

**PERANCANGAN FTTH PADA PERUMAHAN DANAU
ALAM VILLAGE GOWA MENGGUNAKAN APLIKASI
OPTISYSTEM**



MUH. FATAHILAH REZAWAL **ADINDA AULIA ALHUMAIRAH**
32220006 **32220012**

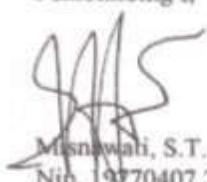
**PROGRAM STUDI D3-TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul **Perancangan Jaringan FTTH Pada Perumahan Danau Alam Village Gowa Menggunakan Aplikasi Optisystem** oleh Muh. Fatahilah Rezawal NIM 32220006 dan Adinda Aulia Alhumairah NIM 32220012 dinyatakan layak untuk diujikan.

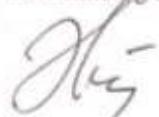
Makassar, 21 Agustus 2023

Pembimbing I,



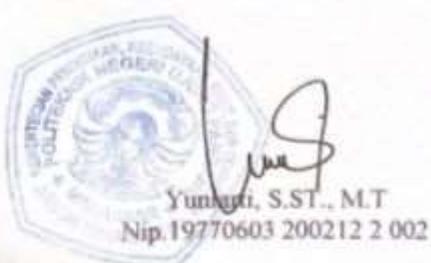
Misnawati, S.T., M.T
Nip. 19770407 200122 2 001

Pembimbing II,



Ir. Ichsan Mahjud, M.T
Nip. 19040213 199103 1 003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi,



HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 23 Agustus 2023, Tim Penguji Seminar Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil seminar Tugas Akhir oleh mahasiswa: Muh. Fatahilah Rezawal Nim 3220006 dan Adinda Aulia Alhumairah Nim 32220012 dengan judul **Perancangan FTTH Pada Perumahan Danau Alam Village Gowa Menggunakan Aplikasi Optisystem.**

Makassar, Agustus 2023

Tim Seminar Tugas Akhir

1. Zaini, S.ST., M.T.
2. Nurul Khaerani, S.T., M.T.
3. Ir. Andi Muis, M.T
4. Lidemar Halide, S.ST., M.T
5. Misnawati, S.T.,M.T
6. Ir. Ichsan Mahjud, M.T

Ketua (.....)
Sekretaris (.....)
Anggota (.....)
Anggota (.....)
Pembimbing 1 (.....)
Pembimbing 2 (.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan KaruniaNya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul **Perancangan FTTH Pada Perumahan Danau Alam Village Gowa Menggunakan Aplikasi Optisystem**. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma Tiga (3) Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Sang Maha pencipta yang telah memberikan limpahan anugerah dan lindungan pada hamba-Nya.
2. Orang Tua kami yang telah memberikan dukungan dan semangat yang besar kepada kami.
3. Bapak Ahmad Rizal Sultan, S.T, M.T., Ph.D.. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Yuniarti, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Misnawati, S. T., M.T selaku pembimbing I
6. Bapak Ir. Ichsan Mahjud, M.T selaku pembimbing II
7. Seluruh Dosen pengajar dan staff pegawai Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan ilmu bermanfaat bagi penulis.
8. Rekan-rekan mahasiswa, khususnya 3A D3 TELKOM dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis juga meminta maaf sebesar-besarnya kepada semua pihak, jika selama penyusunan tugas akhir ini ada hal yang tak berkenan yang penulis lakukan.

Makassar, 10 Januari 2023



Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
Daftar Istilah	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4.1 Tujuan Penelitian	2
1.4.2 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Pengertian Fiber Optik.....	4
2.2 Bagian-Bagian Fiber Optik.....	5
2.3 Jenis-jenis fiber optik.....	5
2.4 Kelebihan dan Kekurangan Fiber Optik	6
2.5 Cara berkomunikasi menggunakan media Fiber Optik	8
2.6 Konsep Kerugian dalam Fiber Optik	9
2.7 Desibel	9
2.8 <i>Fiber to The Home</i> Sebagai Layanan Baru.....	10
2.9 <i>Passive Optical Network</i> (PON)	12
2.10 Teknologi GPON	14
2.11 Penyambungan Kabel Fiber optik (<i>Fiber optik cable splicing</i>)	20
2.12 Sistem Konfigurasi FTTx	20
2.13 FTTH Sebagai Layanan Indihome.....	22
2.14 Segmentasi jaringan FTTH.....	22
2.15 Link Budget	23
BAB III METODE PERANCANGAN ..	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.

3.2 Peralatan dan Bahan yang digunakan **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ...**Error! Bookmark not defined.**

4.1 Hasil Simulasi Perancangan Menggunakan Aplikasi Optisystem **Error! Bookmark not defined.**

4.2 Perhitungan Secara Manual **Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 *Power Link Budget* **Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 *Rise Time Budget* **Error! Bookmark not defined.**

