

**PERANCANGAN JARINGAN FTTH DI PERUMAHAN BUMI
FINDARIA MAS 1 MENGGUNAKAN APLIKASI *OPTISYSTEM***



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan diploma tiga (D3) Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

NUR LITA
322 20 060

M. ASWI
322 20 064

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ Perancangan Jaringan FTTH di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 Menggunakan Aplikasi *Optisystem* ” oleh Nur Lita dengan NIM 32220060 dan M. Aswi dengan NIM 32220064 dinyatakan layak untuk diseminarkan.

Makassar, September 2023

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

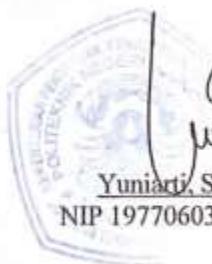


Nurul Khaerani Hamzidah, S.T., M.T.
NIP 19890814 201903 2020

Misnawati, S.T., M.T.
NIP 19770407 200112 2 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D-3 Teknik Telekomunikasi



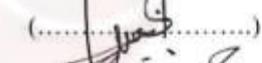
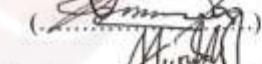
Yuniarti, S.S.T., M.T.
NIP 19770603 200212 2 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 13 September 2023, tim penguji ujian sidang Laporan Tugas Akhir telah menerima hasil ujian sidang Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa Nur Lita dengan NIM 322 20 060 dan M. Aswi dengan NIM 322 20 064 dengan judul “Perancangan Jaringan FTTH di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 Menggunakan Aplikasi *Optisystem*”.

Makassar, 13 September 2023

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir :

- | | | |
|--|---------------|---|
| 1. Muh. Ahyar, S.S.T., M.T. | Ketua | ( |
| 2. Arni Litha, S.T., M.T. | Sekretaris | ( |
| 3. Yuniarti, S.S.T., M.T. . | Anggota | ( |
| 4. Ir. A. Muis, M.T. | Anggota | ( |
| 5. Nurul Khaerani Hamzidah, S.T., M.T. | Pembimbing I | ( |
| 6. Misnawati, S.T., M.T. | Pembimbing II | ( |

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memeberikan segala berkah dan karunia-Nya, memberikan kekuatan dan kesabaran serta mempermudah jalan menuju kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “ **Perancangan Jaringan FTTH di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 Menggunakan Aplikasi Optisystem** “ dengan sebaik-baiknya dan tepat waktu.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ibunda tercinta, ayahanda tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat serta kasih sayang kepada penulis. Kepada saudara tercinta terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan. Semoga kelak penulis dapat menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua dan bermanfaat untuk agama, bangsa dan negara

. Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis mendapat banyak bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang senantiasa memberi petunjuk dan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberi dukungan baik secara moril maupun materil serta doa yang dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala untuk penulis.
3. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ahmad Rizal Sultan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Yuniarti, S.ST., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Telekomunikasi.

6. Ibu Nurul Khaerani, S.T., M.T. dan Ibu Misnawati, S.T., M.T selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Telekomunikasi kelas C angkatan 2020 yang telah mendukung dan memberi semangat kepada kami.
8. Serta terimakasih teman-teman dan semua pihak yang yang telah mendukung, mendoakan dan membantu penelitian ini yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan khususnya untuk penulis sendiri.

Makassar, 08 September 2023

Penulis



DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	2
1.4 Tujuan Kegiatan	2
1.5 Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Fiber Optik	4
2.1.1 Jenis-Jenis Fiber Optik.....	5
2.2 Perancangan <i>Fiber To the X (FTTX)</i>	6

2.3 Jaringan <i>Passive Optical Network</i> (PON).....	6
2.4 Elemen dan <i>Network FTTH</i>	7
2.5 Perangkat <i>Fiber To The Home</i>	8
2.6 Sistem Komunikasi Serat Optik	11
2.7 <i>Google Earth</i>	13
2.8 <i>Optisystem</i>	13
2.9 Analisis Kelayakan.....	14
2.9.1 <i>Power Link Budget</i>	14
2.9.2 <i>Rise Time Budget</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Metode Perancangan	17
3.3.1 Studi Literatur	17
3.3.2 Observasi.....	17
3.3.3 Pengumpulan Data Menggunakan <i>Software Google Earth Pro</i>	17
3.3.4 Perhitungan Parameter Kelayakan FTTH	19
3.3.5 Simulasi Perancangan Pada <i>Software Optisystem</i>	20
3.3.6 Analisis Hasil Perancangan.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Rancangan Peta Jaringan FTTH	28
4.2 Simulasi Perancangan Jaringan FTTH.....	30
4.3.1 Konfigurasi <i>Downlink</i>	30
4.3.2 Konfigurasi <i>Uplink</i>	32
4.3 Perhitungan Parameter Kelayakan Jaringan FTTH.....	33
4.2.1 <i>Power Link Budget</i>	33
4.2.2 <i>Rise Time Budget</i>	35
4.4 Analisis Hasil Perhitungan dan Simulasi	37

BAB V PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.1 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41



DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 2. 1 Standar Ketentuan PT. Telkom	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Parameter Perancangan dari PT. Telkom	20
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran <i>link</i> terjauh	30
Tabel 4. 2 Tabel perbandingan nilai daya	38



DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2. 1 Struktur Dasar Serat Optik	4
Gambar 2. 2 Jenis Fiber Optik <i>Single Mode</i>	5
Gambar 2. 3 Jenis Fiber Optik <i>Multimode</i>	5
Gambar 2. 4 <i>Elemen dan Network FTTH</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Optical Line Terminal (OLT)</i>	9
Gambar 2. 6 <i>Optical Distribution Frame (ODF)</i>	9
Gambar 2. 7 <i>Optical Distribution Cabinet (ODC)</i>	10
Gambar 2. 8 <i>Optical Distribution Point (ODP)</i>	10
Gambar 2. 9 <i>Optical Network Termination (ONT)</i>	11
Gambar 2. 10 Blok diagram prinsip kerja transmisi pada serat optik	12
Gambar 2. 11 <i>Rise Time Budget</i> pada Fiber Optik.....	15
Gambar 3. 1 Mencari lokasi pemasangan FTTH	18
Gambar 3. 2 Mengukur jarak kabel <i>Feeder</i> antara OLT dengan ODC	18
Gambar 3. 3 Teknik pengukuran jarak pada <i>Google Earth Pro</i>	19
Gambar 3. 4 Tampilan pada Aplikasi <i>Optisystem</i>	21
Gambar 3. 5 Mengatur <i>bit rate</i>	21
Gambar 3. 6 Menyusun komponen yang ada pada perangkat <i>Transmitter</i>	22
Gambar 3. 7 Tampilan pada Aplikasi <i>Optisystem</i>	22
Gambar 3. 8 Tampilan pada Aplikasi <i>Optisystem</i>	23
Gambar 3. 9 <i>Transmitter downlink (OLT)</i>	23
Gambar 3. 10 <i>Transmitter uplink (ONT)</i>	23
Gambar 3. 11 Konfigurasi pada ODC (<i>downlink</i>)	24
Gambar 3. 12 Konfigurasi pada ODP (<i>uplink</i>).....	24
Gambar 3. 13 Konfigurasi pada ODP (<i>downlink</i>)	25
Gambar 3. 14 Konfigurasi pada ODC (<i>uplink</i>)	25

Gambar 3. 15 Konfigurasi pada ONT (<i>Downlink</i>).....	26
Gambar 3. 16 Konfigurasi pada OLT (<i>Uplink</i>).....	26
Gambar 3. 17 Pemberian warna pada setiap perangkat	27
Gambar 3. 18 Tombol <i>calculate</i>	27
Gambar 4. 1 Hasil perancangan jaringan FTTH dari OLT ke Perumahan Bumi Findaria Mas 1.....	28
Gambar 4. 2 Hasil perancangan jaringan FTTH di Perumahan Bumi Findaria Mas 1	29
Gambar 4. 3 Hasil perancangan dari ODP ke pelanggan terjauh (OLT)	29
Gambar 4. 4 Simulasi Perancangan Jaringan FTTH menggunakan <i>Optisystem</i>	30
Gambar 4. 5 Daya terima pada konfigurasi <i>downlink</i>	31
Gambar 4. 6 Hasil pengukuran menggunakan <i>BER analyzer</i>	31
Gambar 4. 7 Simulasi perancangan jaringan FTTH menggunakan <i>Optisystem</i>	32
Gambar 4. 8 Total nilai daya pada <i>receiver</i>	32
Gambar 4. 9 Hasil pengukuran menggunakan <i>BER analyzer</i>	33



DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran 1 Surat Keterangan Pengambilan Data	44
Lampiran 2 Observasi lokasi.....	45
Lampiran 3 Foto Pengerjaan	45
Lampiran 4 Pengukuran <i>link</i> terjauh	46



SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Lita

NIM : 32220060

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Perancangan Jaringan FTTH Di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 Menggunakan Aplikasi Optisystem" merupakan gagasan dan hasil karya kami sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan kami tersebut tidak benar, kami siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2023



Nur Lita

322 20 060

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Aswi

NIM : 32220064

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Perancangan Jaringan FTTH Di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 Menggunakan Aplikasi Optisystem" merupakan gagasan dan hasil karya kami sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan kami tersebut tidak benar, kami siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2023



M. Aswi

322 20 064

RANCANGAN JARINGAN FTTH DI PERUMAHAN BUMI FINDARIA MAS 1 MENGGUNAKAN APLIKASI *OPTISYSTEM*

RINGKASAN

Seiring perkembangan zaman kebutuhan masyarakat akan layanan akses yang cepat semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh perkembangan teknologi yang semakin pesat. Maka dibutuhkan media akses yang memiliki *bandwidth* yang cukup besar agar kebutuhan akses cepat dapat terpenuhi. Salah satu teknologi yang menjadi solusi adalah teknologi Fiber To The Home (FTTH) dengan menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON).

Pada penelitian ini dirancang jaringan akses *Fiber To The Home* (FTTH) dengan menggunakan Aplikasi *Optisystem*. Perhitungan dilakukan terhadap parameter-parameter kelayakan dan performasi sistem perancangan FTTH yang diimplementasikan. *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem. Nilai parameter tersebut dihitung secara manual dan dibandingkan dengan hasil menggunakan perangkat lunak *Optisystem*. Selain itu parameter lainnya adalah *Bit Error Rate* (BER) untuk performasi sistem.

Hasil perancangan dihasilkan nilai *Power Link Budget* dengan nilai total redaman yang sama antara *downlink* dan *uplink* didapatkan sebesar 21,50905 dB nilai tersebut dikatakan layak karena batas maksimal redaman yang bisa ditoleransi PT. Telkom adalah 28 dB. Pada perhitungan *Rise Time Budget* pada konfigurasi *downlink* didapatkan waktu sistem sebesar 0,256017719 ns masih dibawah dari degradasi NRZ yang dihitung yaitu 0,28 ns. Sedangkan pada konfigurasi *uplink* sebesar 0,25 ns masih dibawah dari degradasi NRZ yang dihitung yaitu 0,56 ns. Pada konfigurasi *downlink* nilai BER sebesar $6,05776 \times 10^{-205}$ nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi yaitu sebesar 10^{-9} . Adapun pada konfigurasi *uplink* nilai *Q Factor* sebesar 39,79 dimana memenuhi syarat standar yaitu $Q \geq 6$ dan nilai BER adalah 0 nilai tersebut sangat layak.

Kata Kunci : FTTH, GPON, Optisystem, Power Link Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia telekomunikasi saat ini, fiber optik adalah teknologi yang handal karena pentransmisianya yang baik. Dengan menggunakan fiber optik hampir tidak memiliki gangguan ketika melakukan pentransmision data ke pelanggan. Fiber optik sebuah saluran transmisi yang menggunakan serat kaca yang sangat halus lebih kecil dari sehelai rambut untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat menuju tempat yang lainnya. Pada jaringan akses tembaga dianggap belum dapat menampung kapasitas *bandwidth* yang cukup besar dan berkecepatan tinggi sehingga untuk meningkatkan kualitas layanan tersebut, maka digunakanlah pentransmisiannya menggunakan fiber optik.

