

**ANALISIS REDAMAN PADA JARINGAN *FIBER TO THE HOME* (FTTH)
BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PT.
TELKOM REGIONAL VII**



SRI ULFA LADE

D041201113



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

**ANALISIS REDAMAN PADA JARINGAN *FIBER TO THE HOME* (FTTH)
BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PT.
TELKOM REGIONAL VII**



SRI ULFA LADE

D041201113



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

**ANALISIS REDAMAN PADA JARINGAN *FIBER TO THE HOME*
(FTTH) BERTEKNOLOGI *GIGABIT PASSIVE OPTICAL*
NETWORK (GPON) DI PT. TELKOM REGIONAL VII**

SRI ULFA LADE
D041201113

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

program studi teknik telekomunikasi dan sistem informasi

pada

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

SKRIPSI**ANALISIS REDAMAN PADA JARINGAN *FIBER TO THE HOME*
(FTTH) BERTEKNOLOGI *GIGABIT PASSIVE OPTICAL*
NETWORK (GPON) DI PT. TELKOM REGIONAL VII****SRI ULFA LADE**
D041201113

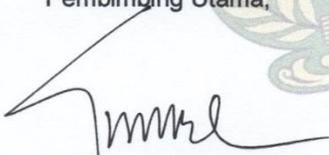
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknik pada tanggal
13 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

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

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Ir. Samuel Panggalo, M.T.
NIP. 196203041988111001
Azran Budi Arief, S.T., M.T.
NIP. 198902012019031007

Ketua Program Studi,


Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.
NIP. 196910261994122001


**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul Analisis Redaman Pada Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Berteknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) Di PT. Telkom Regional VII adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T sebagai Pembimbing Utama, dan Bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

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

Gowa, 19 Agustus 2024



SRI ULFA LADE
D041201113

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan diskripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T sebagai pembimbing 1, dan Bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T sebagai pembimbing 2. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Bapak Iman Putra selaku pembimbing lapangan yang rela meluangkan waktunya untuk mendampingi, membimbing serta memberikan arahan selama penelitian di lapangan.

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

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada Raihanah, Naura, dan Aliyya yang selalu ada dalam suka duka penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini. Dan saya ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis,

Sri Ulfa Lade

ABSTRAK

SRI ULFA LADE. **Analisis Redaman Pada Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di PT. Telkom Regional VII** (dibimbing oleh . Ir. Samuel Panggalo, M.T. dan Azran Budi Arief, S.T., M.T.)

Pada pembangunan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH), sering kali ditemukan redaman terukur yang tidak sesuai dengan perhitungan *link budget*, yang dapat menyebabkan penurunan level daya dan hilangnya informasi yang ditransmisikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian redaman hasil ukur dengan *link budget* dan mengidentifikasi penyebab ketidaksesuaian tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisis redaman yang diukur kemudian membandingkannya dengan hasil perhitungan *link budget*. Jika terdapat ketidaksesuaian antara hasil ukur dengan *link budget*, maka perlu dilakukan perbaikan agar hasil ukur sesuai dengan *link budget*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat satu lokasi di mana redaman hasil ukur tidak sesuai dengan perhitungan *link budget*. Dari hasil pengukuran, didapatkan nilai redaman sebesar -24,78 dB, sementara link budget sebesar 21 dB. Idealnya, hasil ukur harus lebih kecil dibandingkan dengan *link budget*. Penyebab tingginya redaman diakibatkan oleh penyambungan (*splicing*) yang tidak sesuai dengan ketentuan, yaitu maksimal 0,1 dB, dan terdapat bending di beberapa titik. Setelah dilakukan perbaikan, redaman terendah sebesar 18,63 dB di port 1 dan tertinggi sebesar 19,13 dB di port 6.

Kata Kunci: FTTH, Redaman, Link Budget

ABSTRACT

SRI ULFA LADE. **Analysis of Attenuation on Fiber To The Home (FTTH) Network with Gigabit Passive Optical Network (GPON) Technology at PT Telkom Regional VII** (supervised by Ir. Samuel Panggalo, M.T. and Azran Budi Arief, S.T., M.T.)

In the construction of Fiber To The Home (FTTH) networks, measured attenuation often does not match the link budget calculation, which can cause a decrease in power level and loss of transmitted information. This study aims to identify the conformity of the measured attenuation with the link budget and identify the causes of the discrepancy. The method used in this research is to analyze the measured attenuation and then compare it with the link budget calculation results. If there is a discrepancy between the measured results and the link budget, it is necessary to make improvements so that the measured results are in accordance with the link budget. The results show that there is one location where the measured attenuation does not match the link budget calculation. From the measurement results, an attenuation value of -24.78 dB was obtained, while the link budget was 21 dB. Ideally, the measurement results should be smaller than the link budget. The cause of the high attenuation is caused by splicing that is not in accordance with the provisions, which is a maximum of 0.1 dB, and there is bending at several points. After the repair, the lowest attenuation is 18.63 dB at port 1 and the highest is 19.13 dB at port 6.