4.2.3 Signal to Noise Ratio (SNR) **Error! Bookmark not defined.**

4.2.4 Bit Error Rate **Error! Bookmark not defined.**

BAB V PENUTUP **29**

5.1 Kesimpulan **29**

5.2 Saran **29**

DAFTAR PUSTAKA **30**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Serat Optik	4
Gambar 2.2 Jenis-jenis Kabel Fiber Optik	6
Gambar 2.3 Arsitektur GPON	13
Gambar 2.4 Redaman Jaringan sesuai standar PT. telkom	15
Gambar 2.5 Splitter 1:4	16
Gambar 2.6 Splitter 1:8	16
Gambar 2.7 <i>Optical Distribution Cabinet</i>	16
Gambar 2.8 <i>Optical Distribution Point</i>	17
Gambar 2.9 ONU	18
Gambar 2.10 <i>Optical Power Meter</i>	19
Gambar 2.11 <i>Fusion Splicer</i>	20
Gambar 2.12 Konfigurasi Ring	20
Gambar 2.13 Konfigurasi Bus	21
Gambar 2.14 Konfigurasi Star	21
Gambar 2.15 Konfigurasi FTTH	22
Gambar 2.16 Tampilan <i>Optisystem</i>	28
Gambar 3.1 <i>Site Plan</i> lokasi perancangan	30
Gambar 3.2 <i>Layout</i> Perancangan dari STO ke Pelanggan	31
Gambar 3.3 Tampilan awal <i>Optisystem</i>	32
Gambar 3.4 Tampilan sebelum perancangan jaringan.....	33
Gambar 3.5 Tampilan <i>optisystem</i> untuk mengambil perangkat yang dibutuhkan..	34
Gambar 3.6 Tampilan <i>optisystem</i> yang telah dimasukkan perangkat.....	34
Gambar 4.1 Hasil Simulasi Pengukuran Redaman di ODC.....	35
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Pengukuran Redaman di ODP	35
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Pengukuran Redaman di Pelanggan	36
Gambar 4.4 Hasil Q Factor di Optisystem	36
Gambar 4.5 Hasil Min BER di Optisystem.....	37
Gambar 4.6 Skema <i>Upstream</i> di <i>Optisystem</i>	37
Gambar 4.7 Hasil redaman di ODP sisi <i>upstream</i>	38
Gambar 4.8 Hasil redaman di ODC sisi <i>upstream</i>	38

Gambar 4.9 Hasil redaman di OLT sisi <i>upstream</i>	39
Gambar 4.10 Hasil Q Factor sisi <i>upstream</i>	39
Gambar 4.11 Hasil BER sisi <i>upstream</i>	40
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Redaman <i>Downstream</i>	48
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Redaman <i>Upstream</i>	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Protokol PON Sesuai IEEE dan ITU	14
Tabel 2.2 Kapasitas ODC dan Kapasitas Splitter	17
Tabel 2.3 Kapasitas ODP	18
Tabel 4.1 Spesifikasi Data untuk Perhitungan <i>Downstream</i>	41
Tabel 4.2 Spesifikasi Data untuk Perhitungan <i>Upstream</i>	42
Tabel 4.3 Spesifikasi Data untuk Perhitungan <i>Rise Time Budget</i>	43
Tabel 4.4 Perbandingan Redaman <i>Optisystem</i> dan Perhitungan Manual <i>Downstream</i>	48
Tabel 4.5 Perbandingan Redaman <i>Optisystem</i> dan Perhitungan Manual <i>Upstream</i>	49



Daftar Istilah

BER	: Bit Error Rate
FTTB	: Fiber to The Building
FTTC	: Fiber to The Curb
FTTH	: Fiber to The Home
FTTN	: Fiber to The Node
FTTP	: Fiber to The Premises
GPON	: Gigabit Passive <i>Optical Network</i>
ODC	: <i>Optical Distribution Cabinet</i>
ODF	: <i>Optical Distribution Frame</i>
ODN	: <i>Optical Distribution Network</i>
ODP	: <i>Optical Distribution Point</i>
OLT	: <i>Optical Line Termination</i>
ONU	: <i>Optical Network Unit</i>
PON	: Passive <i>Optical Network</i>
PS	: Passive Splitter
SNR	: Signal to Noise Ratio
STP	: Shielded Twisted Pair
TDM	: Time Division Multiplex
UTP	: Unshielded Twisted Pair

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman teknologi semakin canggih kebutuhan layanan komunikasi pada saat ini tidak hanya suara, melainkan ada data dan video. Setiap pengguna layanan internet mengharapkan kualitas *bandwidth* yang andal untuk mendukung proses akses komunikasi yang menunjukkan perlunya perkembangan teknologi telekomunikasi. Diperlukan juga jaringan yang mampu memberikan unjuk kerja dengan cepat dan stabil. Oleh karena itu perlu dilakukan pemerataan infrastruktur jaringan akses internet menggunakan serat optik mulai dari penyedia hingga ke pelanggan menggunakan teknologi *Gigabit Capable Passive Optical Network* (GPON) biasanya disebut dengan *Fiber To The Home* (FTTH) agar kualitas serta kuantitas pelayanannya sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Solusinya yaitu dengan menggunakan jaringan 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. Kabel ini biasanya menggunakan cahaya yang bersumber dari laser atau *Light Emitting Diode* (LED). Teknologi ini banyak dipilih orang karena merupakan media pengirim data paling efektif, memiliki tingkat *loss* data dan gangguan yang rendah, serta *bandwidth* yang tinggi. Sehingga menghasilkan kualitas layanan yang lebih cepat kepada pelanggan.

Kota Makassar merupakan kota industri yang padat penduduk sehingga sebagian pendatang yang bekerja di kota Makassar memilih untuk tinggal jauh dari pusat industri. Danau Alam Village merupakan salah satu perumahan baru yang berada di Romangpolong, Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa. Perumahan ini termasuk tempat yang nyaman karena jauh dari pusat industri sehingga banyak yang memilih untuk tinggal disini. Oleh sebab itu, banyak penduduk yang membutuhkan berbagai macam layanan informasi dan komunikasi guna menunjang kebutuhan gaya hidupnya. Masyarakat pada prumahan ini tentu saja membutuhkan berbagai jenis layanan seperti telepon, internet dan TV kabel. Hal

ini menjadi penunjang dilakukannya perancangan distribusi FTTH di Danau Alam Village, Kabupaten Gowa.