Salah satu teknologi fiber optik yang memberikan solusi untuk permasalahan *bandwidth* adalah *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*. *GPON* merupakan teknologi *Fiber To The X (FTTx)* yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik. Salah satu jenis FTTx ini adalah FTTH (*Fiber To The Home*). FTTH memungkinkan penggunaan fiber optik secara keseluruhan mulai dari sentral hingga ke pelanggan (Barus, 2017).

Fiber to the Home (FTTH) merupakan sarana komunikasi jaringan fiber optik yang mampu memberikan layanan *triple play* dengan akses langsung sampai ke pengguna rumahan, yang menggunakan teknologi *GPON* sebagai konfigurasi perangkat maupun arsitektur jaringannya (Gita, 2015). Bumi Findaria Mas 1 merupakan sebuah hunian yang sedang dalam tahap pembangunan, yang memerlukan pengimplementasian FTTH sehingga dapat memberikan layanan *triple play* yang menjadi ciri khas teknologi GPON.

Bumi Findaria Mas 1 merupakan perumahan yang berada di Moncongloe Kecamatan Moncongloe Kabupaten Maros, yang memiliki jalur distribusi listrik dan jalur distribusi jaringan fiber optik yang belum sepenuhnya ada pada setiap jalur akses perumahan. Perumahan sendiri membutuhkan layanan seperti internet, telepon, dan siaran TV yang dikenal dengan *triple play* untuk mendukung fasilitas setiap penghuninya. Dengan dasar tersebut, diperlukan perancangan jaringan berupa penentuan jalur dan jumlah perangkat yang akan digunakan dalam suatu jaringan akses tersebut, yang kemudian dianalisa kelayakan sistem berdasarkan perhitungan parameter *link budget*.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan pembangunan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON di Perumahan Bumi Findaria Mas 1, dengan membuat desain perancangan menggunakan aplikasi *Google Earth Pro*. Merancang jaringan dari sentral menuju pelanggan dengan menentukan pemakaian, penempatan, jarak dan spesifikasi perangkat. Kemudian menghitung secara manual parameter-parameter standar kelayakan jaringan akses fiber optik. Selanjutnya membuat simulasi perancangan jaringan menggunakan aplikasi *Optisystem*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada perancangan tugas akhir ini, rumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) di Perumahan Bumi Findaria Mas 1?
2. Bagaimana simulasi jaringan FTTH di Perumahan Bumi Findaria Mas 1, Moncongloe Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan menggunakan aplikasi *Optisystem*?
3. Bagaimana menganalisis parameter-parameter kelayakan sistem yang ada pada jaringan FTTH yang akan dirancang?
4. Bagaimana membandingkan antara hasil perhitungan manual dengan simulasi?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Pada perancangan tugas akhir ini, batasan masala yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Perancangan jaringan FTTH di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 menggunakan aplikasi *Optisystem*.
2. Data spesifikasi serat optik dan komponen penunjang yang digunakan pada perancangan ini disesuaikan dengan standarisasi yang telah ditentukan oleh PT. Telkom.
3. Menganalisa parameter-parameter kelayakan perancangan jaringan FTTH.
4. Perancangan ini hanya membahas konfigurasi jaringan dari OLT hingga ke pelanggan terjauh.

1.4 Tujuan Kegiatan

Tujuan yang ingin dicapai dari perancangan tugas akhir ini adalah:

1. Perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) di Perumahan Bumi Findaria Mas 1.
2. Melakukan simulasi perancangan jaringan FTTH di dalam sebuah *software*.
3. Menganalisa parameter-parameter kelayakan pada jaringan FTTH.
4. Membandingkan hasil antara hasil perhitungan dengan hasil simulasi menggunakan *software*.

1.5 Manfaat Kegiatan

Manfaat yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Memahami konsep dasar perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH).
2. Dapat merencanakan suatu jaringan *Fiber To The Home* di Perumahan Bumi Findaria Mas 1 dan mengetahui apa saja yang digunakan dalam penerapan teknologi GPON sesuai kebutuhan lapangan mulai dari ODC (*Optical distribution Cabinet*) sampai ke ONU (*Optical Network Unit*) serta mengetahui nilai analisis parameter kelayakan yaitu *rise time budget*.

