dan hasil perhitungan manual masih berada pada batas performansi yang baik dengan batas standar *BER* pada *link* optik adalah 10^{-9} . Oleh karena itu perancangan ini masih dapat dikatakan layak karena hasil yang diperoleh dari hasil simulasi dan hasil perhitungan teori, banyaknya bit yang *error* tidak melebihi standar dari PT.Telkom.

IV.4.4. Analisis Terhadap ODP Menggunakan *Splitter* Yang Berbeda

Dari hasil simulasi menggunakan *splitter* 1:4 yang telah ditampilkan pada Tabel IV.1 dan IV.3 diatas, selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap *splitter* lainnya. Adapun model perancangan pada *Optisystem* menggunakan *splitter* 1:16 dapat dilihat pada Gambar IV.4 berikut,



Gambar IV. 4 Simulasi Perancangan Menggunakan *Splitter* 1:16

Pada Gambar IV.4 diatas, *splitter* yang digunakan yakni 1:16 dengan loss yang dimiliki sebesar 14,1 dB. Hal ini berarti bahwa dari 1 buah serat optik distribusi keluaran dari ODC-SUG-FBP kemudian didistribusikan dalam 16 pelanggan. Hasil simulasi menggunakan *splitter* 1:16 kemudian akan dibandingkan dengan *splitter* 1:4 dan akan ditampilkan pada Tabel IV.4 berikut,

Tabel IV. 4 Perbandingan ODP 1:8 dan ODP 1:16

Pelanggan	Daya Terima pelanggan Pr(dBm)		Bit Error Rate		
	<i>Splitter</i> 1:8	<i>Splitter</i> 1:16	<i>Splitter</i> 1:8	<i>Splitter</i> 1:16	
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	-17,413	-24,145	4,0987E-28	1,22E-03
	ONT_23	-17,402	-24,135	1,9578,E-25	6,36,E-03
	ONT_24	-17,402	-24,135	1,8456,E-26	1,13,E-03
	ONT_28	-17,397	-24,114	1,8942,E-21	3,79,E-03
	ONT_27	-17,400	-24,111	6,6206,E-23	4,14,E-03
	ONT_26	-17,407	-24,106	2,0292,E-27	1,65,E-03
	ONT_25	-17,411	-24,100	4,2130,E-28	4,11,E-03
	ONT_29	-17,410	-24,103	2,3260,E-27	3,47,E-03
	ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	-17,366	-24,117	8,6636,E-27
ONT_13		-17,363	-24,114	2,1318,E-27	8,54,E-03
ONT_12		-17,361	-24,112	3,4345,E-27	1,23,E-03
ONT_11		-17,359	-24,111	1,8932,E-23	4,41,E-03
ONT_33		-17,355	-24,123	8,9249,E-29	4,01,E-03
ONT_32		-17,358	-24,127	4,1877,E-35	2,99,E-03
ONT_31		-17,361	-24,129	5,5768,E-27	3,76,E-03
ONT_30		-17,362	-24,130	1,3312,E-23	1,96,E-03

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, nilai daya terima pada Tabel IV.4 menggunakan *splitter* 1:8 pada ODP berkisar antara -17,413 hingga -17,355 dBm hasil tersebut tidak melebihi standar yang digunakan dari PT.Telkom, yakni maksimal -27 dBm untuk nilai daya terima. Ketika *splitter* tersebut diganti menjadi 1:16 nilai daya terima yang diperoleh berkisar antara -24,145 hingga -24,100 dBm. Hasil tersebut menghasilkan selisih sebesar 6,736 dBm. Selisih tersebut diakibatkan adanya perubahan *loss* pada *splitter* ODP sehingga mempengaruhi nilai daya terima

pada *Optisystem*. Namun besarnya daya terima yang didapatkan dari hasil simulasi masih dalam standar daya terima ONT pelanggan yakni sekitar -8 hingga -27 dBm.

Untuk nilai BER yang ditampilkan pada Tabel IV.4 menggunakan *splitter* 1:8 berkisar antara $4,1877 \times 10^{-35}$ hingga $1,8942 \times 10^{-21}$ bit, namun saat *splitter*nya diganti menjadi *splitter* 1:16 nilai BER didapatkan berkisar antara $1,13 \times 10^{-03}$ hingga $8,54 \times 10^{-03}$ bit nilai tersebut telah melebihi standar BER dari PT Telkom yakni 10^{-9} sehingga nilai tersebut tidak layak untuk suatu jaringan optik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perubahan pada *splitter* sangat mempengaruhi proses penransmisian sinyal dan perancangan menggunakan *splitter* 1:8 pada kondisi Perumahan Grand Sulawesi lebih ideal digunakan untuk pendistribusian kepelanggan.

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan kelayakan sistem untuk *link power budget* pada jarak terjauh yakni 10,5392 km dari sentral, didapatkan total redaman berkisar antara 23,581 hingga 23,781 dB dengan nilai daya terima ONT pelanggan berkisar antara -19,781 hingga -19,581. Nilai tersebut masih berada dalam range standar dari PT. Telkom, yakni total redaman maksimal 28 dB dan minimal 13 dB, sedangkan untuk standar daya terima ONT pelanggan yakni sekitar -8 hingga -27 dBm.
2. Berdasarkan kelayakan hasil simulasi *Optisystem* pada pengukuran daya terima ONT pelanggan didapatkan nilai daya terima ONT pelanggan berkisar antara -17,413 hingga -17,213 dBm. Perancangan ini dapat dikatakan layak karena hasil yang diperoleh dari *optical power meter* tidak melebihi standar yang digunakan dari PT.Telkom, yakni -27 dBm.
3. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget*, jenis pengkodean yang digunakan dalam perhitungan ini yakni pengkodean NRZ. Pengkodean NRZ memiliki batas yakni 70% dari bitrate 2,4 Gbps yakni 0,291 ns. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *rise time budget* berkisar antara 0,28366 hingga 0,28838 ns. Nilai tersebut masih dibawah batas pengkodean

NRZ yakni 0,291 ns, sehingga kelayakan perancangan dari sisi rise time budget berdasarkan hasil perhitungan dapat dikatakan layak.

4. Berdasarkan perhitungan kelayakan BER pada perancangan ini menghasilkan kualitas jaringan yang baik, dimana nilai BER yang didapatkan berkisar antara $5,5 \times 10^{-30}$ hingga $1,59 \times 10^{-27}$ bit. Dengan standar BER untuk komunikasi serat optik sebesar 10^{-9} bit sehingga kelayakan perancangan dari sisi *bit error rate* berdasarkan hasil perhitungan dapat dikatakan layak.
5. Berdasarkan kelayakan hasil simulasi *Optisystem* performansi BER, perancangan ini dapat dikatakan layak karena hasil yang diperoleh dari *BER Analyzer* menghasilkan *bit error* berkisar antara $3,8102 \times 10^{-35}$ hingga $1,8942 \times 10^{-21}$ bit. Perancangan ini dikatakan layak karena hasil yang diperoleh dari *Optisystem* banyaknya *bit* yang eror tidak melebihi standar dari PT.Telkom, yakni 10^{-9} bit.
6. Perubahan pada *splitter* sangat mempengaruhi proses pentransmisiian sinyal dalam perancangan, berdasarkan simulasi yang telah dilakukan *splitter* 1:8 lebih ideal digunakan dari pada *splitter* 1:16 untuk pendistribusian ke pelanggan pada kondisi perumahan Grand Sulawesi.

V.2.Saran

Untuk perencanaan jaringan serat optik dari skripsi ini diberikan beberapa saran yakni sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan perancangan ini dapat pengukur performansi jaringan yang ada dilapangan secara langsung, yakni dengan dibandingkan 3 parameter secara langsung, yakni secara teori perhitungan,

software Optisystem, serta kondisi lapangan. Sehingga hasil yang didapatkan bisa lebih maksimal.

2. Untuk hasil yang lebih akurat maka penelitian ini perlu ditambahkan analisis terhadap SNR dan *Power Penalty*.
3. Untuk perencanaan yang lebih baik, sebaiknya menambahkan nilai *BoQ*-nya berupa biaya perancangan.
4. Untuk perancangan selanjutnya diharapkan dapat mengukur langsung jarak dari pengirim ke penerima agar hasilnya lebih akurat dibandingkan menggunakan *Google Earth*.
5. Untuk laboratorium diharapkan dapat mengadakan *software optisystem* atau *software* lainnya yang berlisensi terkait penelitian fiber optik baik itu untuk mengukur *power link budget*, *rise time budget*, *bit error rate* maupun parameter lainnya.
6. Didalam laboratorium juga perlu dilakukan pelatihan mengenai *software-software* tersebut agar mempermudah para peneliti kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. Effendhi, “APJII Berkontribusi Positif dan Merangsang Gairah Penyelenggara Internet.” 2019.
- [2] I. Ayu Suci Lestari, Sugito Ir.,SSI.,MT, Yunasfi, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Studi Kasus Di Perumahan Gunung Batu Bandung.”
- [3] R. Pratama, “Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To The Home (FTTH) Dengan Optisystem Pada Link STO Ahmad Yani Ke Apartemen Gateway,” vol. 1, no. December, p. 7, 2015.
- [4] M. Pamungkas, A.md., “Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To The Home FTTH Dengan Optisystem Pada Link STO Cijawura Keperumahan Jingga.” .
- [5] O. Nur Theo Yuwana, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi GPON Di kecamatan Cibeber Kota Cilegon,” 2017.
- [6] M. R. S. Syaputra and A. G. Ramadhani, “Analisis Perhitungan Link Power Budget Fiber To The Building Pada Link Ont Kampus Teknik Gowa Universitas Hasanuddin.” .
- [7] F. R. Somantri, Hafidudin, and H. Putri, “Perancangan Fiber To The Home (FTTH) Untuk Wilayah Perumahan Sukasari Baleendah,” vol. 3, no. 2, pp. 1022–1030, 2017.
- [8] A. Ananda, “Pengaruh Kualitas Jaringan Indihome Terhadap Costumer Experience Di Telkom Akses Makassar,” 2019.
- [9] R. Al-adawiyah and H. Iiyanto, “Evaluasi Perancangan Jaringan FTTH

Dengan Teknologi GPON (Studi Kasus Komplek Green Mansion Jakarta),”
2010.