Keywords: FTTH, Attenuation, Link Budget

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Teori.....	3
1.6.1 <i>Fiber To The Home</i> (FTTH).....	4
1.6.2 <i>Material Fiber To The Home</i> (FTTH).....	4
1.6.3 <i>Gigabit Passive Optical Network</i> (GPON).....	9
1.6.3.1. <i>Passive Optical Network</i> (PON).....	9
1.6.3.2. <i>Gigabit Passive Optical Network</i> (GPON).....	9
1.6.4 Redaman <i>Fiber Optik</i>	10
1.6.5 Rugi-Rugi <i>Fiber Optik</i>	10
1.6.6 <i>Link Budget</i>	12
1.6.7 ALAT UKUR.....	12
BAB II METODE PENELITIAN	14
2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	14
2.2 Variabel Penelitian	14
2.3 Bahan dan Alat	14

2.4	Teknik Pengumpulan Data.....	14
2.5	Teknik Analisis	15
2.6	Alur Penelitian.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		16
4.1	ODP-TKA-FT	16
4.2	ODP-TKA-FT/021	18
4.3	ODP-TKA-FT/022	21
4.4	ODP-TKA-FT/024	22
4.5	ODP-TKA-FT/027	22
4.6	ODP-TKA-FT/028	23
4.7	ODP-TKA-FT/029	24
4.8	ODP-TKA-FT/031	24
4.9	ODP-TKA-FT/032	25
4.10	ODP-TKA-FT/033	26
BAB V KESIMPULAN.....		27
5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....		28
LAMPIRAN		30

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data pengukuran loss pada manipulasi diameter dengan 1 lilitan	11
Tabel 2 Standar redaman PT. Telkom Indonesia	12
Tabel 3 Redaman ODP-TKA-FT/021	18
Tabel 4 Redaman ODP-TKA-FT/021 setelah perbaikan.....	20
Tabel 5 Redaman ODP-TKA-FT/022.....	21
Tabel 6 Redaman ODP-TKA-FT/024.....	22
Tabel 7 Redaman ODP-TKA-FT/027	23
Tabel 8 Redaman ODP-TKA-FT/028.....	23
Tabel 9 Redaman ODP-TKA-FT/029.....	24
Tabel 10 Redaman ODP-TKA-FT/031.....	25
Tabel 11 Redaman ODP-TKA-FT/032.....	25
Tabel 12 Redaman ODP-TKA-FT/033.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Konfigurasi jaringan Fiber To The Home (FTTH).....	4
Gambar 2 <i>Optical Line Termination</i> (OLT)(Syahputra dkk., 2021).....	5
Gambar 3 <i>Optical Distribution Frame</i> (ODF) (Muliandhi dkk., 2020).....	6
Gambar 4 <i>Optical Distribution Cabinet</i> (ODC)(Syahputra dkk., 2021).....	6
Gambar 5 ODP <i>wall</i> //ODP <i>pole</i> (Fariq Naufal & Saragih, 2023).....	7
Gambar 6 ODP <i>pedestal</i> (Fariq Naufal & Saragih, 2023).....	7
Gambar 7 ODP <i>closure</i> (Fariq Naufal & Saragih, 2023).....	8
Gambar 8 <i>Roset</i> (Muliandhi dkk., 2020).....	8
Gambar 9 <i>Optical Network Termination</i> (ONT)(Safrianti dkk., 2016).....	8
Gambar 10 Passive splitter (id.aliexpress.com)	9
Gambar 11 Tampilan display OTDR (P.T Telkom Indonesia, 2013)	13
Gambar 12 <i>Optical Power Meter</i> (OPM) (Juwari dkk., 2022)	13
Gambar 13 Lokasi pengukuran	14
Gambar 14 Alur penelitian	15
Gambar 15 Titik peletakan ODP	16
Gambar 16 Skematik ODP-TKA-FT	17
Gambar 17 Hasil OTDR	19
Gambar 18 Hasil pengukuran OTDR pada semua ODP	19
Gambar 19 Hasil pengukuran OTDR setelah perbaikan	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	30
Lampiran 2	28

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
FTTH	<i>Fiber To The Home</i>
FTTB	<i>Fiber To The Building</i>
FTTT	<i>Fiber To The Tower</i>
PON	<i>Passive Optical Network</i>
GPON	<i>Gigabit Passive Optical Network</i>
STO	Sentral Telepon Otomat
OLT	<i>Optical Line Termination</i>
ODF	<i>Optical Distribution Frame</i>
ODC	<i>Optical Distribution Cabinet</i>
ODP	<i>Optical Distribution Point</i>
OTP	<i>Optical Termination Premises</i>
ONT	<i>Optical Network Termination</i>
ONU	<i>Optical Network Unit</i>
PS	<i>Passive Splitter</i>
JARLOKAF	Jaringan Lokal Akses Fiber
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
TKO	Titik Konversi Optik
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>
TDMA	<i>Time Division Multiplexing Access</i>
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i>
FO	<i>Fiber Optik</i>
α	Redaman

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Media transmisi pada saat ini berkembang sangat pesat, baik dari media transmisi jenis *Guided Transmission* (Media transmisi terpandu merupakan jaringan yang menggunakan sistem kabel) maupun media transmisi jenis *Unguided Transmission* (media transmisi tidak terpandu merupakan jaringan yang menggunakan sistem gelombang). Salah satu jenis media transmisi yang digunakan sebagai media transfer data yaitu serat optik (Z & Fausiah, 2019).