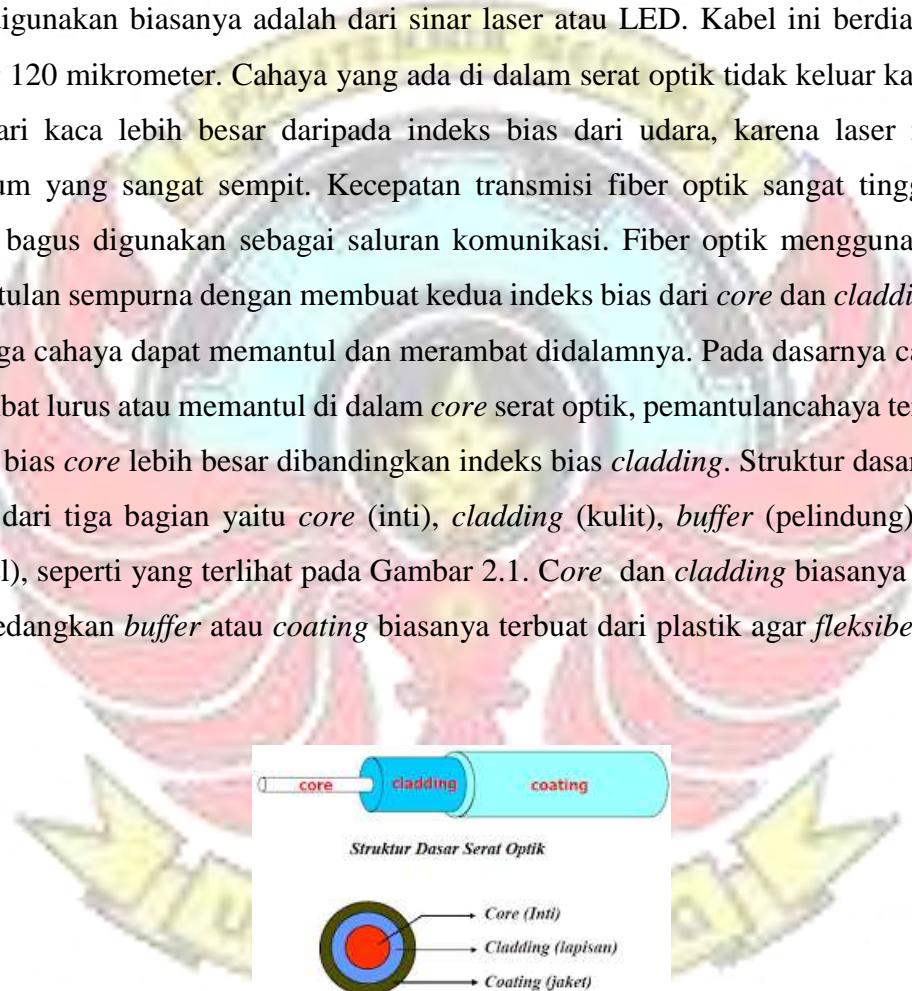


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fiber Optik

Fiber Optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah dari sinar laser atau LED. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi fiber optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Fiber optik menggunakan prinsip pemantulan sempurna dengan membuat kedua indeks bias dari *core* dan *cladding* berbeda, sehingga cahaya dapat memantul dan merambat didalamnya. Pada dasarnya cahaya dapat merambat lurus atau memantul di dalam *core* serat optik, pemantulan cahaya terjadi karena indeks bias *core* lebih besar dibandingkan indeks bias *cladding*. Struktur dasar fiber optik terdiri dari tiga bagian yaitu *core* (inti), *cladding* (kulit), *buffer* (pelindung) dan *jacket* (mantel), seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. *Core* dan *cladding* biasanya terbuat dari kaca sedangkan *buffer* atau *coating* biasanya terbuat dari plastik agar fleksibel (Komalin, 2015).



Gambar 2. 1 Struktur Dasar Serat Optik

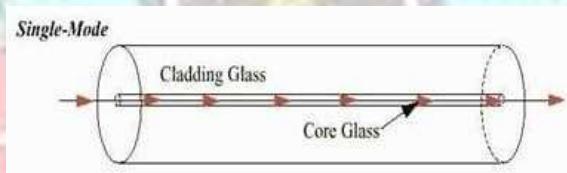
(Sumber: Komalin, 2015)

2.1.1 Jenis-Jenis Fiber Optik

Berikut pengklasifikasian jenis fiber optik berdasarkan prinsip mode transmisi, antara lain (Afrie Dan Yuliarman, 2022):

1. Fiber Optik Mode Tunggal (*Single mode*)

Seperti namanya, jenis kabel serat optik mode tunggal ini hanya dapat memancarkan satu mode cahaya atau hanya dapat membawa satu panjang gelombang cahaya dalam satu waktu dengan panjang gelombang antara 1310 nm dan 1550 nm. Jenis serat tunggal ini juga mampu jauh lebih baik daripada serat *multimode* karena memiliki *bandwidth* lebih banyak sehingga dalam hal tersebut tidak perlu diragukan lagi dan kekurangannya lebih sedikit dibandingkan dengan serat *multimode* derajat. Setelah serat optik *multimode*. Selain itu, ada lebih sedikit kerugian dibandingkan multimode karena cahaya mode tunggal bergerak dalam arah lurus dan dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan konektivitas jarak jauh. Kelemahan dari mode unik ini adalah lebih sulit untuk dipasang.

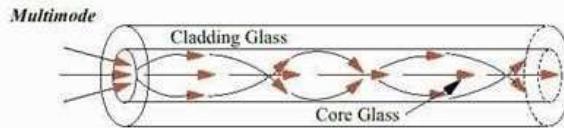


Gambar 2. 2 Jenis Fiber Optik *Single Mode*

(Sumber: Afrie Dan Yuliarman, 2022)

2. Fiber Optik *Multimode*

Jenis serat optik ini memungkinkan beberapa mode cahaya untuk bergerak di sepanjang porosnya, seperti namanya. Fiber *multimode* memiliki diameter inti yang lebih tebal dibandingkan singlemode jika dilihat secara fisik. Serat *multimode* ini juga memiliki panjang gelombang cahaya dalam rentang spektrum 850 hingga 1300nm. Besarnya pantulan yang diperoleh bervariasi tergantung pada sudut refleksi gelombang pada serat *multimode* yang terjadi pada sudut yang berbeda untuk setiap mode.



Gambar 2. 3 Jenis Fiber Optik *Multimode*

(Sumber: Afrie Dan Yuliarman, 2022)

2.2 Perancangan *Fiber To the X* (FTTX)

Fiber To The X (FTTx) adalah rancangan teknologi serat optik dimana letak titik x nya diposisikan dengan menentukan jarak seberapa dekat akhir penggunaan serat optik dengan user. Serat optik yang berfungsi sebagai penghubung dari pusat menuju pengiriman informasi hingga titik x. FTTx digolongkan berdasarkan jarak fiber end point dengan pengguna, berikut jenis-jenis FTTx (Purba, 2021) :

1. FTTB (*Fiber To The Building*)

Susunan jaringan pada kabel fiber optik yang dirancang untuk gedung bertingkat lalu disalurkan ke bagian ruangan dengan kabel. Posisi titik Konversi Optik terletak di dalam gedung dan umumnya diletak di ruang telekomunikasi yaitu *basement* atau pada beberapa lantai lantai.

2. FTTCZ (*Fiber To The Zone*)

Letak Titik Konversi berada ditempat bagian luar bangunan, dasarnya seperti kabinet yang diletakkan di tepi jalan dihubungkan dengan kabel tembaga yang ukurannya sekitar 1 km dari rumah-rumah atau perkantoran.

3. FTTC (*Fiber To The Curb*)

Posisi Titik Konversi Optik yang berada diluar bangunan, dalam kabinet, atau diatas tiang. Terminal pelanggan disatukan dengan titik konversi optik berdasarkan kabel tembaga hingga ukuranya berkisar 300 m.

4. FTTH (*Fiber To The Home*)

Titik Konversi Optik diposisikan dalam rumah pelanggan, arsitektur jariungan kabel fiber optik dihubungkan sampai ke rumah *Customer* atau tempat yang diterminasikan di kotak dinding yang terletak di depan rumah *user* dengan kata lain berbeda letak terminasinya.