- [10] M. N. Abdul Jabbar, “Simulasi Perancangan Fiber To The Home (FTTH) dari Sto Padalarang Baru ke Cluster Larangtapa Kota Baru Parahyangan Menggunakan Optisystem Simulation Of Fiber To The Home (FTTH) Network Design From Sto Padalarang Baru To Cluster Larangtapa Kota Baru PA.”
- [11] B. H. Prabowo, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Di Perumahan Taman Kopo Indah 5 Bandung,” no. December, 2015.
- [12] W. Ningrat, U. K. Maranatha, and U. K. Maranatha, “Perancangan Jaringan Distribusi Fiber To The Home (FTTH) di Komplek Batununggal Indah Bandung,” pp. 69–78, 2016.
- [13] G. Nouvan, “Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH Menggunakan Software Optisystem,” 2018.
- [14] E. S. Widyantoro Tejo Mukti, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Link STO Arengka ke Perumahan Villa Melati Permai II,” vol. Volume 4 N, pp. 1–13, 2017.
- [15] PT TELEKOMUNIKASI INDONESIA Tbk., “PEDOMAN DESAIN JARINGAN FTTH,” vol. 1, p. 66, 2013.
- [16] A. A. Lestari, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home Perumahan Nataendah Kopo Dengan Optisystem,” no. December, pp. 0–6, 2015.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I JARAK ANTAR PERANGKAT

Tabel L.I.1 Data Jarak Antar Perangkat

Pelanggan		OLT- FTM (km)	EA-OA (km)	FTM-ODC (km)	ODC-ODP (km)	ODP- Roset (km)	Roset- ONT(km)	Tot. L(km)
ODP-SUG-FBP- 001	ONT_22	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0872	0,002	10,539
	ONT_23	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0529	0,002	10,505
	ONT_24	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0530	0,002	10,505
	ONT_28	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0320	0,002	10,484
	ONT_27	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0427	0,002	10,495
	ONT_26	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0649	0,002	10,517
	ONT_25	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0819	0,002	10,534
	ONT_29	0,02	0,01	8,18	2,240	0,0757	0,002	10,528
ODP-SUG-FBP- 002	ONT_14	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0627	0,002	10,373
	ONT_13	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0507	0,002	10,361
	ONT_12	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0446	0,002	10,355
	ONT_11	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0377	0,002	10,348
	ONT_33	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0226	0,002	10,333
	ONT_32	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0335	0,002	10,344
	ONT_31	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0420	0,002	10,352
	ONT_30	0,02	0,01	8,18	2,098	0,0460	0,002	10,356
ODP-SUG-FBP- 003	ONT_34	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0852	0,002	10,221
	ONT_41	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0538	0,002	10,190
	ONT_40	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0450	0,002	10,181
	ONT_42	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0329	0,002	10,169
	ONT_39	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0339	0,002	10,170
	ONT_43	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0489	0,002	10,185
	ONT_44	0,02	0,01	8,18	1,924	0,0623	0,002	10,198
ODP-SUG-FBP- 004	ONT_50	0,02	0,01	8,18	1,849	0,0568	0,002	10,118
	ONT_47	0,02	0,01	8,18	1,849	0,0278	0,002	10,089
	ONT_48	0,02	0,01	8,18	1,849	0,0369	0,002	10,098
	ONT_49	0,02	0,01	8,18	1,849	0,0448	0,002	10,106
	ONT_38	0,02	0,01	8,18	1,849	0,0233	0,002	10,084
	ONT_37	0,02	0,01	8,18	1,849	0,0665	0,002	10,128

Lanjutan Tabel L.I.1 Data Jarak Antar Perangkat

Pelanggan		OLT-FTM (km)	EA-OA (km)	FTM-ODC (km)	ODC-ODP (km)	ODP-Roset (km)	Roset-ONT(km)	Tot. L(km)
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	0,02	0,01	8,18	1,788	0,0248	0,002	10,025
	ONT_18	0,02	0,01	8,18	1,788	0,087	0,002	10,087
	ONT_35	0,02	0,01	8,18	1,788	0,0899	0,002	10,090
	ONT_21	0,02	0,01	8,18	1,788	0,0518	0,002	10,052
	ONT_46	0,02	0,01	8,18	1,788	0,09	0,002	10,090
	ONT_45	0,02	0,01	8,18	1,788	0,0972	0,002	10,097
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0952	0,002	9,927
	ONT_20	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0708	0,002	9,903
	ONT_19	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0654	0,002	9,897
	ONT_9	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0315	0,002	9,864
	ONT_5	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0381	0,002	9,870
	ONT_8	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0502	0,002	9,882
	ONT_6	0,02	0,01	8,18	1,620	0,045	0,002	9,877
	ONT_7	0,02	0,01	8,18	1,620	0,0586	0,002	9,891
ODP-SUG-FBP-007	ONT_17	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0514	0,002	9,833
	ONT_15	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0581	0,002	9,840
	ONT_16	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0697	0,002	9,852
	ONT_1	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0434	0,002	9,825
	ONT_2	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0494	0,002	9,831
	ONT_3	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0563	0,002	9,838
	ONT_4	0,02	0,01	8,18	1,570	0,0723	0,002	9,854

Tabel L.I. 1 menampilkan data jarak antar perangkat mulai dari perangkat OLT hingga ke pelanggan. Adapun komponen yang dilewati pada saat pentransmisian data seperti, *patch chord*, kabel *feeder*, kabel distribusi, kabel drop serta perangkat lainnya.

LAMPIRAN II PEMETAAN LOKASI PERANGKAT SERTA
RENCANA JALUR SERAT OPTIK



Gambar L. II.1 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada ODP-SUG-FBP-002

Gambar L.II.1 diatas menampilkan bahwa ODP-SUG-FBP-002 menghandel 8 pelanggan, sehingga *splitter* yang digunakan yakni *splitter* 1:8.



Gambar L.II.2 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada ODP-SUG-FBP-003

Gambar L.II.2 menampilkan bahwa ODP-SUG-FBP-003 menghandel 7 pelanggan, sehingga *splitter* yang digunakan yakni *splitter* 1:8 dengan jarak masing-masing yang berbeda.



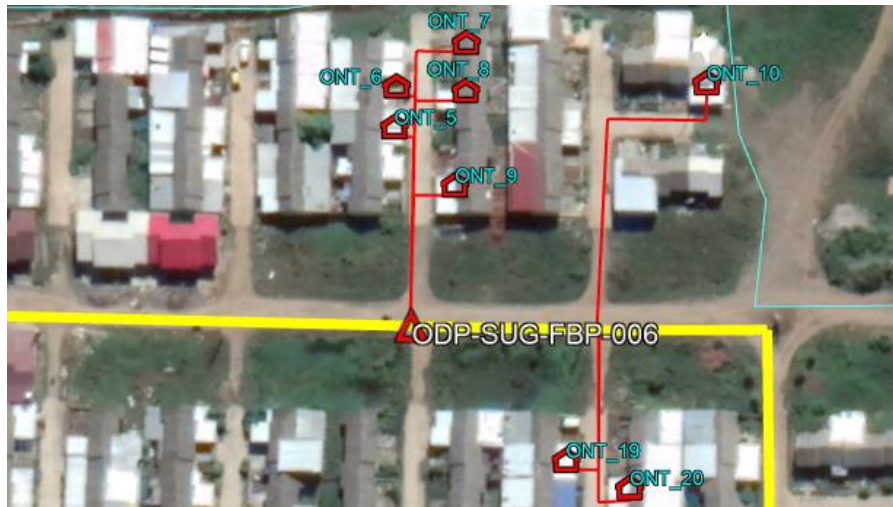
Gambar L. II. 3 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada ODP-SUG-FBP-004

Gambar L. II. 3 diatas menampilkan bahwa ODP-SUG-FBP-004 menghandel 6 pelanggan, sehingga *splitter* yang digunakan yakni *splitter* 1:8 dengan jarak masing-masing yang berbeda.



Gambar L. II. 4 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada ODP-SUG-FBP-005

Gambar L. II. 4 diatas menampilkan bahwa ODP-SUG-FBP-005 menghandel 6 pelanggan, sehingga *splitter* yang digunakan yakni *splitter* 1:8 dengan jarak masing-masing yang berbeda-beda.