Serat optik adalah salah satu media transmisi yang mampu melewatkan data kapasitas besar dengan kecepatan tinggi dan memiliki *bandwidth* yang lebar (1 Mbps – 100 Gbps). Teknologi penggunaan kabel serat optik sebagai media transmisi dalam sistem telekomunikasi kemudian disebut JARLOKAF (Jaringan Lokal Akses Fiber) (Brilian Dermawan dkk., 2016). JARLOKAF menawarkan kecepatan transfer data lebih cepat hingga 2,4 Gbps dan dapat menjangkau jarak yang jauh yakni 200 km (Z & Fausiah, 2019). Salah satu perkembangan JARLOKAF yaitu FTTH (Fiber To The Home) yang infrastrukturnya dibangun dari *sentral* sampai ke *end user*.

Teknologi yang sering digunakan pada jaringan FTTH adalah *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Mekanisme akses yang digunakan adalah *point to multi point*. Karakteristik utamanya adalah penggunaan *splitter passive* dalam jaringan distribusi serat optik, memungkinkan satu serat tunggal dari sentral untuk melayani beberapa *user* (Gunawan Wibisona dkk., 2020). Standar GPON yang diterapkan di Indonesia adalah ITU-T G.984.2 class B+ dengan kecepatan downstream 2,488 Gbit/s dan upstream 1.244 Gbit/s.

Performansi sistem *fiber* optik dipengaruhi oleh besarnya redaman pada *link* yang dilewatkan (Gunawan Wibisona dkk., 2020). Redaman fiber optik merupakan turunnya level daya sinyal yang menyebabkan hilangnya informasi yang disampaikan. Pada dasarnya redaman di dalam serat optik disebabkan oleh redaman kabel tiap kilometer, redaman konektor, redaman sambungannya dan redaman *splitter*.

Menurut Z dan Fausiah (2019) pada hasil penelitiannya didapatkan redaman 35,43 dB pada site Taman Sudiang, nilai redaman ini melewati total redaman maksimum yang telah ditetapkan oleh ITU-T G.984.2 class B+ yaitu 28 dB. Faktor yang mempengaruhi besarnya redaman pada site tersebut yaitu jarak yang terlalu jauh yaitu 40 km, banyaknya sambungan yang terdapat pada jalur kabel fiber optik, dan terjadinya lekukan kabel diatas 45. Cara yang dapat digunakan untuk mengurangi besarnya redaman total adalah dengan mengganti kabel dengan redaman 0.22 dB/Km. Sehingga redaman total yang pada site Taman Sudiang menjadi 28 dB. (Z & Fausiah, 2019)

Selain itu, *bending* (lekukan) juga mempengaruhi nilai redaman. Menurut Ryan Yusrizal dkk (2023) pada hasil penelitiannya didapatkan bahwa diameter kelengkungan berpengaruh dengan nilai redaman (*loss*). Jika semakin besar diameter lengkungan semakin kecil nilai redaman yang terjadi dan semakin kecil

diameter lengkungan semakin besar nilai redaman yang terjadi. *Bending loss* terjadi pada diameter lengkungan < 35 mm dan tidak terjadi *loss* pada diameter lengkungan ≥ 35 mm, dimana saat diameter lengkungan sebesar 30 mm nilai *loss* 0,14 dB dan semakin kecil jika diameter lengkungan bertambah. (Ryan Yusrizal dkk., 2023)

PT Telkom Regional VII adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang jasa layanan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan jaringan telekomunikasi di Indonesia untuk Kawasan Timur Indonesia (KTI). PT Telkom Regional VII menggunakan teknologi GPON untuk jaringan *Fiber To The Home* (FTTH). Standar teknologi GPON yang digunakan di PT. Telkom Regional VII adalah ITU-T G.984.2 class B+, dimana *link budget* dari OLT ke ONT minimum 13 dB dan maksimum 28 dB. Pada proses pembangunan jaringan FTTH GPON di PT. Telkom Regional VII, biasanya terdapat redaman hasil ukur yang tidak sesuai dengan perhitungan *link budget* yang dapat menyebabkan turunnya level daya, dan hilangnya informasi yang ditransmisikan

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diutarakan diatas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul ANALISIS REDAMAN PADA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PT. TELKOM REGIONAL VII. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki penyebab dan solusi mengatasi nilai redaman yang tinggi pada jaringan FTTH berteknologi GPON di PT. Telkom Regional VII. Judul penelitian ini sudah dilakukan oleh Andi Nurul Ulfawaty Z dan Fausiah dengan judul Analisis Redaman Pada Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Berteknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) Di PT. Telkom Regional VII. Adapun metode yang digunakan yakni perhitungan jarak kabel fiber yang digunakan pada site yang diteliti menggunakan alat *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dan perhitungan redaman total dengan menggunakan rumus *link budget*. Namun pada penelitian kali ini penulis menggunakan teknik pengambilan data yang berbeda yaitu dilakukan 2 kali pengukuran, yang pertama pengukuran sebelum perbaikan sedangkan yang kedua pengukuran setelah perbaikan menggunakan *Optical Power Meter* (OPM) dan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) kemudian hasil pengukuran ini dibandingkan dengan hasil perhitunga *link budget*. Hal yang membedakan penelitian penulis dengan penelitian Andi Nurul Ulfawaty Z dan Fausiah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengetahui kesesuaian redaman pada segmen B jaringan FTTH berdasarkan perhitungan *link budget*?
2. Bagaimana mengatasi nilai redaman yang tidak sesuai dengan perhitungan *link budget*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini:

1. Untuk mengetahui bahwa redaman pada segmen B jaringan FTTH sesuai dengan *link budget*
2. Untuk mengetahui penyebab tingginya redaman pada segmen B jaringan FTTH