2.3 Jaringan *Passive Optical Network* (PON)

Passive Optical Network adalah jaringan fiber optik yang memiliki elemen *point to multipoint* dan penyaluran datanya dibagi oleh pembagi optik (*optical splitter*) menjadi beberapa tujuan layanan telekomunikasi seperti layanan data, suara dan video (Yuwana, 2017).

1. *Broadband Passive Optical Network* (BPON)

BPON menggunakan ATM untuk transportasi dan signaling protocol. ATM ini adalah suatu teknologi multiplexing dan switching yang memanfaatkan panjang paket data untuk membawa bermacam-macam traffic. ATM dapat membawa beberapa macam layanan yang beroprasi sekaligus mencampur jenis traffic dengan kecepatan yang berbeda dengan melalui jaringan metro yang mempunyai perbedaan kebutuhan transmisi seperti data, video dan suara. ITU-T mengeluarkan standarisasi dengan standar G.983.1.

2. *Gigabit Passive Optical Network* (GPON)

GPON adalah teknologi yang di kategorikan sebagai *Broadband Access* berbasis kabel fiber optik. Teknologi ini dapat mengirim berbagaimacam panjang paket data secara efisien pada data *rate gigabit* per detik. GPON merupakan evolusi dari teknologi yang sebelumnya yaitu BPON. Teknologi ini muncul pada tahun 2001 dengan standar G.984.1 oleh ITU-T. Dikembangkan karena permintaan yang sangat besar untuk akses jaringan berkecepatan tinggi. Kecepatan teknologi ini mampu mencapai 2,488 Mbps untuk *downstream* dan 1,244 untuk *upstream* dan memiliki *bandwidth* 2,5 Gbps.

3. *Gigabit Ethernet Passive Optical Network* (GEPON)

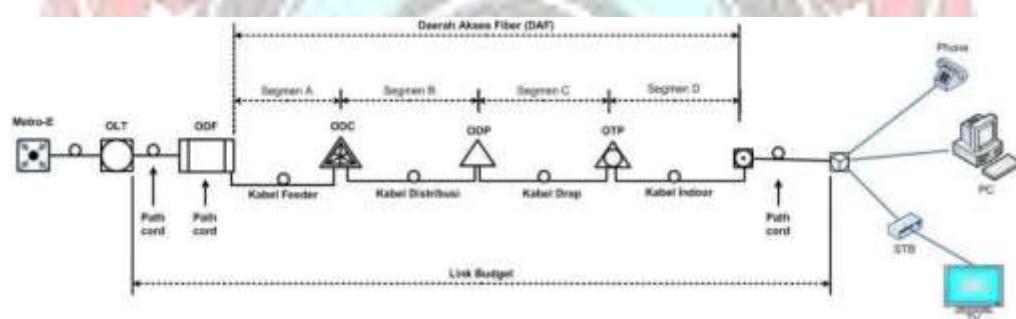
GEPON merupakan jaringan akses optik dengan kecepatan tinggi yang dapat digunakan pada konfigurasi *point to multipoint* setelah di standarisasi menurut IEEE 802.3ah EFM (*Ethernet in the Fisrt Mile*).

2.4 Elemen dan *Network FTTH*

Teknologi FTTH adalah jaringan semua-optik dari penyedia pusat ke pengguna dan biasanya menggunakan splitter 1:8, yaitu sinyal multipleks dibagi menjadi 8 rumah yang berbeda. *Fiber To The Home* (FTTH) adalah jalur transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (*vendor*) ke area pengguna dengan menggunakan serat

optik sebagai media penghantarnya. Biasanya jarak antara *service center* dengan pelanggan bisa mencapai jarak maksimal 20 km, dimana pada area *service provider* yang terletak di kantor utama atau *Central Office* (CO) terdapat perangkat yang disebut OLT. OLT kemudian dihubungkan ke ONU yang terletak di rumah pelanggan melalui jaringan distribusi serat optik yang dikenal sebagai *Optical Distribution Network* (ODN).

Sinyal optik 1490 nm dari sisi hilir dan sinyal optik 1310 nm dari sisi hulu digunakan untuk mengirimkan data digital, suara dan video. Untuk layanan video kabel, pertama kali dikonversi ke format optic 1550 nm oleh pemancah video optik. Sinyal optik 1550 nm dan 1490 nm yang digabungkan oleh *coupler* ditransmisikan secara bersamaan ke pelanggan. Jadi, dalam FTTH, ada transmisi informasi yang berbeda dari tiga panjang gelombang secara bersamaan dan berbagi arah dalam kabel serat optik yang sama (Mahjud et al., 2022).



Gambar 2. 4 Elemen dan Network FTTH

(Sumber: Mahjud et al., 2022)

Telkom Indonesia memaparkan bahwa:

“Secara umum jaringan FTTH/B dibagi atas 4 segmen catuan kabel selain perangkat aktif seperti OLT dan ONU/ONT”, yaitu sebagai berikut ;

1. Segmen A: Catuan kabel Feeder
2. Segmen B: Catuan kabel Distribusi
3. Segmen C: Catuan kabel Penanggal/Drop
4. Segmen D: Catuan kabel Rumah/Gedung

2.5 Perangkat *Fiber To The Home*

Untuk membuat perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) dibutuhkan beberapa perangkat dalam mendukung konsepnya, yaitu (Adam et al., 2022):

➤ *Optical Line Terminal* (OLT)

Terminal saluran optik (OLT) adalah perangkat aktif (fotolistrik) yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik, dan juga merupakan multiplekser. OLT adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir penyedia layanan pusat dari Jaringan Optik Pasif (PON). OLT juga digunakan untuk mengumpulkan dan mengalihkan fungsi antara jaringan kabel dan antarmuka PON serta untuk fungsi manajemen. Namun, OLT memiliki 2 (dua) fungsi utama, yaitu konversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh peralatan pembawa dan sinyal serat optik yang digunakan oleh jaringan PON, serta *multiplexing* dengan perangkat di ujung jaringan.