Dalam membangun sebuah teknologi komunikasi serat optik, diperlukan perencanaan dan analisa yang baik. Adapun dalam perancangan jaringan FTTH ini dilakukan menggunakan *software* yaitu optisystem yang sudah dilengkapi dengan komponen-komponen yang sudah disediakan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka pada perencanaan tugas akhir ini kami mengambil judul **Perancangan FTTH Pada Perumahan Danau Alam Village Gowa Menggunakan Aplikasi Optisystem**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat kami tarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan jaringan FTTH?
2. Bagaimana menentukan kelayakan penggelaran jaringan? (menentukan link budget, redaman, Q factor dan Min BER)

1.3 Ruang Lingkup

Agar lebih fokus terhadap pencapaian tujuan yang diinginkan dan dapat mencapai solusi yang tepat, maka perlu dirumuskan batasan masalah sebagai berikut:

1. Perancangan menggunakan 2 ODP
2. Menggunakan 2 Spliter dengan split 1:4 dan 1:8
3. Simulasi menggunakan optisystem
4. Parameter yang diamati adalah redaman, Min BER dan Q faktor

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan Penelitian

Adanya penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan FTTH
2. Mengetahui performansi perancangan melalui parameter redaman, Min BER Dan Q faktor

1.4.2 Manfaat Penelitian

Diharapkan adanya manfaat yang yang dapat diambil dari penulisan Tugas

Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kualitas dari penggunaan fiber optik sebagai salah satu penuhan kebutuhan data
2. Mempermudah pengguna dan memperkecil pemakaian *bandwidth* di selular
3. Sebagai bahan referensi dan pengetahuan bagi kalangan akademi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Proposal tugas akhir adalah sebagai berikut:

BAB I : Pada bab pendahuluan, berisi latar belakang yang menjelaskan tentang alasan teoritis dan praktis pemilihan judul tugas akhir, rumusan dan batasan masalah yang akan diangkat, serta hal-hal mengenai tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dalam perancangan tugas akhir, kemudian ditutup dengan ringkasan sistematika laporan.

BAB II: Pada bab ini, berisi landasan teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III : Pada bab ini berisikan penjelasan mengenai tempat dan waktu kegiatan, alat dan bahan yang digunakan untuk perancangan, tahapan perancangan, serta metode pengumpulan data.

BAB IV : Pada bab ini, dijelaskan tentang analisa hasil uji / drive test berdasarkan pada standar parameter KPI (Key Performance Indicator) sebagai metode pengumpulan data, dan pembahasan hasil perancangan pemetaan.

BAB V : Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dan saran-saran yang disampaikan untuk perbaikan dan pengembangan pada masa yang akan datang.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Fiber Optik

Serat optis atau fiber optik merupakan helaian optik murni yang sangat tipis (tebalnya setipis rambut manusia) dan dapat membawa informasi digital untuk jarak jauh. Helaian tipis ini tersusun dalam bundelan yang yang dinamakan kabel fiber optik dan berfungsi mentransmisikan cahaya hampir tanpa kerugian. Artinya, cahaya yang dapat mengirim sinyal dari satu tempat ke tempat lain hanya mengalami sedikit kerugian atau kehilangan sinyal. Serat-serat optik ini membentuk kabel yang sedemikian halus hingga ketebalan mencapai 1 mm untuk 20 helai serat. Serat ini ringan dan memiliki kapasitas kanal yang cukup besar. Dalam kawat bergaris tengah 1 cm dapat disalurkan 10.000 kanal telpon.

Sinyal listrik dari *transmitter* (pengirim) digunakan untuk memodulasi berkas laser yang kemudian dikirimkan lewat kabel serat. Karena bukan penghantar listrik, kabel kebal terhadap interferensi listrik. Serat juga dapat digunakan untuk mengirimkan bayangan, dengan cara memberikan cahaya pada salah satu ujung kabel sementara ujung yang lain dihadapkan pada kamera. Helai serat optis dilapisi oleh 2 lapisan plastik (*2 layers plastic coating*) dengan melapisi serat optis dengan plastik, akan didapatkan equivalen sebuah cermin disekitar serat optis.



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Serat Optik

2.2 Bagian-Bagian Fiber Optik

Fiber Optik sebagai media transmisi yang terbuat dari serat optik, memiliki bagian-bagian yang tersusun dari inti hingga bagian terluar yang setiap bagianya memiliki peran penting. Berikut bagian-bagian tersebut beserta fungsinya:

- *Core*, merupakan inti dari fiber optik berupa kacatipis yang menjadi tempat berjalancahaya sehingga pengiriman cahaya dapat dilakukan.
- *Cladding*, adalah selubung dari inti (core). Cladding terbuat dari kaca dan mempunyai indeks bias lebih rendah daripada *core* akan memantulkan kembali cahaya yang mengarah keluar dari core kembali kedalam core lagi
- *Buffer coating*, lapisan plastik yang befungsi sebagai lapisan plastik yang melapisi dan melindungi serat dari kerusakan dan kelembapan.

2.3 Jenis-jenis fiber optik

Fiber optik diketahui secara luas memiliki beberapa jenis guna memenuhi keperluan yang berbeda-beda.