Gambar L. II. 5 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada ODP-SUG-FBP-006

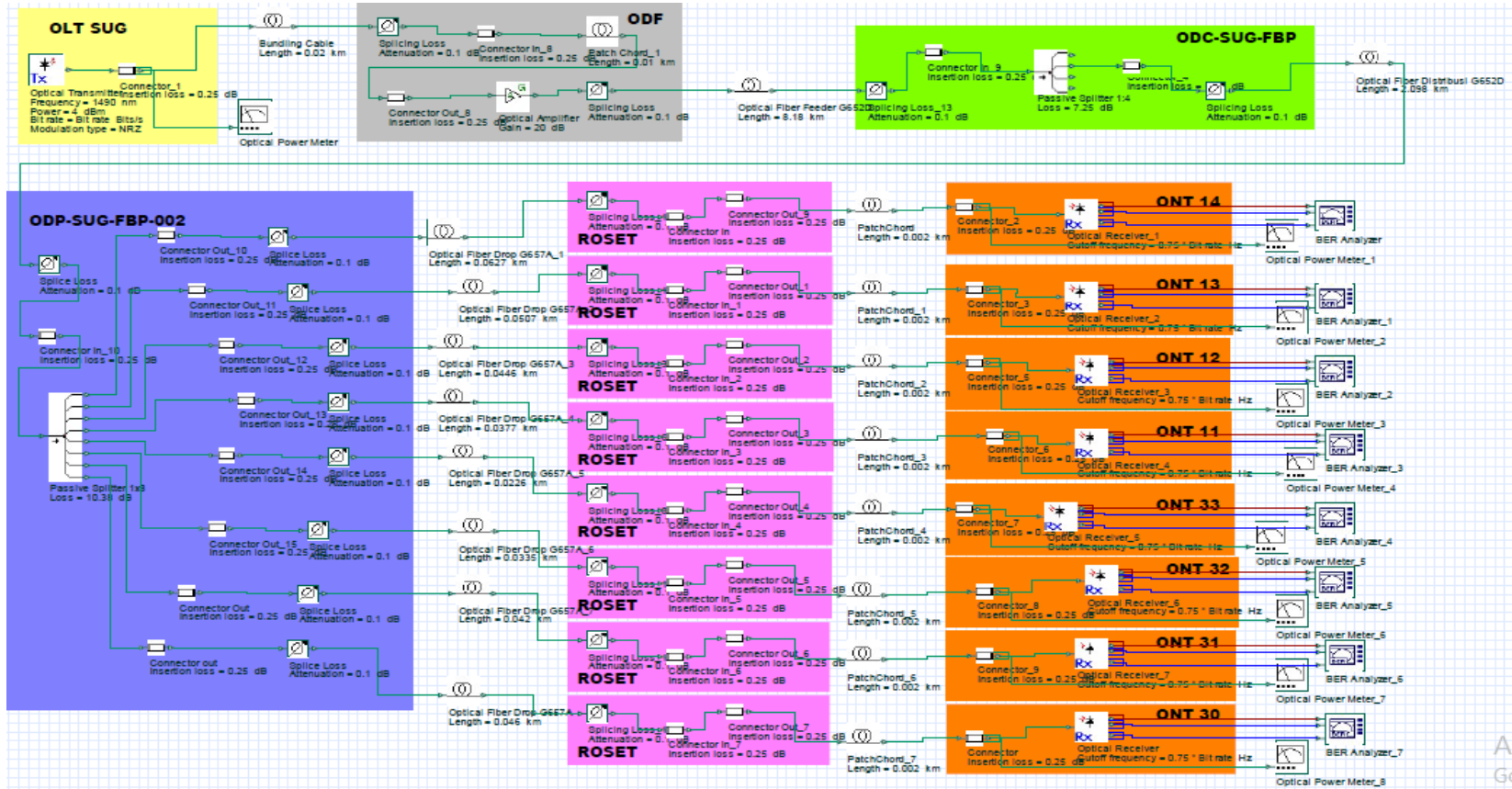
Gambar L. II. 5 diatas menampilkan bahwa ODP-SUG-FBP-006 menghandel 8 pelanggan, sehingga *splitter* yang digunakan yakni *splitter* 1:8 dengan jarak masing-masing yang berbeda-beda.



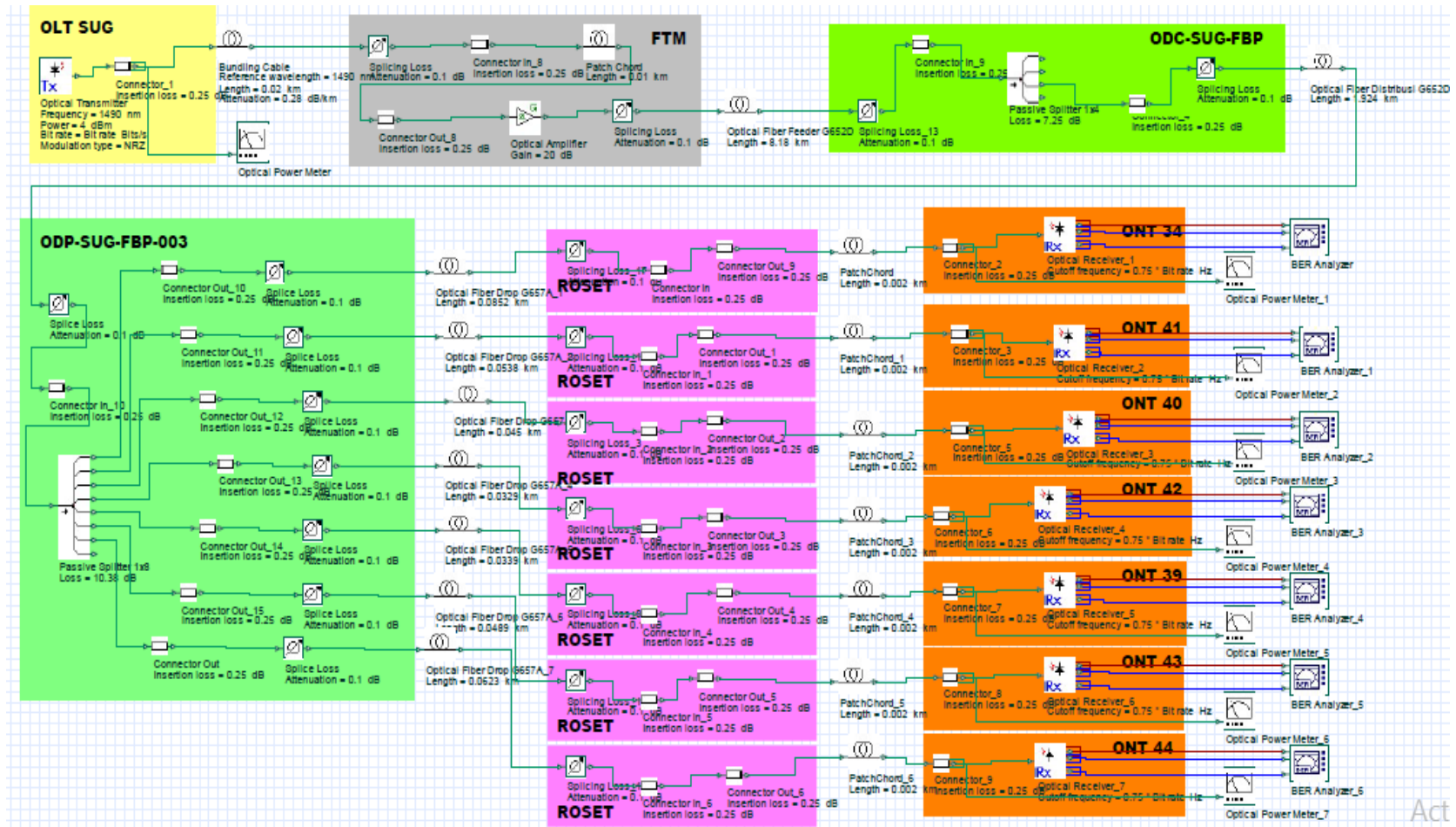
Gambar L. II. 6 Pemetaan Jalur Kabel Drop pada ODP-SUG-FBP-007

Gambar L. II. 6 diatas menampilkan bahwa ODP-SUG-FBP-007 menghandel 7 pelanggan, sehingga *splitter* yang digunakan yakni *splitter* 1:8 dengan jarak masing-masing yang berbeda-beda.