Gambar 2. 5 *Optical Line Terminal* (OLT)

(Sumber: Adam et al., 2022)

➤ *Optical Distribution Frame* (ODF)

Optical Distribution Frame (ODF) adalah perangkat pasif yang terletak di situs STO yang berfungsi sebagai titik terminasi kabel optik dari jaringan akses ke inti/port optik pada board ODF. ODF juga merupakan perangkat untuk terminasi awal kabel serat optik. Selain itu juga sebagai tempat peralihan dari kabel eksternal ke kabel internal dan sebaliknya.

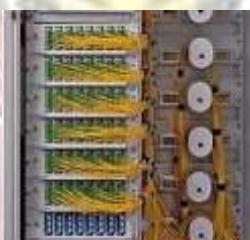


Gambar 2. 6 Optical Distribution Frame (ODF)

(Sumber: Adam et al., 2022)

➤ *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

Optical Distribution Cabinet (ODC) adalah ruangan yang berfungsi sebagai tempat untuk memasang sambungan jaringan optik single mode. Ruangan berbentuk kotak/dome yang terbuat dari bahan khusus. Di dalam ODC terdapat beberapa perangkat seperti konektor, *splices*, dan *splitter*. Konektor digunakan sebagai konektor serat optik, *Splicer* digunakan untuk menghubungkan kabel optik bersama-sama, dan *Splitter* adalah perangkat pasif yang dapat membagi daya optik dari satu input serat menjadi beberapa output serat. ODC adalah perangkat pasif yang dipasang di luar STO.



Gambar 2. 7 Optical Distribution Cabinet (ODC)

(Sumber: Adam et al., 2022)

➤ *Optical Distribution Point (ODP)*

Optical Distribution Point (ODP) adalah tahap lanjutan dari output kabel distribusi ke arah ODC, yang kemudian dihubungkan ke masing-masing ONT menggunakan kabel drop, atau dengan kata lain ODP digunakan untuk menghubungkan jaringan distribusi dengan pelanggan. ODP box adalah komponen infrastruktur yang dirancang untuk jaringan GPON dengan topologi FTTH dan lokasi perangkat ODP juga bisa di dalam atau di luar ruangan. ODP adalah perangkat pasif yang dipasang di luar STO. ODP dapat bertindak sebagai titik akhir untuk kabel distribusi dan titik awal untuk melepaskan atau menjatuhkan kabel, sebagai titik masuk untuk kabel distribusi di

beberapa saluran, sebagai titik koneksi dan sebagai lokasi pemasangan, yaitu set pemisah.



Gambar 2. 8 Optical Distribution Point (ODP)

(Sumber: Adam et al., 2022)

➤ *Optical Network Termination (ONT)*

ONT adalah perangkat yang terletak di rumah pelanggan sebagai antarmuka atau titik koneksi ke CPE (*Customer Point Equipment*). ONT ini disediakan oleh sebuah perusahaan atau organisasi yang menyediakan layanan koneksi internet atau yang biasa kita sebut dengan ISP, salah satunya adalah PT Telkom Indonesia tempat penulis meneliti. Kita bisa membandingkan ONT ini dengan modem yang biasa kita gunakan untuk mengakses internet di rumah. Namun yang membedakan adalah teknologi dari kedua perangkat ini. Untuk modem biasanya kita menggunakan teknologi ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) dengan menggunakan kabel tembaga. Sedangkan ONT menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Networks*) dan terhubung melalui jaringan distribusi serat optik.



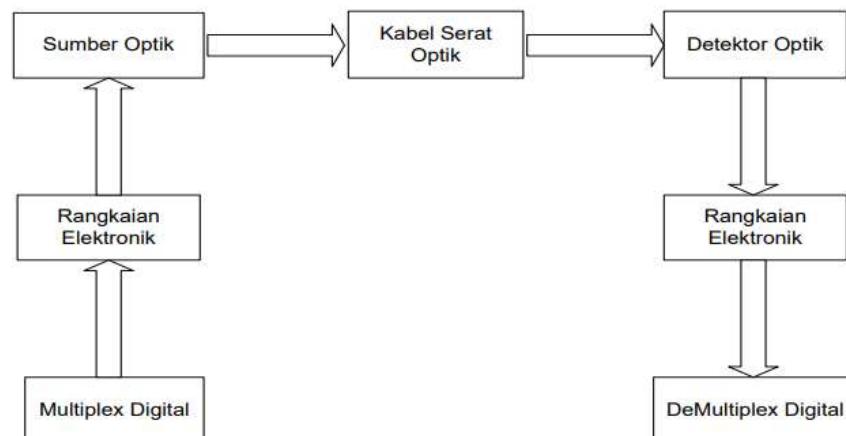
Gambar 2. 9 Optical Network Termination (ONT)

(Sumber: Adam et al., 2022)

2.6 Sistem Komunikasi Serat Optik

Berbeda dengan sistem transmisi yang menggunakan gelombang elektromagnetik, pada sistem transmisi serat optik yang bertugas membawa sinyal informasi adalah gelombang cahaya. Berikut ini adalah proses yang terjadi pada sistem transmisi serat optik dengan sinyal yang ditransmisikan berupa sinyal suara. Pertama-tama mikrofon mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini kemudian dibawa oleh gelombang cahaya melalui serat optik dari pengirim (*transmitter*) menuju alat penerima (*receiver*) yang terletak pada ujung lain dari serat. Sinyal listrik termodulasi diubah menjadi gelombang cahaya pada *transmitter* dan kemudian diubah kembali menjadi sinyal listrik pada *receiver*. Pada *receiver* sinyal listrik diubah menjadi gelombang suara. Tugas untuk mengubah sinyal listrik ke gelombang cahaya atau sebaliknya dapat dilakukan dengan menggunakan komponen elektronik yang dikenal dengan nama *Optoelectronic* pada setiap ujung serat optik (Luchinda, 2015).