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan menjadi indikator kemampuan serta mencerminkan pemahaman disiplin ilmu yang diperoleh selama masa kuliah
2. Penelitian ini dapat dijadikan rujukan ilmiah terkait redaman jaringan FTTH

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Perhitungan redaman pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) segmen B yakni dari ODC ke ODP
2. Fokus penelitian terhadap redaman yang terdeteksi melalui *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR)
3. Pengambilan data hanya di laksanakan di PT Telkom Regional VII

1.6 Teori

Fiber optik terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Berikut ini adalah secara umum bagian kabel fiber optik:

- a. *Inti (core)*
Core berfungsi untuk menyalurkan cahaya satu ujung ke ujung lainnya. *Core* terbuat dari bahan kaca yang memiliki diameter 2-50 μm . Ketebalan dari *core* merupakan hal yang penting, karena menentukan karakteristik dari kabel.
- b. *Cladding*
Cladding berfungsi sebagai cermin yaitu memantulkan cahaya agar tetap berada di inti (*core*) sehingga cahaya dapat merambat ke ujung lainnya. *Cladding* juga terbuat dari kaca tetapi indeks biasnya lebih kecil dari indeks bias *core* dan memiliki diameter 5-250 μm .
- c. *Coating/Buffer*
Coating/Buffer berfungsi sebagai pelindung mekanis yang melindungi serat optik dari kerusakan dan sebagai pengkodean warna pada serat optik. *Coating* terbuat dari bahan plastik elastis (PVC) yang berfungsi untuk melindungi serat optik dari tekanan luar. (Muchlisin Riadi, 2018)

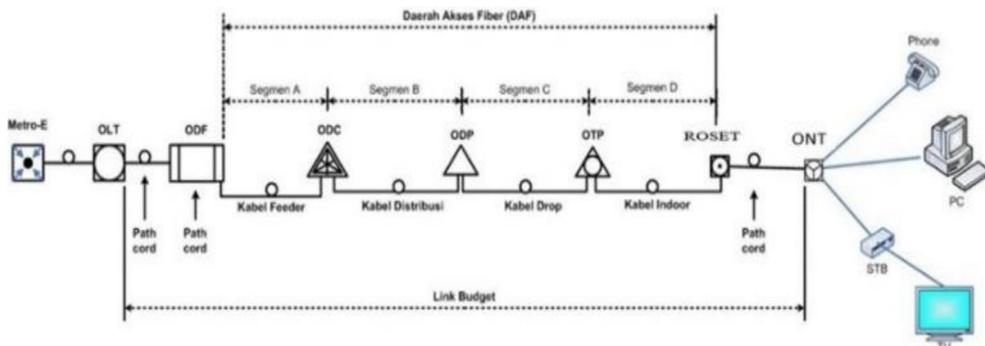
1.6.1 Fiber To The Home (FTTH)

Fiber To The Home (FTTH) merupakan jaringan yang digunakan penyedia layanan akses internet untuk menyalurkan akses internet tersebut menuju rumah tinggal atau tempat usaha, baik hunian satu unit maupun hunian *multi-unit* seperti apartemen dihitung sebagai satu tempat. (Gunawan Wibisona dkk., 2020)

FTTH merupakan salah satu penerapan dari teknologi transmisi serat optik yang sering disebut FTTx. Ini memungkinkan pengiriman data dengan kecepatan tinggi dan stabilitas hingga ke rumah pelanggan, menggunakan serat optik sebagai media transmisi.

1.6.2 Material Fiber To The Home (FTTH)

Dalam pengimplementasian jaringan FTTH, dibutuhkan material-material yang berfungsi sebagai penghubung antara sentral dan subscriber/pengguna. Material-material yang digunakan pada jaringan FTTH dibagi menjadi dua yaitu *Passive Optical Network* (PON) dan *Active Optical Network* (AON). Perangkat aktif terdiri dari *Optical Line Termination* (OLT) dan *Optical Network Termination* (ONT). Perangkat aktif merupakan perangkat yang membutuhkan catu daya sedangkan perangkat pasif tidak membutuhkan catu daya. (Gunawan Wibisona dkk., 2020). Konfigurasi jaringan FTTH dapat dilihat pada lampiran 1 (Alamsyah dkk., 2023).



Gambar 1 Konfigurasi jaringan Fiber To The Home (FTTH)

Secara umum jaringan FTTH/B dapat dibagi menjadi 4 segmen catuan kabel selain perangkat aktif seperti OLT dan ONT, yaitu sebagai berikut (Gunawan Wibisona dkk., 2020):

1. Segmen A : catuan kabel *feeder*
2. Segmen B : catuan kabel distribusi
3. Segmen C : catuan kabel penanggal/*dropcore*
4. Segmen D : catuan kabel rumah

Segmen A, kabel *Feeder* adalah kabel optik yang menghubungkan antara 2 perangkat yaitu ODF/FTM di sisi STO dan di ODC di sisi *outdoor*. Kabel feeder yang keluar dari STO minimal kapasitas 96 *core* baik untuk sistem *duct* maupun *aerial*.

Segmen B, kabel distribusi adalah kabel optik yang menghubungkan antara 2 perangkat *outdoor* yaitu ODC dan ODP. Kabel distribusi yang keluar dari ODC biasanya berkapasitas 12-24 *core* baik sistem *duct* maupun *aerial*.