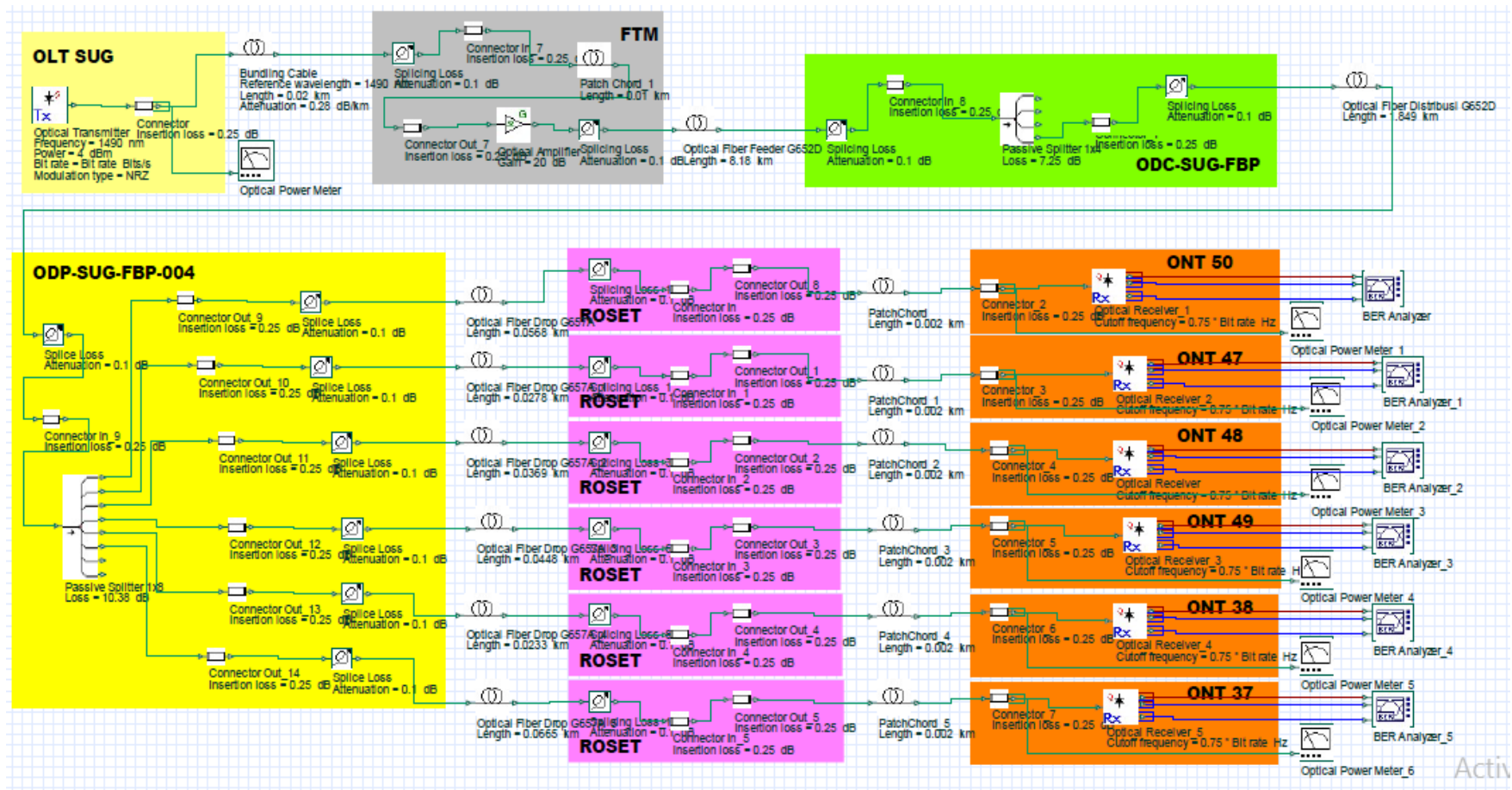
LAMPIRAN III LAYOUT PERANCANGAN PADA OPTISYSTEM



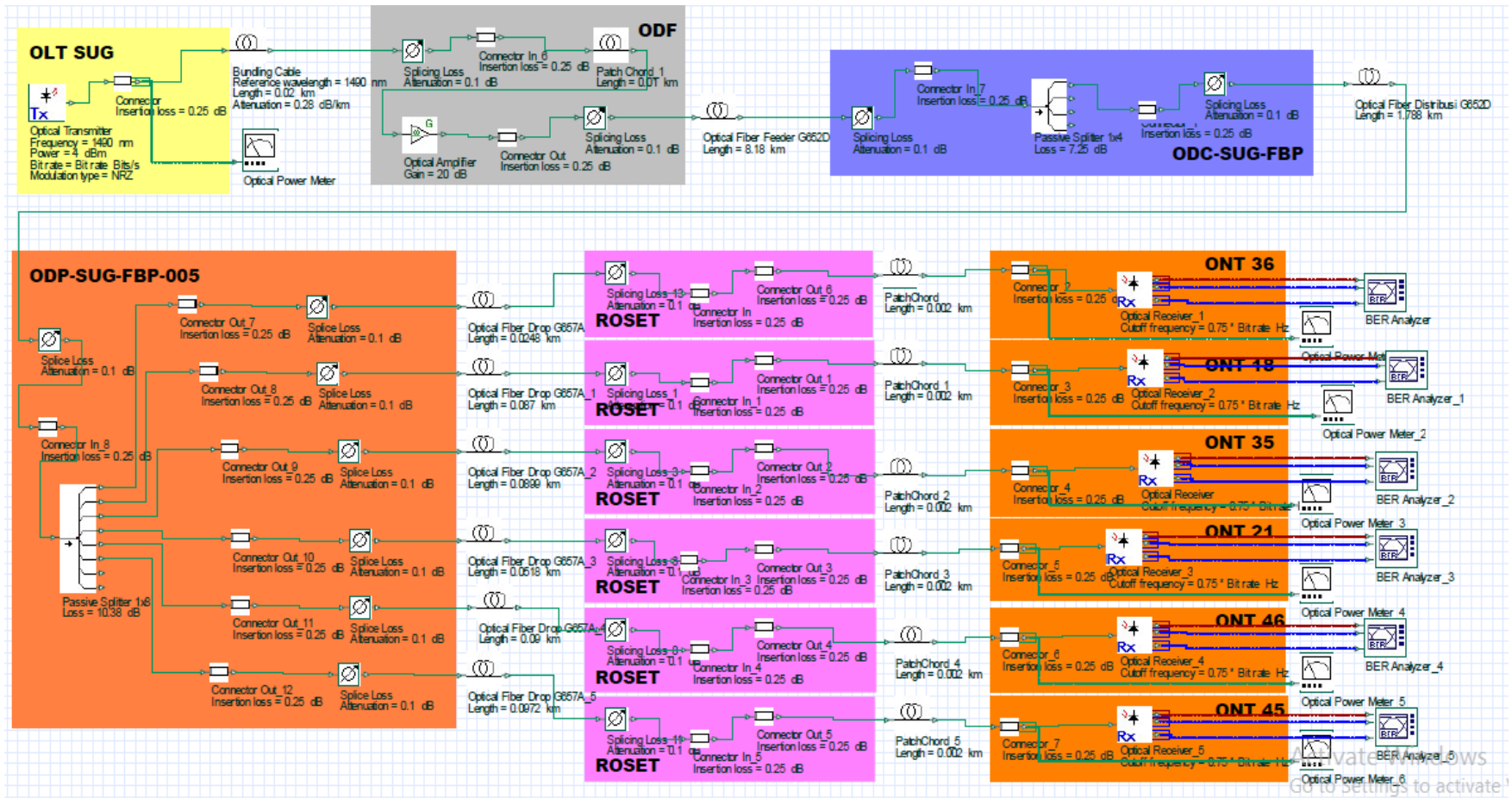
Gambar L.III. 1 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-002



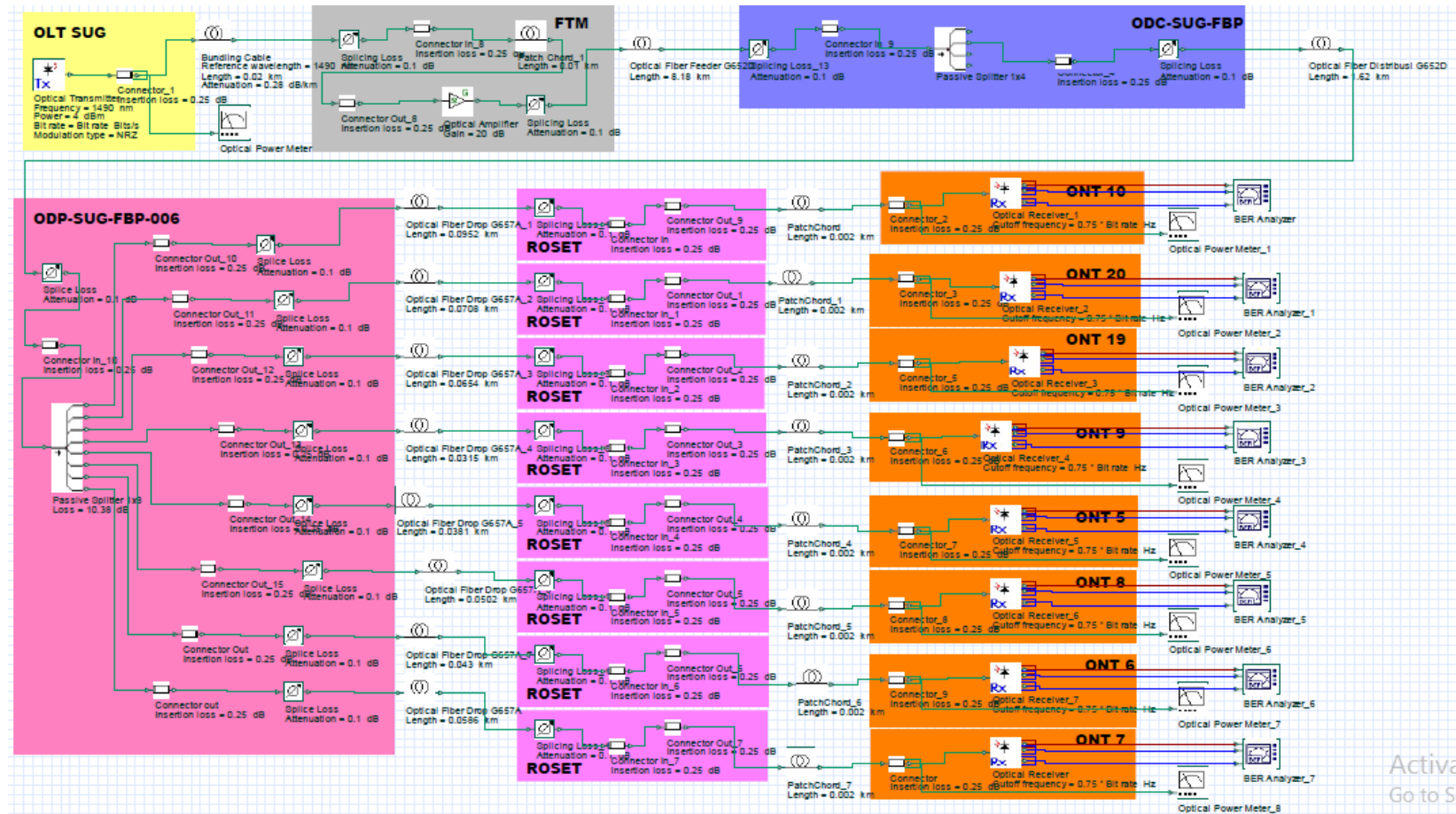
Gambar L.III. 2 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-003