Prinsip kerja transmisi pada serat optik dapat dilihat pada blok diagram pada gambar 2.8 :



Gambar 2. 10 Blok diagram prinsip kerja transmisi pada serat optik

(Sumber: Luchinda, 2015)

Berikut ini penjelasan dari blok diagram di atas :

- pada arah kirim, input sinyal yang berasal dari perangkat *multiplex digital* akan diteruskan ke rangkaian elektronik untuk menjalani perbaikan karakteristik dan mengubah kode sinyal yang masuk tersebut menjadi *binary*;

- selanjutnya sinyal *binary* tersebut diteruskan ke rangkaian sumber optik, dimana dalam rangkaian ini sinyal *binary* dengan daya listrik akan diubah menjadi sinyal dengan daya optik;
- dari sumber optik, kemudian sinyal akan diteruskan ke detektor optik melalui kabel serat optik;
- pada arah terima, sinyal dengan daya optik yang diterima dari sumber optik melalui kabel serat optik akan diubah menjadi sinyal dengan daya listrik;
- selanjutnya sinyal dengan daya listrik tersebut diteruskan ke rangkaian elektronik untuk didekoden kembali ke sinyal;
- dari rangkaian elektronik, sinyal tersebut diteruskan ke *demultiplex* digital.

Dalam perjalanan dari *transmiter* menuju ke *receiver* akan terjadi redaman/rugi cahaya di sepanjang kabel serat optik dan konektor-konektornya. Oleh sebab itu, bila jarak antara *transmiter* dan *receiver* ini terlalu jauh akan diperlukan sebuah atau beberapa perangkat pengulang (*regenerative repeater*) yang bertugas untuk memperkuat gelombang cahaya yang telah mengalami redaman.

2.7 *Google Earth*

Berikut pengertian *google earth* berdasarkan dari situs resmi nya adalah sebagai berikut:

1. *Google Earth* merupakan aplikasi pemetaan interaktif untuk melihat dunia.
2. Sistem kerja *Google Earth* dengan memantau gambar dari satelit yang memperlihatkan kondisi sketsa dari bangunan, jalan, keadaan geografis, dan data spesifik dari lokasi atau tempat tertentu. *Google Earth* adalah suatu program globe virtual yang awalnya dikenal dengan nama *Earth Viewer* dan dirancang oleh Keyhole, Inc. Fungsi Program yaitu mengelompokan bumi berdasarkan superimposisi gambar yang bersumber dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D (Purba, 2021).

2.8 *Optisystem*

Optisystem merupakan sebuah *software* simulator yang digunakan untuk mendesain jaringan fiber optik sebelum di implementasikan secara real di lapangan. Pada *Optisystem* dilengkapi dengan *Graphical User Interface* (GUI) menyeluruh yang terdiri dari *Project Layout*, Komponen Netlis, Model Komponen dan Tampilan Grafik.

Optisystem merupakan perangkat lunak untuk PC yang digunakan untuk melakukan simulasi suatu jaringan fiber optik dari sentral (OLT) sampai *end-user* (ONT). *Optisystem* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi suatu jaringan fiber optik dari sentral sampai *end-user*, selain itu *optisystem* juga dapat melakukan pengukuran jaringan seperti *Power Link Budget*, *Rise Time Budget* dan *Bit Error Rate* (Agus Pratama et al., 2020).

Pada software ini terdapat sebuah library yang didalamnya terdapat banyak jenis perangkat yang bisa kita gunakan misalnya alat ukur Optical Power Meter (OPM) untuk melihat loss di setiap poin, Optical Time Domain Reflector (OTDR) untuk mengidentifikasi fault location atau mendiagnosa dari keseluruhan serat optik apabila ada sambungan atau konektor pada saat instalasi yang kurang baik, dan masih banyak lagi perangkat yang lan. Optisystem menyediakan berbagai layanan pada sistem komunikasi serat optik mulai dari CATV, WDM, GPON, SONET/SDH hingga free space optic (Nat et al., n.d.).

2.9 Analisis Kelayakan

2.9.1 *Power Link Budget*

Perhitungan *link power budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Dermawan, Santoso dan Prakoso mengatakan bahwa: “Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. Telkom, yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau $Pr > -28 \text{ dBm}$ ”[7]. Bentuk persamaan dari redaman total adalah (Mahjud et al., 2022):

$$a_{tot} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \dots \dots \dots \quad (2.1)$$

Keterangan:

a_{tot}	= Redaman total (dB)
a_{serat}	= Redaman kabel (dB/km)
L	= Panjang kabel (km)
N_c	= Jumlah konektor (buah)
a_c	= Redaman konektor (dB)
N_s	= Jumlah sambungan (buah)
a_s	= Redaman sambungan (dB)

a_{sp} = Redaman splitter (dB)

Pada ONT, terdapat sensitivitas perangkat yang menentukan jaringan diterima dengan baik atau tidak. Adapun perhitungan sensitivitas yang dirancang yaitu:

Keterangan:

P_r = Daya yang sampai pada *Receiver* (dBm)

P_t = Daya keluaran sumber optik (dBm)

Terdapat parameter juga yang bernama margin daya yang merupakan daya yang masih tersisa dari *power transmit* setelah dikurangi *loss* selama proses transmisi dan dikurangi dengan *safety margin* dan pengurangan sensitivitas *receiver*.

Keterangan:

M = Margin daya (dB)

M_s = Safety margin (dB), sekitaran 5-7 dB

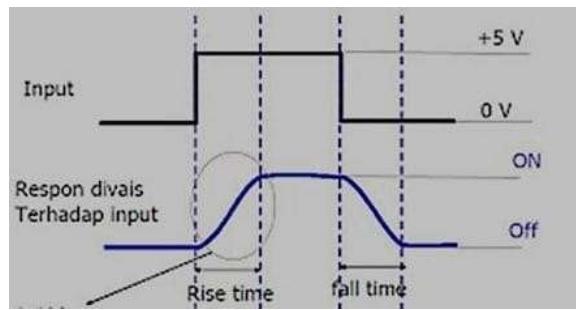
Adapun ketentuan-ketentuan standar yang ditetapkan oleh PT. Telkom dalam jaringan FTTH sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Standar Ketentuan PT. Telkom

Parameter	Nilai
Batas Redaman Jaringan	13 – 28 dB
Redaman Serat Optik (G.652D)	0.35 dB/km
Redaman Konektor	0.25 dB
Redaman Sambungan	0.1 dB
PS 1:4 (ODC)	7.25 dB
PS 1:8 (ODP)	10.38 dB

2.9.2 *Rise Time Budget*

Rise Time Budget merupakan metode untuk menentukan batasan disperse suatu link serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Reza dan Yuwono memaparkan bahwa: " $t_{sis} \leq 0,7/BR$ untuk format pengkodean NRZ".