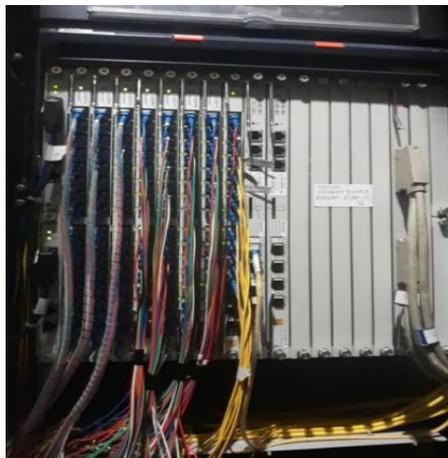
Segmen C, *dropcore* adalah kabel optik yang menghubungkan antara 2 perangkat yaitu ODP di sisi *outdoor* dan di OTP di sisi rumah pelanggan. Kabel *dropcore* yang masuk ke rumah pelanggan biasanya berkapasitas 1-2 *core* baik untuk sistem *duct* maupun *aerial*.

Segmen D, kabel rumah/kabel *indoor* adalah kabel optik yang menghubungkan antara 2 perangkat yaitu OTP dan *Roset* di sisi rumah pelanggan. (Muliandhi dkk., 2020)

Berikut material-material yang digunakan untuk konfigurasi jaringan FTTH/B dari penyedia layanan menuju pelanggan:

a. *Optical Line Termination (OLT)*

Optical Line Termination (OLT) merupakan sebuah perangkat aktif yang berada di STO dan diletakkan di pusat terminasi. OLT. Fungsi dari OLT adalah sebagai tempat pengubah sinyal elektrik yang ditransmisikan dari sisi *Internet Service Provider (ISP)* menjadi sinyal optik (Syahputra dkk., 2021).



Gambar 2 *Optical Line Termination (OLT)*(Syahputra dkk., 2021)

OLT juga berfungsi sebagai alat *multiplex* sinyal optik. Biasanya OLT terletak di sentral office sebagai *interface* sentral dengan jaringan.

b. *Optical Distribution Frame* (ODF)

Optical Distribution Frame merupakan tempat terminasi awal kabel serat optik. Tempat peralihan kabel *indoor* dengan *outdoor* dan sebaliknya.



Gambar 3 *Optical Distribution Frame* (ODF) (Muliandhi dkk., 2020)

c. *Optical Distribution Cabinet* (ODC)

Optical Distribution Cabinet merupakan perangkat *Passive Optical Network* (PON) yang diinstalasi diluar STO.



Gambar 4 *Optical Distribution Cabinet* (ODC)(Syahputra dkk., 2021)

ODC berfungsi sebagai penempatan sambungan berupa instalasi yang berisi konektor, splicing, dan juga splitter. ODC memiliki berbagai macam kapasitas yaitu 24, 48, 96, 144, 288 port. Prinsip kerja ODC adalah data yang ditransmisikan dari OLT akan dipecah menggunakan *splitter* kemudian diterminasikan ke ODP melalui kabel distribusi.(Syahputra dkk., 2021)

d. *Optical Distribution Point (ODP)*

Optical Distribution Point merupakan perangkat terminasi kabel distribusi dan terminasi awal penggunaan kabel *drop*. ODP juga merupakan suatu perangkat pasif yang di-instalasi diluar STO, bisa dilapangan (*outdoor*) dan juga bisa didalam ruangan (*indoor*).

Ditinjau dari lokasi atau tempat pemasangannya ODP dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. ODP *Wall/ODP Pole*, ODP jenis ini dipasang di dinding atau bisa juga dipasang diatas tiang yang tentunya pada instalasi kabel drop atas tanah (*aerial*).



Gambar 5 ODP *wall/ODP pole* (Fariq Naufal & Saragih, 2023)

2. ODP *Pedestal*, jenis ODP ini diinstalasikan diatas permukaan tanah, dan ODP ini digunakan untuk instalasi kabel dropp bawah tanah dengan pelindung pipa pvc 2 cm.



Gambar 6 ODP *pedestal* (Fariq Naufal & Saragih, 2023)

3. ODP *Closure*, jenis ODP ini sangat fleksibel bisa dipasang didekat tiang, bahkan bisa juga dipasang di antara dua tiang (pada kabel distribusi *aerial*)



Gambar 7 ODP *closure*(Fariq Naufal & Saragih, 2023)

e. *Roset*

Roset merupakan perangkat pasif pada rumah pelanggan. Berfungsi sebagai titik terminasi akhir dari kabel *indoor/dropcore* fiber optik (Muliandhi dkk., 2020).



Gambar 8 *Roset* (Muliandhi dkk., 2020)

f. *Optical Network Termination (ONT)*

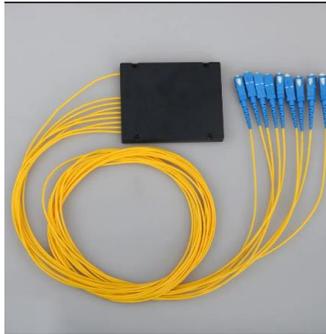
Optical Network Termination merupakan perangkat yang menyediakan *interface* berupa data, *voice*, maupun *video*. Berfungsi untuk menerima trafik dalam format *optik* lalu dikonversi sesuai dengan bentuk yang diinginkan (data, *voice*, dan *video*)



Gambar 9 *Optical Network Termination (ONT)*(Safrianti dkk., 2016)

g. *Passive Splitter*

Passive Splitter (PS) adalah suatu perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya), kapasitas distribusi dari *Passive Splitter* bermacam-macam yaitu 1:2 1:4 1:8 1:16 1:34 1:64.