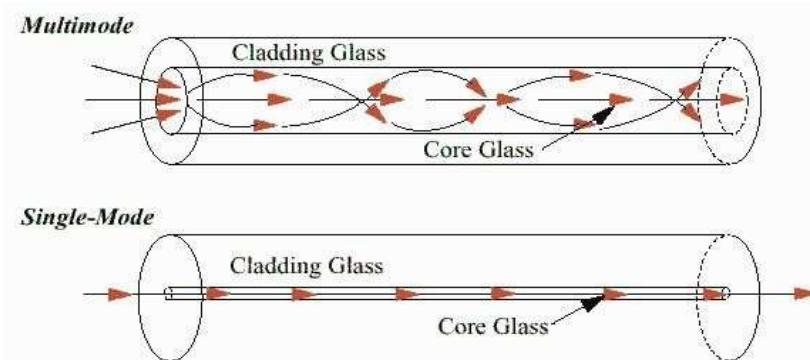
1. *Single-mode fibers*

Mempunyai inti yang kecil (berdiameter 0.00035 inch atau 9 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar laser inframerah (panjang gelombang 1300-1550 nanometer). Cahaya yang merambat secara parallel ditengah membuat terjadinya sedikit terjadinya disperse pulsa. Jenis serat ini digunakan untuk mentransmisikan satu sinyal dalam setiap serat. Biasa digunakan dalam pesawat telepon dan TV kabel.

2. *Multi-mode fibers*

Mempunyai inti yang lebih besar (berdiameter 0.0025 inch atau 62.5 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar laser inframerah (panjang gelombang 850- 1300 nanometer).

Serat ini digunakan untuk mengirimkan banyak sinyal dalam setiap serat dan sering digunakan untuk jaringan computer dan *Local Area Network* (LAN).



Gambar 2.2 Jenis-Jenis Kabel *Fiber Optik*

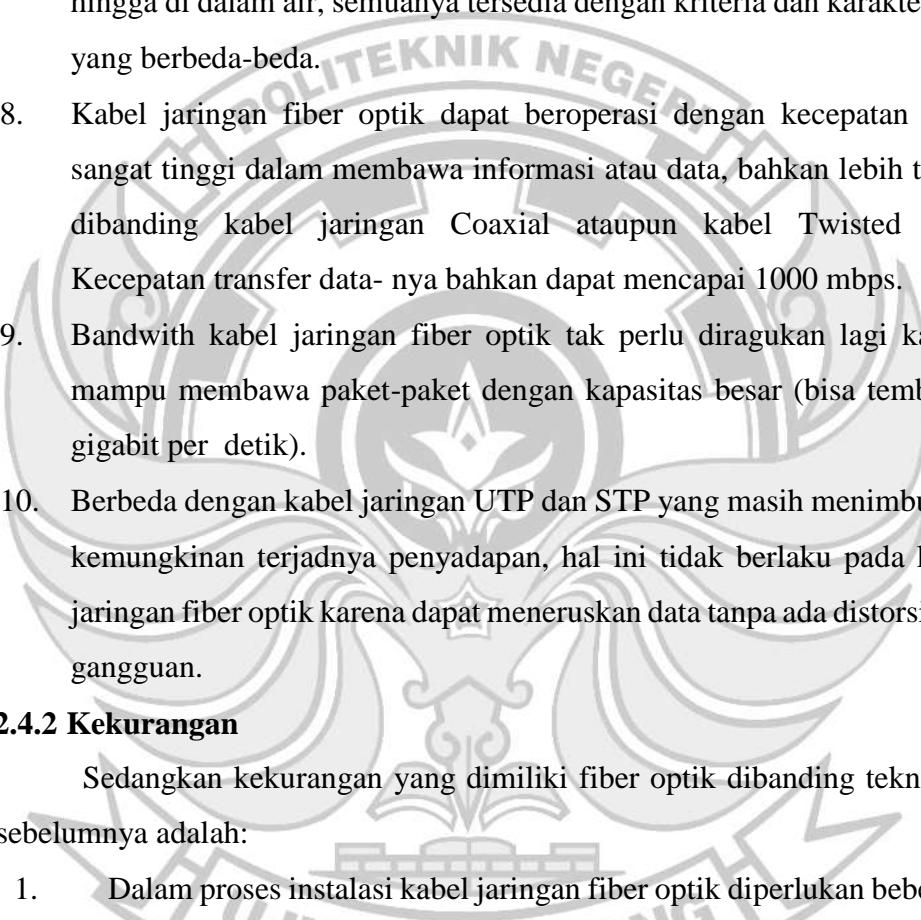
Ada beberapa serat optik yang dapat dibuat dari plastik. Serat ini memiliki inti yang relatif besar (berdiameter 1 mm) dan mentransmisikan cahaya tampak warna merah (panjang gelombang 650 nm) dari LED. Tetapi saat ini jenis fiber optik adalah yang berupa *Singlemode fibers* dan *Multi-mode fibers* yang paling banyak digunakan di Indonesia.