Gambar 2. 11 *Rise Time Budget* pada Fiber Optik

(Sumber: Mahjud et al., 2022)

Perhitungan *Rise Time Budget* menggunakan persamaan berikut:

$$t_{\text{sis}} = \sqrt{(t_{tx^2} + t_{rx^2} + t_{tf^2})} \quad \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

Keterangan:

t_{sis} = total *Rise time budget* (ns),

$t_{tx} = \text{rise time transmitter (ns)}$,

t_{rx} = rise time receiver (ns)

t_f = rise time fiber (ns)

Untuk menghitung maksimal rise time yang diperbolehkan, dengan menggunakan NRZ-coding maka menggunakan persamaan berikut:

Keterangan:

B_r = bit rate (Gbps)

T_r = maksimum rise time (ns)

Sedangkan untuk menghitung rise time fiber dengan menggunakan persamaan berikut:

$$t_f = \sigma \lambda * L * D \quad \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

Keterangan:

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

L = panjang fiber optik (km)

D = Dispersi material (ps/nm.km)

0. Nilai tersebut sangat layak.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan parameter kelayakan serta dengan simulasi, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak dari OLT sampai ONT adalah 5,083 km sebagai link terjauh.
2. Pada simulasi nilai daya yang ada pada *receiver* untuk konfigurasi downlink yaitu -16,527 dBm dan -16,582 dBm untuk konfigurasi uplink. Pada konfigurasi downlink nilai Q Factor pada simulasi sebesar 30,53 dimana memenuhi syarat standar yaitu $Q \geq 6$. Dapat dilihat pada hasil simulasi pada Gambar 4.6 bahwa nilai BER sebesar $6,05776 \times 10^{-205}$. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi yaitu sebesar 10^{-9} . Adapun pada konfigurasi uplink nilai Q Factor sebesar 39,79 dimana memenuhi syarat standar yaitu $Q \geq 6$ dan nilai BER adalah 0 nilai tersebut sangat layak.
3. Pada perhitungan *Power Link Budget* nilai total redaman yang sama antara downlink dan uplink didapatkan sebesar 21,50905 dB maka nilai tersebut dikatakan layakkarena batas maksimal redaman yang bisa ditoleransi PT. Telkom adalah 28 dB. Nilai daya yang sama antara konfigurasi downlink dan uplink yaitu sebesar -16,50905 dBm batas daya yang ditetapkan oleh PT. Telkom yaitu -27 dBm jadi signal yang ditransmisikan oleh OLT masih dapat sepenuhnya diterima oleh ONT di sisi pelanggan. Nilai margin daya yang sama pada konfigurasi downlink dan uplink sebesar 5,49095 dB dapat dikatakan layak karena minimum daya yang tersisa berdasarkan PT. Telkom sebesar 0 dB.
4. *Persentase Error* downlink antara perhitungan dengan simulasi sebesar 0,11% dan 0,44% untuk uplink.

5.1 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur langsung ke lapangan agar mendapatkan hasil yang akurat daripada di *Google Earth*.
2. Diharapkan makalah ini berguna sebagai referensi-referensi untuk penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M. A., Jurusan, M., Elektro, T., Teknik, F., Karawang, U. S., Jurusan, D., Elektro, T., Teknik, F., Karawang, U. S., & Karawang, K. (2022). 524866-*Perancangan-Jaringan-Fiber-To-the-Home-F-7Ea381Fe*. 11(2), 156–161.
- Afrie Dan Yuliarman. (2022). *Jurnal Olt1*. 11(2), 156–161.
- Agus Pratama, A., Pontia, T., Program,), Elektro, S. T., & Elektro, J. T. (2020). Perancangan Jaringan Ftth Dengan Teknologi Gpon Menggunakan Algoritma Genetika Dan Optisystem. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjupura*, 2, 1–11.
- Barus, A. (2017). *Perancangan Jaringan Fiber To The Hime (FTTH) Menggunakan Gigabite Passive Optical Network (GPON) di Perumahan Cluster Courtyard Karawang*. 3(1), 161–171.
- Gita, I. (2015). *Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Private Village , Cikoneeng Design of Fiber to The Home Access Network Using Gigabit Passive Optical Network Technology at Private Village ,* . 2(3), 7116–7124.
- Lestari, Vidya Arum, Tri Nopiani Damayanti, B. U. (2018). *DESAIN JARINGAN FIBER OPTIK UNTUK SOLUSI CLUSTER BUMI ADIPURA OPTICAL FIBER NETWORK DESIGN FOR CLUSTER SOLUTIONS BUMI ADIPURA Berikut adalah perangkat-perangkat yang digunakan untuk jaringan fiber optic pada Fiber to The Home . Optical Line Terminal (OLT*. 4(3), 2421–2429.
- Luchinda. (2015). Bab II Sistem Komuniaksi Serat Optik. *Skso*, 4–15.
[http://repository.unsada.ac.id/1000/3/BAB II.pdf](http://repository.unsada.ac.id/1000/3/BAB%20II.pdf)
- Mahjud, I., Nirwana, H., Andhika, A., Mimsyad, M., Litha, A., Yuniarti, Y., & Halide, L. (2022). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 19(2), 123.
<https://doi.org/10.31963/elekterika.v6i2.3803>
- Optisystem, D., & Link, P. (2015). *Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To the Home (Ftth)*. December.
- Purba, R. (2021). Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Dengan teknologi GPON di wilayah tanjung uma kota batam. *Jurnal Comasie*, 4(1), 104–110.
- Putra, E., Lumajang, H., & Praktik, K. (2017). *Analisis dan konfigurasi topologi jaringan pt. energi putra hari lumajang*.

PT Telkom Akses, "Overview FTTH"

PT Telkom Akses, "Spesifikasi FTTH", 2015

Ridho, S., Nur Aulia Yusuf, A., Andra, S., Nikken Sulastrie Sirin, D., & Apriono,

C. (2020). Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahandi Daerah Urban (Fiber to the Home (FTTH) Network Design at Housing in Urban Areas). *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(1), 94–103.
<https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i1.138>

Yuwana, O. N. T. (2017). *Perancangan Jaringan Fiber To the Home (FTTH) dengan Teknologi GPON di Kecamatan Cibeber Kota Cilegon*. 5–6.