Gambar 10 Passive splitter (id.aliexpress.com)

1.6.3 ***Gigabit Passive Optical Network (GPON)***

1.6.3.1. ***Passive Optical Network (PON)***

PON merupakan jaringan telekomunikasi yang mentransmisikan data melalui jalur serat optik. Ini “pasif” karena menggunakan pemisah tanpa sumber daya untuk mengirim data yang dikirim dari lokasi pusat ke beberapa tujuan yang disebut dengan *Passive Splitter* (Gunawan Wibisona dkk., 2020).

PON terdiri dari tiga komponen utama yaitu *Optical Line Termination (OLT)*, *Optical Distribution Network (ODN)* dan *Optical Network Termination (ONT)/ Optical Network Unit (ONU)*. Metode akses yang digunakan pada PON salah satunya adalah TDM/ TDMA (*Time Division Multiplexing/Time Division Multiplexing Access*). Pada arah *downstream*, sinyal dari OLT disebar ke semua ONT/ONU secara *broadcast*. Pada arah *upstream* setiap ONU ditransmisikan secara sinkron dengan metode TDMA untuk menghindari tabrakan, karena jarak antara OLT dan semua ONU berbeda beda. Sedangkan panjang gelombang yang digunakan untuk *downstream* 1490 nm dan *upstream* 1310 nm. Metoda lain yang digunakan adalah WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Untuk WDM transmisi dua arah dapat dilakukan tanpa memerlukan serat tambahan.(Nugroho, 2011).

1.6.3.2. ***Gigabit Passive Optical Network (GPON)***

GPON adalah mekanisme akses *point-to-multi point*. Karakteristik utamanya adalah penggunaan *splitter* pasif dalam jaringan distribusi *fiber* optik, yang memungkinkan satu serat tunggal dari sentral *office* untuk melayani banyak *user*. GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984.

GPON menggunakan TDMA sebagai teknik *multiple acces* upstream dengan data rate sebesar 1,2Gbps dan menggunakan broadcast kearah *downstream* dengan data rate sebesar 2,5Gbp.(Gunawan Wibisona dkk., 2020)

Prinsip kerja dari GPON yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT. Untuk ONT sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan oleh *user*. Konfigurasi GPON terdiri dari 3 bagian utama yaitu (Sitohang & Setiawan, 2018):

1. OLT (*Optical Line Termination*) adalah perangkat utama terpasang di sisi sentral
2. ODN (*Optical Data Network*) adalah perangkat fiber optik meliputi ODF, ODC, ODP, Splitter.
3. ONT (*Optical Network Termination*) adalah perangkat aktif disisi pelanggan.

GPON menggunakan *optical wavelength division multiplexing* (WDM) sehingga serat optik tunggal dapat digunakan untuk data *downstream* dan *upstream*. Untuk *downstream* memiliki panjang gelombang 1490 nm dan *upstream* memiliki panjang gelombang 1310 nm.

Beberapa keuntungan sisten GPON adalah sebagai berikut (Gunawan Wibisona dkk., 2020):

1. Menyediakan 2,5 GB/s untuk *downstream* dan 1,25 GB/s *upstream*.
2. Mendukung layanan *triple-play*, menyediakan solusi semua layanan yang kompetitif
3. Mendukung jangkauan layanan jarak jauh (hingga 20 km dari OLT hingga ONT)

1.6.4 Redaman *Fiber Optik*

Redaman fiber optik merupakan menurunnya daya sinyal yang dipancarkan oleh sumber optik. Ini disebabkan adanya rugi-rugi transmisi pada serat optik. Untuk menghitung redaman fiber optik dapat dihitung sebagai berikut:

$$\alpha = Tx - Rx \quad (1)$$

dimana:

α = redaman (dB)

Tx = daya yang dipancarkan (dBm)

Rx = daya yang diterima (dBm)

1.6.5 Rugi-Rugi *Fiber Optik*

a. Rugi-rugi *Spilce*

Rugi-rugi *splice* merupakan rugi-rugi yang diakibatkan pada sambungan fiber optik. Pada penelitian Aprinal Adila dkk (2019) didapatkan bahwa semakin banyak jumlah sambungan (*splice*) maka nilai redaman semakin besar. Penggunaan *sleeve*

protection pada sambungan juga mempengaruhi besar redaman. *sleeve protection* yang digunakan yaitu ukuran 4cm dan 6cm, dihasilakan bahwa penggunaan *sleeve protection* 6cm lebih kecil redaman yang dihasilkan dari pada penggunaan *sleeve protection* 4cm (Aprinal Adila Asril dkk., 2019).

b. Pembengkokan (*Bending Loss*)

Bending Loss terjadi pada saat sinar melalui serat optik yang dilengkungkan, dimana sudut datang sinyal lebih kecil daripada sudut kritis sehingga sinar tidak dipantulkan sempurna tapi dibiaskan. Untuk mengurangi rugi-rugi karena pembengkokan maka harga *Numeric Arpature* dibuat besar. *Numeric Arpature* adalah ukuran atau besarnya sinus sudut pancaran maksimum dari sumber optik yang merambat pada inti serat yang cahayanya masih dapat dipantulkan secara total, dimana nilai NA juga dipengaruhi oleh indeks bias *core* dan *cladding*. (Gunawan Wibisona dkk., 2020).