Gambar L.III. 3 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-004

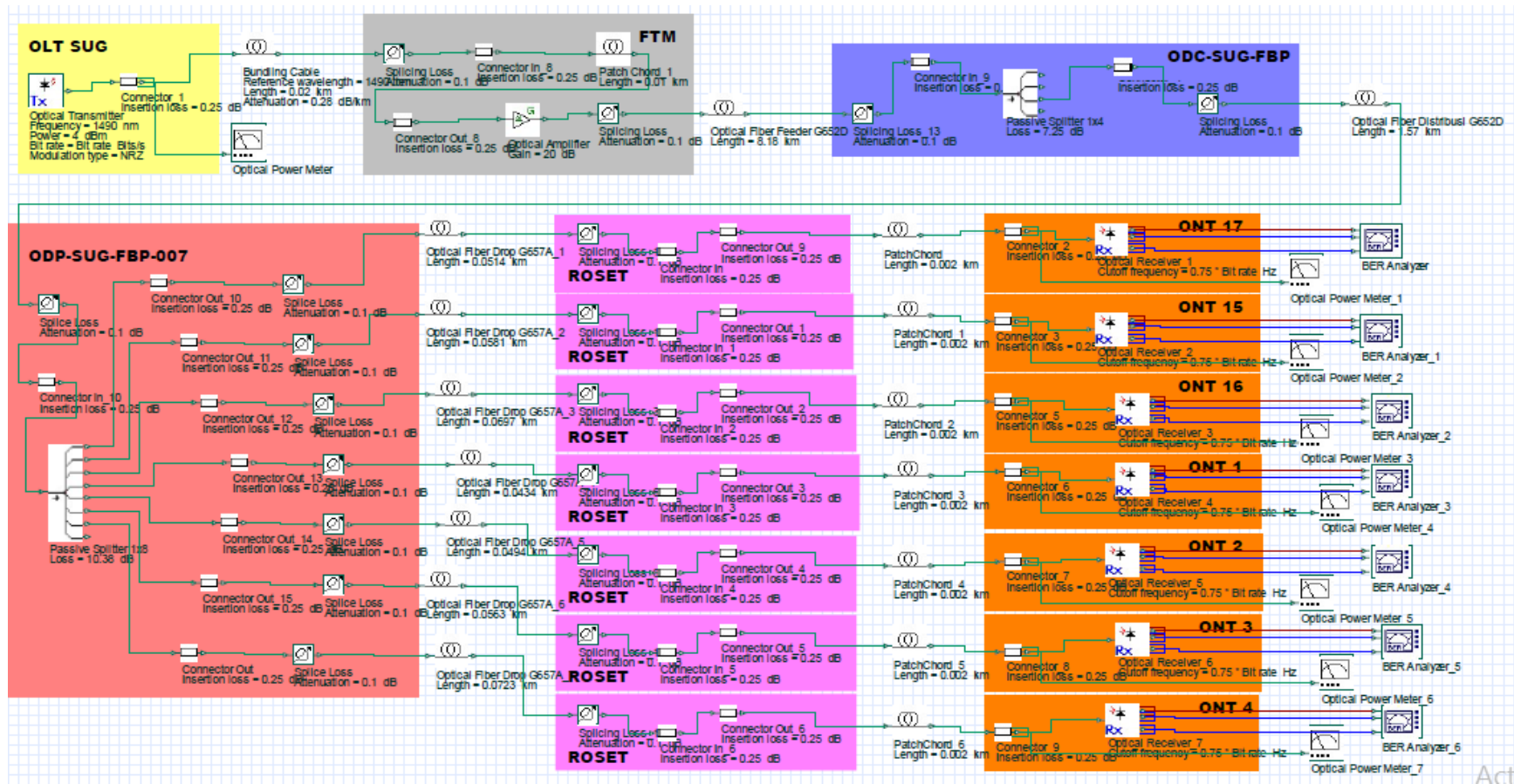


Gambar L.III. 4 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-005



Activa
Go to Se

Gambar L.III. 5 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-006



Gambar L.III. 6 Simulasi Perancangan Link Optik ODP-SUG-FBP-007

LAMPIRAN IV HASIL PENGUKURAN *OPTISYSTEM*

Tabel L. IV. 1 Daya Terima ONT Pada *Optical Power Meter*

Pelanggan	Daya Terima ONT (dBm)	
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	-17,413
	ONT_23	-17,402
	ONT_24	-17,402
	ONT_28	-17,397
	ONT_27	-17,400
	ONT_26	-17,407
	ONT_25	-17,411
	ONT_29	-17,410
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	-17,366
	ONT_13	-17,363
	ONT_12	-17,361
	ONT_11	-17,359
	ONT_33	-17,355
	ONT_32	-17,358
	ONT_31	-17,361
	ONT_30	-17,362
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	-17,324
	ONT_41	-17,315
	ONT_40	-17,313
	ONT_42	-17,309
	ONT_39	-17,310
	ONT_43	-17,314
	ONT_44	-17,317
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	-17,295
	ONT_47	-17,287
	ONT_48	-17,289
	ONT_49	-17,292
	ONT_38	-17,286
	ONT_37	-17,298
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	-17,270
	ONT_18	-17,287
	ONT_35	-17,288
	ONT_21	-17,277
	ONT_46	-17,288
	ONT_45	-17,289

Lanjutan Tabel L. IV. 1 Daya Terima ONT Pada *Optical Power Meter*

Pelanggan	Daya Terima ONT (dBm)	
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	-17,242
	ONT_20	-17,235
	ONT_19	-17,233
	ONT_9	-17,224
	ONT_5	-17,226
	ONT_8	-17,229
	ONT_6	-17,227
	ONT_7	-17,231
	ODP-SUG-FBP-007	ONT_17
ONT_15		-17,217
ONT_16		-17,22
ONT_1		-17,213
ONT_2		-17,215
ONT_3		17,217
ONT_4		-17,221
Rata-rata	-17,3028	

Hasil simulasi pada *Optisystem* menggunakan *optical power meter* menunjukkan pengukuran daya terima ONT pelanggan didapatkan daya terima ONT pelanggan berkisar antara -17,413 hingga -17,213 dBm. Dengan daya terima ONT pelanggan tertinggi yang dimiliki oleh ONT 22 dengan total jarak 10,5392 km dari sentral, sedangkan daya terima ONT pelanggan terendah dimiliki oleh ONT 1.

Tabel L. IV. 2 Bit Error Rate Pada *BER Analyzer*

Pelanggan	BER	
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	4,0987,E-28
	ONT_23	1,9578,E-25
	ONT_24	1,8456,E-26
	ONT_28	1,8942,E-21
	ONT_27	6,6206,E-23
	ONT_26	2,0292,E-27
	ONT_25	4,2130,E-28
	ONT_29	2,3260,E-27

Lanjutan Tabel L. IV.2 *Bit Error Rate* Pada *BER Analyzer*

Pelanggan	BER	
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	8,6636,E-27
	ONT_13	2,1318,E-27
	ONT_12	3,4345,E-27
	ONT_11	1,8932,E-23
	ONT_33	8,9249,E-29
	ONT_32	4,1877,E-35
	ONT_31	5,5768,E-27
	ONT_30	1,3312,E-23
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	1,9909,E-24
	ONT_41	1,3696,E-28
	ONT_40	1,1801,E-30
	ONT_42	4,8450,E-34
	ONT_39	2,6030,E-28
	ONT_43	5,5351,E-26
	ONT_44	3,6960,E-32
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	6,8950,E-27
	ONT_47	2,3520,E-22
	ONT_48	1,2699,E-30
	ONT_49	3,7413,E-24
	ONT_38	5,1186,E-26
	ONT_37	1,1173,E-25
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	6,5321,E-26
	ONT_18	7,5579,E-27
	ONT_35	3,9470,E-27
	ONT_21	1,9147,E-26
	ONT_46	1,6421,E-25
	ONT_45	5,7343,E-24
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	5,5796,E-25
	ONT_20	4,2148,E-27
	ONT_19	1,8286,E-23
	ONT_9	4,3422,E-23
	ONT_5	1,6560,E-27
	ONT_8	3,6205,E-23
	ONT_6	3,8102,E-35
	ONT_7	4,6724,E-26

Lanjutan Tabel L. IV.2 *Bit Error Rate* Pada *BER Analyzer*

Pelanggan	BER	
	ONT_17	5,7174,E-28
	ONT_15	7,4500,E-28
	ONT_16	6,1023,E-28
ODP-SUG-FBP-007	ONT_1	1,7811,E-26
	ONT_2	6,4970,E-32
	ONT_3	4,1553,E-27
	ONT_4	2,6151,E-24
	Rata-rata	4,6824,E-23

Hasil simulasi *Optisystem* menggunakan *BER Analyzer* menunjukkan performansi BER pada perancangan ini dapat dikatakan layak karena hasil yang diperoleh dari *BER Analyzer* menghasilkan *bit error* berkisar antara $3,8102 \times 10^{-35}$ hingga $1,8942 \times 10^{-21}$ bit.