2.4 Kelebihan dan Kekurangan Fiber Optik

2.4.1 Kelebihan

Setiap teknologi yang ada selalu memiliki kelebihan dan kekurangan dan tak terkecuali pada teknologi fiber optik. Meskipun begitu banyak perusahaan yang menjadikan fiber optik sebagai pilihan utama landasan komunikasi saat ini maupun masa depan. Berikut keuntungan yang diperoleh dibandingkan dengan teknologi sebelumnya yaitu teknologi tembaga:

1. Lebih tipis karena memiliki diameter lebih kecil dari kawat tembaga
2. Kapasitas muatan lebih besar karena ukuran diameter yang lebih tipis memungkinkan fiber optik dapat dibundel dengan jumlah serat yang banyak.
3. Lebih kecil penurunan sinyal karena penggunaan cahaya sebagai media transmisi.
4. Kualitas sinyal yang dikirim lebih baik karena tidak mudah terkena interferensi.
5. Sinyal digital

- 
6. Tidak mudah terbakar karena tidak ada aliran listrik sehingga tidak mudah menimbulkan panas.
 7. Ringan sehingga penempatan dapat dilakukan di tanah, tembok, lantai, bahkan udara. Selain itu kabel jaringan fiber optik terdiri dari berbagai macam jenis yang dapat menjadi opsi untuk menyesuaikan dengan lokasi instalasinya. Mulai dari instalasi di dalam gedung, di bawah tanah hingga di dalam air, semuanya tersedia dengan kriteria dan karakteristik yang berbeda-beda.
 8. Kabel jaringan fiber optik dapat beroperasi dengan kecepatan yang sangat tinggi dalam membawa informasi atau data, bahkan lebih tinggi dibanding kabel jaringan Coaxial ataupun kabel Twisted Pair. Kecepatan transfer data-nya bahkan dapat mencapai 1000 mbps.
 9. Bandwidth kabel jaringan fiber optik tak perlu diragukan lagi karena mampu membawa paket-paket dengan kapasitas besar (bisa tembus 1 gigabit per detik).
 10. Berbeda dengan kabel jaringan UTP dan STP yang masih menimbulkan kemungkinan terjadinya penyadapan, hal ini tidak berlaku pada kabel jaringan fiber optik karena dapat meneruskan data tanpa ada distorsi atau gangguan.

2.4.2 Kekurangan

Sedangkan kekurangan yang dimiliki fiber optik dibanding teknologi sebelumnya adalah:

1. Dalam proses instalasi kabel jaringan fiber optik diperlukan beberapa alat khusus berupa perangkat elektronik yang untuk saat ini memang masih sangat mahal. Alhasil tidak semua orang bisa ataupun mau menggunakan kabel ini sebagai media pendukung dalam instalasi sebuah jaringan komputer.
2. Dalam proses pengiriman sinyal, karena harus dilakukan perubahan sinyal listrik ke sinyal optik terlebih dahulu maka kabel jaringan fiber optik menuntut adanya sumber cahaya yang kuat untuk melakukan pen-sinyalan seperti alat pembangkit listrik eksternal.

3. Jika rusak, perbaikan instalasi kabel jaringan fiber optik yang kompleks memerlukan tenaga yang ahli di bidang ini.
4. Kabel jaringan fiber optik ditakutkan bisa menyerap hidrogen sehingga dapat menyebabkan *loss* data.
5. Peralatan dan harga fiber optik yang relatif mahal.
6. Mengingat kabel jaringan fiber optik menggunakan gelombang cahaya untuk mentransmisikan data, maka kabel jaringan jenis ini tidak dapat diinstal dalam jalur yang berbelok secara tajam atau menyudut. Jika terpaksa harus berbelok, maka harus dibuat belokan yang melengkung.

2.5 Cara berkomunikasi menggunakan media Fiber Optik

1. Sumber cahaya : proses komunikasi dimulai dari sumber cahaya, biasanya berupa laser atau LED. Sumber cahaya ini berfungsi untuk menghasilkan cahaya yang akan mengandung informasi data.
2. Modulasi : Data yang akan dikirimkan harus diubah menjadi bentuk sinyal cahaya agar dapat ditransmisikan melalui serat optik. Proses ini disebut modulasi, dan biasanya menggunakan teknik seperti modulasi amplitudo, frekuensim atau fase untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal cahaya yang sesuai.
3. Transmisi melalui serat optik : Sinyal cahaya hasil modulasi akan dimasukkan ke dalam serat optik. Serat optik merupakan kabel transparan yang sangat tipis dan terbuat dari bahan kaca atau plastic khusus yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan cahaya dengan efisien melalui refleksi total internal. Sinyal cahaya akan bergerak melalui serat optik dengan mengalami pantulan berulang di dinding serat.
4. Penguatan sinyal : Dalam sistem komunikasi jarak jauh, mungkin diperlukan penguatan sinyal optik di Tengah perjalanan melalui serat optik untuk memastikan sinyal tetap kuat dan jernih saat mencapai tujuan. Penguatan ini biasanya dilakukan menggunakan perangkat

penguat optik yang ditempatkan pada titik-titik tertentu di jalur transmisi.

5. Deteksi di penerima : setelah melewati serat optik, sinyal cahaya tiba di penerima, yaitu perangkat penerima cahaya. Di sini, sinyal cahaya dikonversi kembali menjadi data digital melalui proses deteksi. Proses ini menggunakan fotodioda atau fotoreseptor untuk mengubah cahaya menjadi sinyal listrik.
6. Demodulasi : sinyal listrik hasil deteksi kemudian melewati proses demodulasi untuk mengembalikan data ke bentuk aslinya. Proses ini sesuai dengan teknik modulasi yang digunakan saat pengirim mengubah data menjadi sinyal cahaya.
7. Pemrosesan data : setelah data berhasil didemodulasi, data tersebut dapat diproses lebih lanjut sesuai dengan tujuan komunikasi. Misalnya, data dapat diarahkan ke perangkat terminal atau diteruskan ke jaringan computer untuk diolah atau ditampilkan.