Pada penelitian (Ryan Yusrizal dkk., 2023), Ryan Yusrizal dkk menyatakan bahwa diameter berpengaruh terhadap nilai *loss*, jika semakin besar diameter lengkungan akan semakin kecil *loss* yang terjadi dan semakin banyak jumlah lilitan juga akan mengakibatkan semakin besar nilai *loss* yang terjadi. *Bending loss* terjadi pada diameter lengkungan < 35 mm dan tidak terjadi *loss* pada diameter lengkungan \geq 35 mm, di mana saat diameter lengkungan sebesar 30 mm nilai *loss* 0,14 dB dan semakin kecil jika diameter lengkungan bertambah. Nilai rata-rata *loss* pada 1 lilitan sebesar 1,1515 dB, 3 lilitan sebesar 4,324 dB, dan 5 lilitan sebesar 7,770 dB yang akan semakin besar nilai *loss* jika jumlah lilitan bertambah. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya sinar datang dan garis normal yang membentuk sudut kritis yang jika semakin kecil akan menyebabkan sinar menembus dan tidak dipantulkan (Ryan Yusrizal dkk., 2023).

Tabel 1 Data pengukuran *loss* pada manipulasi diameter dengan 1 lilitan

No	Diameter Lengkungan (mm)	Panjang Fiber Optik (m)	Total Loss (dB)	Posisi Loss (m)	Loss (dB)
1	Tanpa Lengkungan	297	0,04	-	-
2	10		N/A	60,69	11,32
3	15		8,93	60,72	10,93
4	20		4,52	60,72	6,61
5	25		0,21	61,65	0,12
6	30		0,28	60,98	0,14
7	35		0,08	-	-
8	40		0,11	-	-

Sumber : Ryan Yusrizal, dkk 2023

1.6.6 Link Budget

Perhitungan *link budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984.2 class B+ yaitu jarak tidak lebih dari 17 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau Pr -28 dBm. Bentuk persamaan untuk perhitungan redaman total pada link budget (Brilian Dermawan dkk., 2016):

$$\alpha_{total} = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + \alpha_{sp} \quad (2)$$

Dimana:

α_{total} : redaman total system (dB)

L : Panjang Serat Optik (km)

α_{serat} : Redaman Serat Optik (dB/km)

α_c : Redaman Konektor (dB/buah)

α_s : Redaman Sambungan (dB/buah)

α_{sp} : Redaman Splitter (dB)

N_c : Jumlah konektor

N_s : Jumlah sambungan

Tabel 2 Standar redaman PT. Telkom Indonesia

No	Uraian	Volume	Satuan	Standar redaman (dB)	Total redaman (dB)
1	Kabel FO	17	km	0,35	5,95
2	Splitter	1:2	-	3,7	-
		1:4	1	7,25	7,25
		1:8	1	10,38	10,38
		1:16	-	14,10	-
		1:32	-	17,45	-
3	Konektor	SC/UPC	5	0,25	1,25
		SC/APC	2	0,35	0,7
4	Sambungan	Di kabel feeder	8	0,10	0,8
		Di kabel Distribusi	2	0,10	0,2
		Di kabel drop	2	0,10	0,2
Total Redaman Murni					26,73
Total Redaman + Toleransi					28

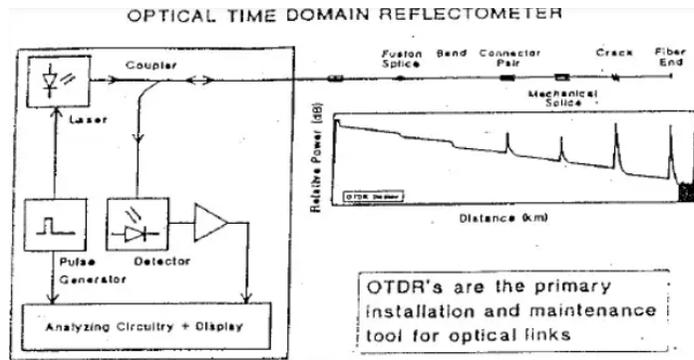
Sumber: P.T Telkom Indonesia, 2013

1.6.7 ALAT UKUR

1. OTDR (*Optical Domain Reflectometer*)

OTDR atau *Optical Time Domain Reflectometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengevaluasi suatu serat optik pada domain waktu. Secara umum fungsi dari

OTDR adalah mengukur redaman kabel, mengukur *loss splice*, mengukur jarak kabel, rugi-rugi yang muncul pada setiap titik, serta dapat menampilkan informasi pada layar tampilan. Prinsip kerja OTDR yaitu OTDR mengirimkan pulsa pendek berupa cahaya (antara $5\mu\text{s}$ s/d $20\mu\text{s}$) pulsa yang semakin lebar bisa mengukur fiber optik yang lebih panjang tetapi dengan resolusi yang rendah, pulsa yang lebih sempit bisa mengukur dengan resolusi yang lebih tinggi tetapi hanya valid untuk jarak pengukuran optik yang lebih pendek. *Fault Location* seperti letaknya serat optik atau sambungan dapat terjadi pada saat instalasi atau setelah instalasi, OTDR dapat menunjukkan lokasi faultnya atau ketidaknormalan tersebut. (Z & Fausiah, 2019)



Gambar 11 Tampilan display OTDR (P.T Telkom Indonesia, 2013)

2. OPM (*Optical Power Meter*)

OPM merupakan alat untuk mengukur redaman pada link optik baik saat instalasi (uji akhir) atau pemeliharaan. Redaman diukur dalam satuan *Decibel* (dB).