LAMPIRAN V HASIL PERHITUNGAN SECARA TEORI

Tabel L.V. 1 Total *Link Loss Budget*

Pelanggan	L (km)	α Serat	Nc	α c	Ns	α s	Sp 1:4	Sp 1:8	Total Loss α T	
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	10,539	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,781
	ONT_23	10,505	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,771
	ONT_24	10,505	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,771
	ONT_28	10,484	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,766
	ONT_27	10,495	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,769
	ONT_26	10,517	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,775
	ONT_25	10,534	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,779
	ONT_29	10,528	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,778
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	10,373	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,734
	ONT_13	10,361	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,731
	ONT_12	10,355	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,729
	ONT_11	10,348	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,727
	ONT_33	10,333	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,723
	ONT_32	10,344	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,726
	ONT_31	10,352	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,729
	ONT_30	10,356	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,730
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	10,221	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,692
	ONT_41	10,19	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,683
	ONT_40	10,181	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,681
	ONT_42	10,169	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,677
	ONT_39	10,170	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,678
	ONT_43	10,185	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,682
	ONT_44	10,198	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,686
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	10,118	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,663
	ONT_47	10,089	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,655
	ONT_48	10,098	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,657
	ONT_49	10,106	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,660
	ONT_38	10,084	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,654
	ONT_37	10,128	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,666
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	10,025	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,637
	ONT_18	10,087	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,654
	ONT_35	10,090	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,655
	ONT_21	10,052	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,645
	ONT_46	10,090	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,655
	ONT_45	10,097	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,657

Lanjutan Tabel L.V. 1 Total *Link Loss Budget*

Pelanggan	L (km)	α Serat	Nc	α c	Ns	α s	Sp 1:4	Sp 1:8	Total Loss α T	
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	9,9272	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,610
	ONT_20	9,9028	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,603
	ONT_19	9,8974	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,601
	ONT_9	9,8635	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,592
	ONT_5	9,8701	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,594
	ONT_8	9,8822	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,597
	ONT_6	9,8770	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,596
	ONT_7	9,8906	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,599
ODP-SUG-FBP-007	ONT_17	9,8334	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,583
	ONT_15	9,8401	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,585
	ONT_16	9,8517	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,588
	ONT_1	9,8254	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,581
	ONT_2	9,8314	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,583
	ONT_3	9,8383	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,585
	ONT_4	9,8543	0,28	10	0,25	7	0,1	7,25	10,38	23,589

Tabel L.V.1 menunjukkan total *link loss budget* masing–masing ONT pelanggan berkisar antara 23,581 hingga 23,781 dB dengan *loss* perangkat masing -masing.

Tabel L.V. 2 Daya Terima ONT Pelanggan

Pelanggan	Pt	α T	Pr(dBm)	
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	4	23,781	-19,781
	ONT_23	4	23,771	-19,771
	ONT_24	4	23,771	-19,771
	ONT_28	4	23,766	-19,766
	ONT_27	4	23,769	-19,769
	ONT_26	4	23,775	-19,775
	ONT_25	4	23,779	-19,779
	ONT_29	4	23,778	-19,778

Lanjutan Tabel L.V. 2 Daya Terima ONT Pelanggan

Pelanggan	Pt	αT	Pr(dBm)	
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	4	23,734	-19,734
	ONT_13	4	23,731	-19,731
	ONT_12	4	23,729	-19,729
	ONT_11	4	23,727	-19,727
	ONT_33	4	23,723	-19,723
	ONT_32	4	23,726	-19,726
	ONT_31	4	23,729	-19,729
	ONT_30	4	23,730	-19,730
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	4	23,692	-19,692
	ONT_41	4	23,683	-19,683
	ONT_40	4	23,681	-19,681
	ONT_42	4	23,677	-19,677
	ONT_39	4	23,678	-19,678
	ONT_43	4	23,682	-19,682
	ONT_44	4	23,686	-19,686
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	4	23,663	-19,663
	ONT_47	4	23,655	-19,655
	ONT_48	4	23,657	-19,657
	ONT_49	4	23,660	-19,660
	ONT_38	4	23,654	-19,654
	ONT_37	4	23,666	-19,666
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	4	23,637	-19,637
	ONT_18	4	23,654	-19,654
	ONT_35	4	23,655	-19,655
	ONT_21	4	23,645	-19,645
	ONT_46	4	23,655	-19,655
	ONT_45	4	23,657	-19,657
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	4	23,610	-19,610
	ONT_20	4	23,603	-19,603
	ONT_19	4	23,601	-19,601
	ONT_9	4	23,592	-19,592
	ONT_5	4	23,594	-19,594
	ONT_8	4	23,597	-19,597

Lanjutan Tabel L.V. 2 Daya Terima ONT Pelanggan

Pelanggan		Pt	αT	Pr(dBm)
ODP-SUG-FBP-006	ONT_6	4	23,596	-19,596
	ONT_7	4	23,599	-19,599
	ONT_17	4	23,583	-19,583
ODP-SUG-FBP-007	ONT_15	4	23,585	-19,585
	ONT_16	4	23,588	-19,588
	ONT_1	4	23,581	-19,581
	ONT_2	4	23,583	-19,583
	ONT_3	4	23,585	-19,585
	ONT_4	4	23,589	-19,589

Tabel L.V. 2 menunjukkan bahwa nilai daya terima ONT pelanggan dengan power yang digunakan OLT *transmitter* sebesar +4 dBm berkisar antara -19,781 hingga -19,581 dBm.

Tabel L.V. 3 Hasil Perhitungan *Rise Time Budget*

Pelanggan		L (km)	Rise Time optik Tf (ns)	Rise time System Tsys (ns)
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	10,539	0,1438	0,28838
	ONT_23	10,505	0,1433	0,28815
	ONT_24	10,505	0,1433	0,28815
	ONT_28	10,484	0,143	0,28801
	ONT_27	10,495	0,1431	0,28808
	ONT_26	10,517	0,1435	0,28823
	ONT_25	10,534	0,1437	0,28835
	ONT_29	10,528	0,1436	0,28831
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	10,373	0,1415	0,28726
	ONT_13	10,361	0,1413	0,28718
	ONT_12	10,355	0,1412	0,28714
	ONT_11	10,348	0,1411	0,28709
	ONT_33	10,333	0,1409	0,28699
	ONT_32	10,344	0,1411	0,28706
	ONT_31	10,352	0,1412	0,28712
ONT_30	10,356	0,1413	0,28715	

Lanjutan Tabel L.V.3 Hasil Perhitungan *Rise Time Budget*

Pelanggan		L (km)	Rise Time optik Tf (ns)	Rise time System Tsys (ns)
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	10,221	0,1394	0,28625
	ONT_41	10,19	0,139	0,28604
	ONT_40	10,181	0,1389	0,28598
	ONT_42	10,169	0,1387	0,2859
	ONT_39	10,170	0,1387	0,28591
	ONT_43	10,185	0,1389	0,28601
	ONT_44	10,198	0,1391	0,28609
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	10,118	0,138	0,28556
	ONT_47	10,089	0,1376	0,28537
	ONT_48	10,098	0,1377	0,28543
	ONT_49	10,106	0,1378	0,28548
	ONT_38	10,084	0,1375	0,28534
	ONT_37	10,128	0,1381	0,28563
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	10,025	0,1367	0,28495
	ONT_18	10,087	0,1376	0,28536
	ONT_35	10,090	0,1376	0,28538
	ONT_21	10,052	0,1371	0,28513
	ONT_46	10,090	0,1376	0,28538
	ONT_45	10,097	0,1377	0,28543
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	9,927	0,1354	0,28432
	ONT_20	9,903	0,1351	0,28416
	ONT_19	9,897	0,135	0,28412
	ONT_9	9,864	0,1345	0,2839
	ONT_5	9,870	0,1346	0,28394
	ONT_8	9,882	0,1348	0,28402
	ONT_6	9,877	0,1347	0,28399
	ONT_7	9,891	0,1349	0,28408
ODP-SUG-FBP-007	ONT_17	9,833	0,1341	0,28371
	ONT_15	9,840	0,1342	0,28375
	ONT_16	9,852	0,1344	0,28383
	ONT_1	9,825	0,134	0,28366
	ONT_2	9,831	0,1341	0,2837
	ONT_3	9,838	0,1342	0,28374
	ONT_4	9,854	0,1344	0,28384

Tabel L.V.3 menunjukkan hasil perhitungan *rise time budget* yang terdiri dari *rise time* optik dan *rise time* sistem dengan nilai *rise time budget* yang didapatkan berkisar antara 0,28366 hingga 0,28838 ns.