2.6 Konsep Kerugian dalam Fiber Optik

Konsep kerugian dalam fiber optik yang dimaksud adalah hal-hal yang bisa menurunkan kualitas fiber optik setelah adanya proses transmisi akibat fiber optik yang menempuh jarak puluhan kilometer. Hampir semua serat menunjukkan kerugian 4 sampai 6 dB per kilometer. Pada panjang gelombang 850 nm. Ketika cahaya dirubah ke panjang 1300 nm, kerugian turun menjadi 3-4 dB. Sampai pada panjang 1550 nm kerugian dipastikan akan lebih kecil. Jadi kerugian yang muncul adalah adanya penurunan decibel pada saluran transmisinya.

Sumber kerugian lain adalah adanya bengkok yang berlebihan sehingga serat dapat meninggalkan area inti serat. Sehingga dalam instalasi fisik fiber optik harus sangat berhati-hati untuk bagian pembengkokan.

2.7 Desibel

Dalam sistem komunikasi yang menggunakan sinyal listrik untuk kawat tembaga sebelum ditemukan sinyal laser dan fiber optik para ilmuwan menggunakan istilah desibel untuk menyatakan perolehan atau *loss* dan tingkat daya relatif. Semetara para ilmuwan yang bekerja pada fiber optik menggunakan istilah

miliwatt untuk mementukan jumlah cahaya yang merambat dalam kabel fiber optik. Karena perbedaan waktu pemakaian dimana istilah desibel telah lebih dulu di gunakan, maka pada era telekomunikasi saat ini mengadopsi istilah desibel.

Rumusan rasio dB (decibel) untuk daya adalah :

$$dB = 10 \log_{10} (P_{out} / P_{in}) \quad (2.1)$$

Dimana P_{out} dan P_{in} adalah daya yang dibandingkan. Penggunaan skala penguatan desibel selalu tepat, asalkan ukuran daya dibuat dalam cara yang sama.

2.8 Fiber to The Home Sebagai Layanan Baru

Menurut Modul PT Telkom (Anonim,2008) *Fiber to The Home* merupakan pengembangan dari FTTx yaitu *Fiber To The x*. FTTx merupakan teknologi akses jaringan tetap yang sekarang sedang berkembang pesat. Hal ini ditunjukkan dengan bersaingnya vendor – vendor telekomunikasi besar untuk menjual produk – produk dan layanan *deployment* FTTx serta banyak dibicarakan FTTx pada media.

Saat ini jaringan ke rumah – rumah di dominasi oleh jaringan kabel tetap atau *fixed wireline* dengan digunakannya tembaga yang memiliki kekurangan karena dianggap tidak dapat memberikan *bandwidth* yang tinggi dibandingkan dengan kabel fiber optik. Karena hal itu, orang – orang kini mulai beralih ke teknologi kabel optik untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih tinggi.

Mode – mode fiber optik akan dipilih berdasarkan kebutuhan oleh arsitektur – arsitektur dari jaringan fiber optik tersebut, berikut beberapa arsitektur jaringan fiber optik :

1. FTTH (*Fiber to The Home*)

FTTH adalah arsitektur jaringan kabel *fiber* optik yang dibuat hingga sampai ke rumah-rumah atau ruangan dimana terminal berada.

2. **FTTB (*Fiber to The Building*)**

Jaringan Kabel optik sampai pada gedung komersial atau tempat tinggal dan kemudian didistribusikan ke masing – masing ruangan dengan jaringan kabel tembaga.

3. **FTTP (*Fiber to the Premises*)**

FTTP merupakan nama generik yang digunakan untuk istilah FTTB dan FTTH karena secara arsitektur FTTB dan FTTH sama.

4. **FTTC (*Fiber to The Curb*)**

Jaringan fiber dibuat sampai pada titik pendistribusian yang berada sekitar 33 meter dari tempat pengguna berada. Dari curb ke rumah – rumah digunakan koneksi kabel tembaga. Curb biasanya melayani 8 sampai 24 pelanggan.

5. **FTTN (*Fiber to the Node*)**

Jaringan fiber dibuat sampai pada suatu node yang berupa kabinet berlokasi di pinggir jalan sehingga disebut juga FTTCab. Jarak antara titik pendistribusian dengan pelanggan pada FTTN lebih jauh dari pada FTTC. Jumlah pelanggan yang bisa dilayani juga lebih banyak biasanya sampai ratusan pelanggan. FTTN juga menggunakan kabel tembaga untuk koneksi dari kabinet ke rumah – rumah.

Fiber to The Home atau dikenal dengan istilah FTTH sendiri, adalah jaringan untuk transmisi data *fixed* dengan teknologi fiber optik sebagai medianya. FTTH sendiri adalah jaringan yang dimulai dengan adanya pengirim yang terdapat di perangkat aktif OLT (*Optical Line Termination*) hingga ONT (*Optical Network Termination*) dengan perangkat pendukungnya berupa ODC, ODF, ODP, Splitter.