Gambar 12 *Optical Power Meter* (OPM) (Juwari dkk., 2022)

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan mulai 2 Februari 2024 sampai dengan 15 Februari 2024, sedangkan penulisan tugas akhir dimulai pada Agustus 2023 sampai dengan Juni 2024. Penelitian ini dilakukan di kantor PT. Telkom Regional VII yang berada di Jl. A. P. Pettarani No.2, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang menentukan nilai redaman pada FTTH adalah:

1. Data dari hasil perhitungan *Link Budget*
2. Data dari hasil pengukuran OPM sebelum perbaikan
3. Data dari hasil pengukuran OPM setelah perbaikan

2.3 Bahan dan Alat

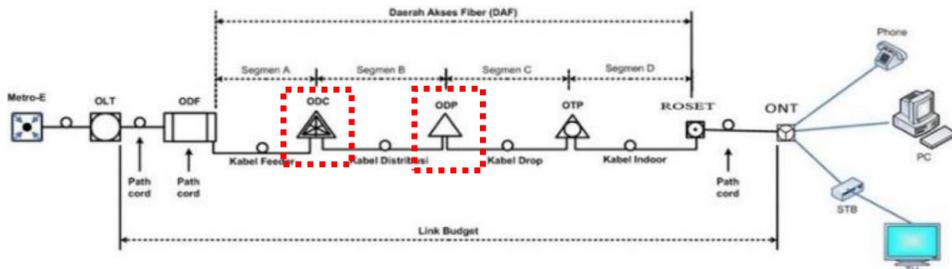
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*)
2. OPM (*Optical Power Meter*)

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan yaitu:

1. Pengukuran di ODC untuk mengetahui daya input (Pin)
2. Pengukuran di ODP untuk mengetahui daya output (Pout)
3. Perhitungan *Link Budget*



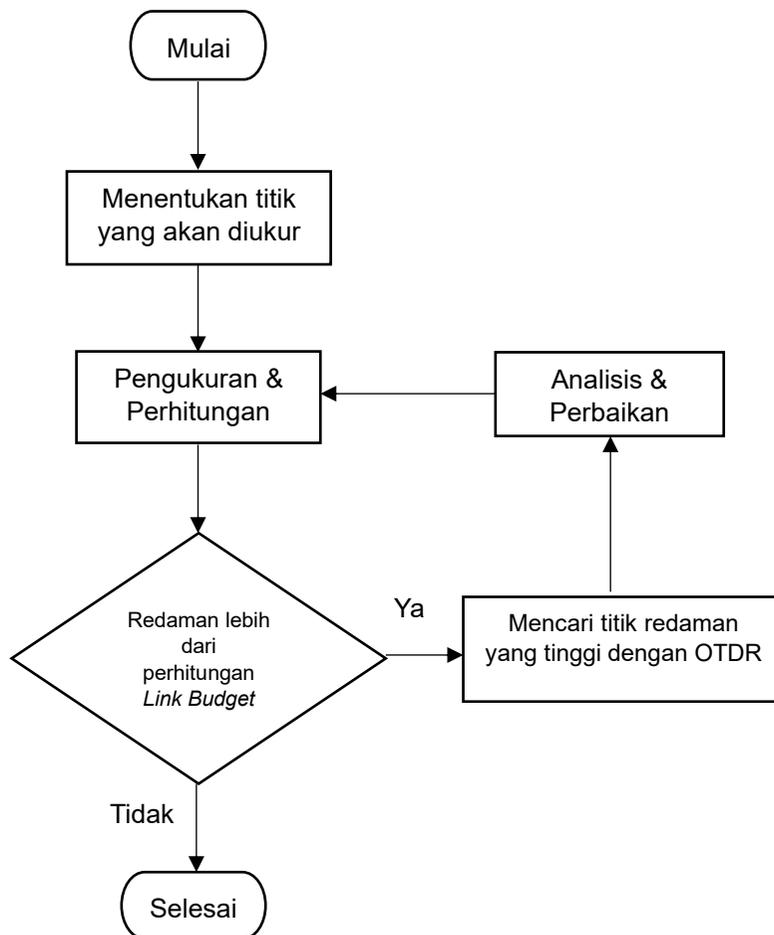
Gambar 13 Lokasi pengukuran

Gambar 1 (untuk gambar lebih jelas dapat dilihat pada lampiran 1) merupakan gambar pengukuran FTTH yang ditandai garis putus-putus berwarna merah. Pada pembangunan FTTH dilakukan analisis tiap segmen. Untuk penelitian kali ini dilakukan pada segmen B yaitu ODC dan ODP. Jadi pengukuran dilakukan di dua titik yaitu di ODC dan di ODP.

2.5 Teknik Analisis

Data hasil ukur akan dianalisis menggunakan analisis perbandingan. Perbandingan dilakukan dengan membandingkan data redaman yang didapat dari selisih dari Pin dan Pout dengan hasil perhitungan *link budget*, jika terdapat redaman yang melebihi *link budget* maka akan diidentifikasi titik redaman yang tinggi menggunakan OTDR dan mencari solusi agar redaman yang didapat berada di bawah *link budget*.

2.6 Alur Penelitian



Gambar 14 Alur penelitian