Tabel L.V. 4 *Signal to Noise Ratio* dan *BER*

Pelanggan		SNR(dB)	Quantum Noise	BER
ODP-SUG-FBP-001	ONT_22	23,1040	7,1478	1,59E-27
	ONT_23	23,1230	7,1635	1,23E-27
	ONT_24	23,1230	7,1634	1,23E-27
	ONT_28	23,1347	7,173	1,05E-27
	ONT_27	23,1287	7,1681	1,13E-27
	ONT_26	23,1164	7,158	1,34E-27
	ONT_25	23,1070	7,1502	1,53E-27
	ONT_29	23,1104	7,153	1,46E-27
ODP-SUG-FBP-002	ONT_14	23,1964	7,2242	4,44E-28
	ONT_13	23,2031	7,2298	4,05E-28
	ONT_12	23,2065	7,2326	3,86E-28
	ONT_11	23,2103	7,2358	3,66E-28
	ONT_33	23,2187	7,2428	3,25E-28
	ONT_32	23,2126	7,2377	3,54E-28
	ONT_31	23,2079	7,2338	3,78E-28
	ONT_30	23,2057	7,2319	3,90E-28
ODP-SUG-FBP-003	ONT_34	23,2805	7,2945	1,36E-28
	ONT_41	23,2979	7,3091	1,06E-28
	ONT_40	23,3028	7,3133	9,89E-29
	ONT_42	23,3095	7,3189	8,98E-29
	ONT_39	23,3090	7,3184	9,05E-29
	ONT_43	23,3007	7,3114	1,02E-28
	ONT_44	23,2932	7,3052	1,13E-28
ODP-SUG-FBP-004	ONT_50	23,3379	7,3429	5,98E-29
	ONT_47	23,354	7,3565	4,74E-29
	ONT_48	23,3489	7,3522	5,10E-29
	ONT_49	23,3446	7,3485	5,43E-29
	ONT_38	23,3565	7,3586	4,57E-29
	ONT_37	23,3325	7,3383	6,46E-29

Lanjutan Tabel L.V.4 *Signal to Noise Ratio* dan *BER*

Pelanggan		SNR(dB)	Quantum Noise	BER
ODP-SUG-FBP-005	ONT_36	23,3895	7,3866	2,83E-29
	ONT_18	23,3550	7,3573	4,67E-29
	ONT_35	23,3534	7,356	4,78E-29
	ONT_21	23,3745	7,3739	3,52E-29
	ONT_46	23,3533	7,3559	4,78E-29
	ONT_45	23,3493	7,3525	5,07E-29
ODP-SUG-FBP-006	ONT_10	23,4437	7,4328	1,28E-29
	ONT_20	23,4572	7,4444	1,05E-29
	ONT_19	23,4602	7,447	1,00E-29
	ONT_9	23,4790	7,4631	7,57E-30
	ONT_5	23,4753	7,46	7,99E-30
	ONT_8	23,4686	7,4542	8,83E-30
	ONT_6	23,4715	7,4567	8,46E-30
	ONT_7	23,4640	7,4502	9,46E-30
ODP-SUG-FBP-007	ONT_17	23,4957	7,4775	5,90E-30
	ONT_15	23,492	7,4743	6,24E-30
	ONT_16	23,4856	7,4687	6,87E-30
	ONT_1	23,5001	7,4813	5,52E-30
	ONT_2	23,4968	7,4784	5,80E-30
	ONT_3	23,4930	7,4751	6,15E-30
	ONT_4	23,4841	7,4675	7,02E-30

Tabel L.V. 4 menunjukkan nilai *signal to noise ratio*, *quantum noise*, serta BER pada hasil perhitungan. Adapun nilai *bit error rate* yang didapatkan pada hasil perhitungan berkisar antara $5,803E^{-30}$ hingga $1,591E^{-27}$ bit.

LAMPIRAN VI DATA KUESIONER SAMPEL CALON PELANGGAN

PERUMAHAN GRAND SULAWESI

Tabel L.VI. 1 Salah Satu Data Calon Pelanggan

Nama	Indri
Alamat	Blok D No. 59
1. Pernahkah anda menggunakan layanan internet, telepon, dan IP-TV ?	Iya.
2. Apakah penting layanan internet, telepon, dan IP-TV bagi anda ?	Iya penting
3. Apakah setuju jika dipasang teknologi fiber optik pada perumahan ini ?	Iya
4. Pernahkah anda mendengar/ mengetahui tentang layanan <i>Triple Play</i> dari <i>Indihome</i> ?	Pernah. Sebelumnya pernah berlangganan, setelah pindah rumah mau berlangganan lagi akan tetapi teknologi fiber belum masuk kedalam perumahan tersebut, sehingga belum bisa dipasang.
5. Apakah anda tertarik menggunakan layanan tersebut?	Tertarik
6. Seberapa sering anda menggunakan layanan seperti <i>browsing, streaming, chatting,</i> dan lainnya?	Sering sekali

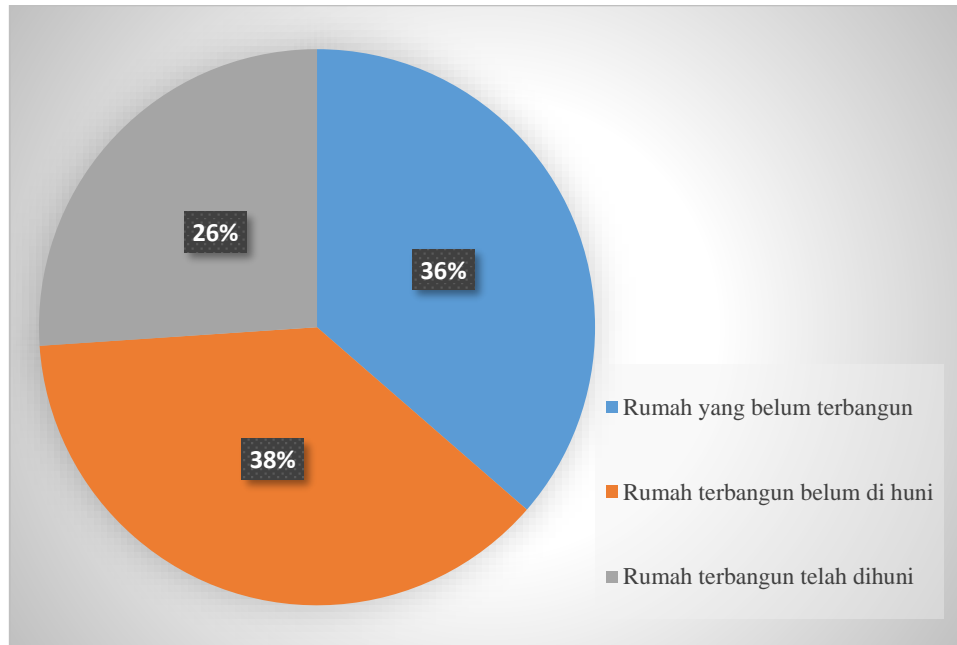
Tabel L.VI. 2 Salah Satu Data Calon Pelanggan

Nama	Ihsan
Alamat	Blok E No. 155
1. Pernahkah anda menggunakan layanan internet, telepon, dan IP-TV?	Iya
2. Apakah penting layanan internet, telepon, dan IP-TV bagi anda ?	Iya penting
3. Apakah setuju jika dipasang teknologi fiber optik pada perumahan ini ?	Iya
4. Pernahkah anda mendengar/ mengetahui tentang layanan <i>Triple Play</i> dari <i>Indihome</i> ?	Pernah. Sebelumnya pernah menggunakan layanan dari provider lain
5. Apakah anda tertarik menggunakan layanan tersebut?	Tertarik
6. Seberapa sering anda menggunakan layanan seperti <i>browsing, streaming, chatting,</i> dan lainnya?	Sering sekali