2.9 *Passive Optical Network (PON)*

PON merupakan *Passive Optical Network* atau perangkat optik pasif yang digunakan untuk menyusun jaringan *Fiber To The Home*. Peralatan PON terdiri dari sebuah *Optical Line Termination* (OLT) di titik *central office*. Salah satu serat optik berjalan ke splitter optik pasif dan keluar untuk menghubungkan maksimum 64 user yang masing-masing memiliki *Optical Network Unit* (ONU). Keuntungan dari PON adalah penggunaan kabel serat optik sedikit berkurang (antara *Central Office* dan splitter), tidak adanya peralatan aktif antara OLT dan ONU, kemampuan untuk melakukan *dynamic bandwidth allocation* dan memungkinkan *bandwidth* yang tinggi sehingga dapat menyebabkan penghematan biaya modal dan operasional. Perangkat optik pasif yang dipakai adalah konektor, *passive splitter* dan kabel optik itu sendiri. *Passive splitter* berfungsi untuk memecah kabel optik menjadi beberapa kabel optik lagi, dengan kualitas informasi yang sama tanpa adanya fungsi *addressing* dan *filtering*.

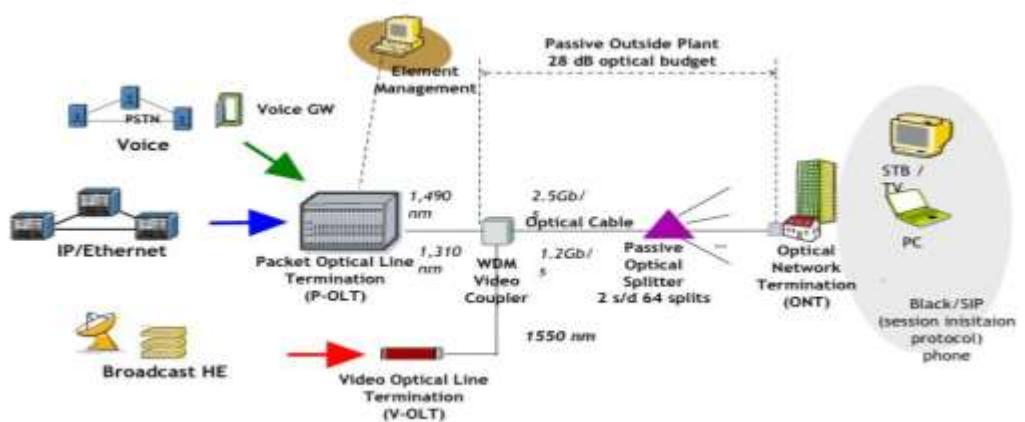
OLT adalah alat yang berada pada *Central Office* fungsinya sebagai interface admin untuk mengatur semua keluaran serat optik yang akan ditransmisikan oleh *Optical Distribution Network* (ODN) yang menyediakan alat – alat transmisi optik mulai dari OLT sampai pelanggan. Sedangkan ONU menyediakan interface pada sisi pelanggan dari *Distribution Point* dan dihubungkan dengan ODN. Teknologi PON pada dasarnya adalah teknologi untuk hubungan point to multipoint, dan topologi ini sesuai untuk melayani kelompok pelanggan yang letaknya terpisah, dengan hanya menambah perangkat ONU di lokasi pelanggan. Metode akses yang digunakan pada PON salah satunya adalah TDM/TDMA (*Time Division Multiplexing / Time Division Multiplexing Access*). Multiplexing merupakan penggabungan beberapa kanal sinyal informasi ke dalam satu kanal informasi

dengan tujuan agar sinyalsinyal informasi tsb dapat dikirimkan secara simultan dalam 1 kanal. Pada arah *downstream* sinyal TDM dari OLT memuat semua informasi pelanggan dalam slot yang di tentukan dan disebarluaskan ke semua ONU yang terhubung oleh OLT.

Tiap ONU hanya mengakses pada slot yang telah di tentukan untuk transmisi. Karena semua informasi *downstream* disebarluaskan ke semua ONU, seperti pengaman sinyal, dengan *encryption*. Pada arah sinyal optik *upstream* dari setiap ONU ditransmisikan secara bersamaan dengan metoda TDMA untuk menghindari *collision*, karena jarak antara OLT dan semua ONU berbeda – beda. Sedangkan panjang gelombang yang digunakan untuk downstream 1490 nm dan upstream 1310 nm sesuai dengan rekomendasi ITU-T G 957.

Metode lain yang digunakan adalah , tergantung dari sistem yang digunakan, apakah simplex, *half duplex*, atau *full duplex*.

Sinyal *Downstream* adalah berupa paket – paket yang dikirimkan dengan cara broadcast lewat sebuah fiber, kemudian *optical splitter* akan mengirimkan paket – paket tersebut ke semua end-point. Sehingga setiap ujung atau termination akan menerima paket data yang sama untuk kemudian disaring hanya data yang ditujukan padanya saja yang akan diproses untuk menjaga keamanan data maka setiap paket atau frame dapat dienkripsi terlebih dahulu.



Gambar 2.3 Arsitektur GPON

Jaringan PON memiliki beberapa tipe yang populer, yaitu :

- APON atau BPON
- EPON atau GEPON
- GPON

Tabel 2. 1. Protokol PON Sesuai IEEE dan ITU

Protokol PON	APON/BPON	EPON/GEPON	GPON
Standar	ITU-T G.983	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah
Penghantaran	ATM	ATM, TDM, Ethernet	Ethernet
Biaya	Rendah	Sedang	Paling rendah
Lebar jalur hulu	155 Mbps	1.5 Gbps	1.25 Gbps
Lebar jalur hilir	622 Mbps	2.5 Gbps	1.25 Gbps

APON atau ATM PON adalah standar yang dikeluarkan oleh ITU-T dan diartifikasi tahun 1998 dengan standard G.983.1, dan menggunakan ATM sebagai *transport* protokolnya pada layer 2. Setelah adanya penambahan standar G.983.3, APON kemudian diganti namanya menjadi BPON atau Broadband PON.