Tabel L.VI. 3 Salah Satu Data Calon Pelanggan

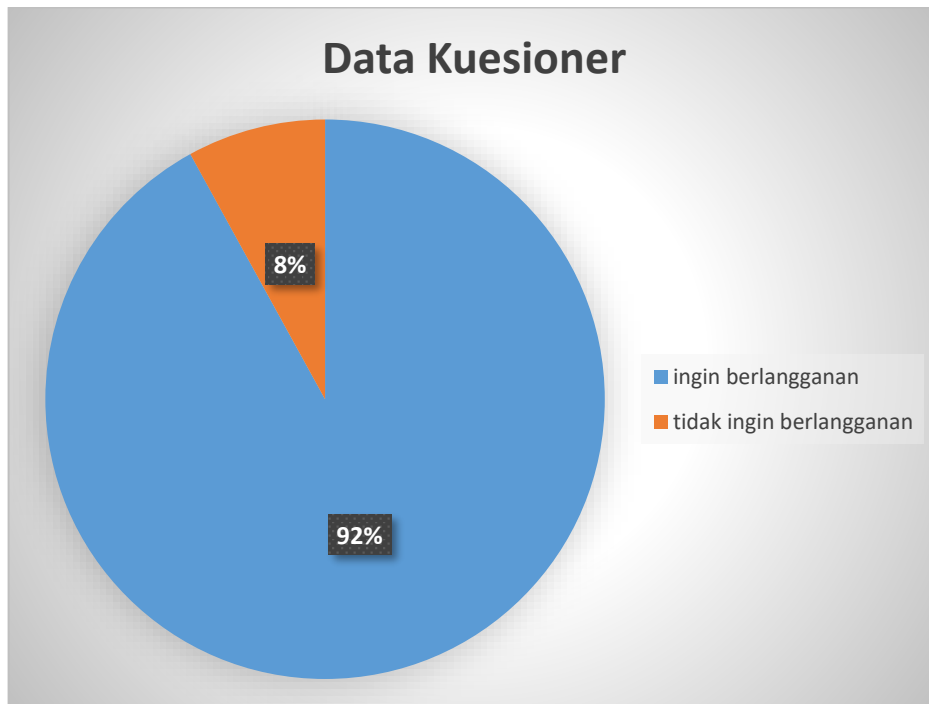
Nama	Asrul Ashari M.
Alamat	Blok D No. 8
1. Pernahkah anda menggunakan layanan internet, telepon, dan IP-TV ?	Iya, sering karena tuntutan pekerjaan
2. Apakah penting layanan internet, telepon, dan IP-TV bagi anda ?	Iya penting
3. Apakah setuju jika dipasang teknologi fiber optik pada perumahan ini ?	Iya sebaiknya dipasang
4. Pernahkah anda mendengar/ mengetahui tentang layanan <i>Triple Play</i> dari <i>Indihome</i> ?	Pernah
5. Apakah anda tertarik menggunakan layanan tersebut?	Tertarik
6. Seberapa sering anda menggunakan layanan seperti <i>browsing</i> , <i>streaming</i> , <i>chatting</i> , dan lainnya?	Sering sekali

LAMPIRAN VII RANGKUMAN DATA KUESIONER CALON PELANGGAN
PERUMAHAN GRAND SULAWESI



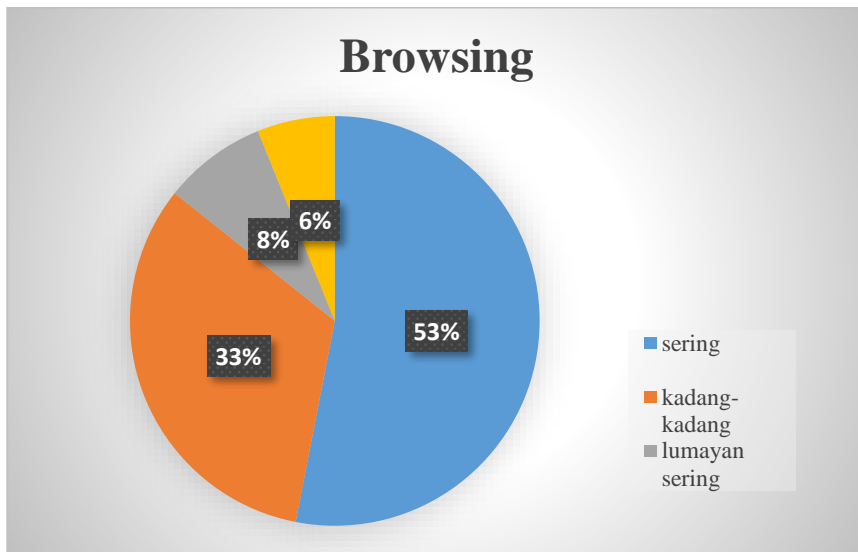
Gambar L.VII. 1 Pembangunan Rumah Grand Sulawesi

Dari total 775 rumah yang rencananya akan dibangun, 26% rumah telah terbangun dan telah dihuni, 38% rumah telah terbangun tapi belum dihuni, serta 36% rumah yang belum dibangun.



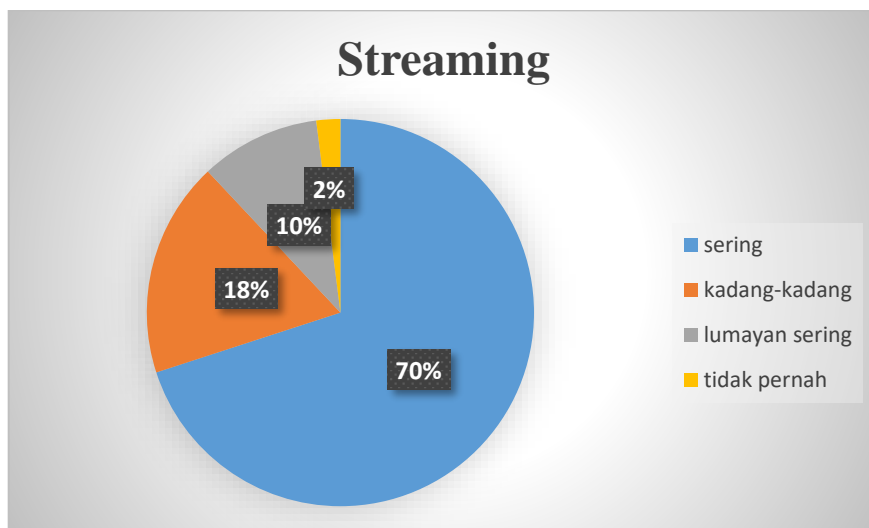
Gambar L.VII. 2 Pemilik Rumah Yang Ingin Berlangganan

Total rumah yang telah terbangun sebanyak 202 rumah, 50 rumah diantaranya dijadikan sebagai sampel penelitian. Dari 50 rumah yang telah disurvei 92% pemilik rumah setuju untuk dipasang jaringan serat optik pada perumahan Grand Sulawesi dan bersedia berlangganan, sedangkan 8% pemilik rumah yang setuju dipasang jaringan serat optik pada perumahan Grand Sulawesi namun tidak ingin berlangganan.



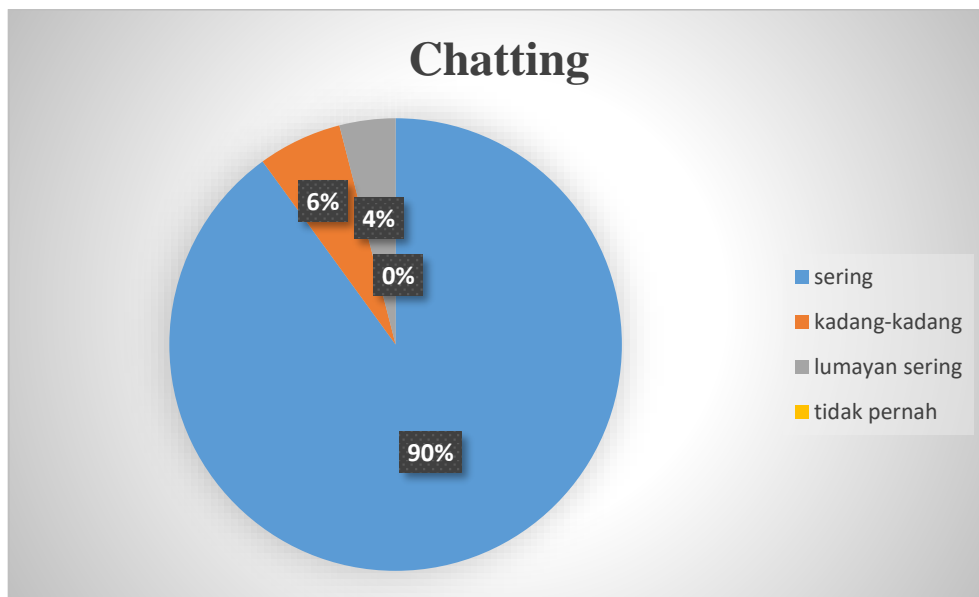
Gambar L.VII. 3 Kebutuhan Layanan Internet Untuk Browsing

Dari 50 sampel calon pelanggan yang telah di survei, 53% sering menggunakan layanan internet untuk *browsing* baik itu tuntutan pekerjaan maupun gaya hidup, 33% kadang-kadang, 8% lumayan sering, dan 6% tidak pernah menggunakan layanan internet untuk *browsing*.



Gambar L.VII. 4 Kebutuhan Layanan Internet Untuk Streaming

Dari 50 sampel calon pelanggan yang telah di survei, 70% sering menggunakan layanan internet untuk *streaming* baik itu tuntutan pekerjaan maupun gaya hidup, 18% kadang-kadang, 10% lumayan sering, dan 2% tidak pernah menggunakan layanan internet untuk *streaming*.



Gambar L.VII. 5 Kebutuhan Layanan Internet Untuk Chatting

Dari 50 sampel calon pelanggan yang telah di survei, 90% sering menggunakan layanan internet untuk *chatting* baik itu tuntutan pekerjaan maupun gaya hidup, 6% kadang-kadang, 4% lumayan sering, dan 0% tidak pernah menggunakan layanan internet untuk *chatting*.