EPON (*Ethernet Passive Optical Networks*) atau GEPON (*Gigabit Ethernet Passive Optical Networks*), juga dikenal sebagai Ethernet PON adalah standar IEEE / EFM untuk menggunakan Ethernet untuk data paket.

EPON/ GEPON adalah Ethernet cepat melalui jaringan serat optik pasif yang menggunakan teknologi *point to multipoint* dimana serat optik tunggal digunakan untuk melayani beberapa tempat atau pengguna.

2.10 Teknologi GPON

GPON adalah salah satu teknologi akses dengan menggunakan *fiber* optik sebagai media transport ke pelanggan. Teknologi GPON ini sudah di rilis oleh ITU-T (*International Telecommunication Union – Terminals for Telematic Service*) dan GPON juga bisa mengakomodasikan *legacy system* yang sudah diimplementasikan pada jaringan akses pelanggan. Teknologi ini mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamanan, *bandwidth* yang besar dan

pilihan *protocol* pada Layer 2 OSI seperti ATM, GEM dan Ethernet. Salah satu implementasi FTTH adalah teknologi GPON itu sendiri.

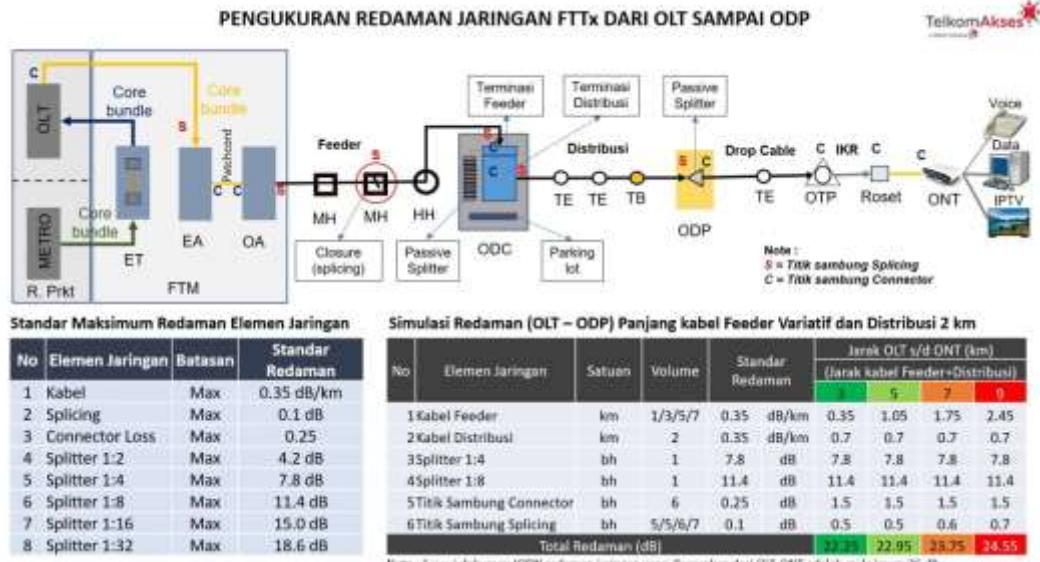
Menurut modul PT. Telkom (Anonim, 2008) GPON memiliki beberapa perangkat yaitu :

1. OLT

OLT adalah peripheral yang berada pada kantor pusat operator jaringan telekomunikasi.

2. PS

Mendistribusikan sinyal optik ke semua cabang dengan rasio yang dijelaskan dalam tabel berikut.



Gambar 2.4 Redaman jaringan sesuai standar PT Telkom

Splitter pada PON dikatakan pasif sebab optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya beberapa node *splitter*, sehingga sifatnya *idle* dan cara kerjanya membagi daya optik sama rata.



Gambar 2.5 Splitter 1:4



Gambar 2.6 Splitter 1:8

3. ODC

ODC melakukan Transport dan distribusi data dari OLT. ODC juga terletak pada jaringan optik antara perangkat OLT sampai perangkat ONU. Komponen ODC terdiri atas kabel optik dan passive splitter., sehingga jarak maksimum yang bisa dilayani adalah 20 Km. Transmisi gelombang optik pada jaringan. PON menggunakan 3 panjang gelombang. Sinyal optik pertama dengan panjang gelombang 1490 nm digunakan untuk transmisi sinyal arah *downstream*, sinyal optik kedua dengan panjang gelombang 1310 nm sebagai sinyal transmisi *upstream*. Adapun standar redaman ODC berdasarkan ketetapan PT. Telkom yaitu minimal -3 dB.



Gambar 2.7 *Optical Distribution Cabinet*

Adapun kapasitas dari penggunaan ODC ini tercantum pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.2 Kapasitas ODC dan Kapasitas Splitter

Kelas ODC	Medium ODC	Large ODC
Kapasitas Maksimal (Jumlah Port Konektor)	288	576
Jumlah Splitter per ODC (1:4)	Maximal 36 Splitter	Maximal 72 Splitter
Jumlah Splitter per ODC (1:32)	Maximal 12 Splitter	Maximal 24 Splitter

4. ODP

ODP hanya berisi *Splitter* biasanya *splitter* yang digunakan disesuaikan agar redaman yang dihasilkan baik. ODP juga sangat penting dalam jaringan serat optik karena berfungsi sebagai titik distribusi untuk menggabungkan, membagi, dan mengelola kabel serat optik. ODP berperan dalam menyatukan serat optik dari berbagai jalur dan sumber yang berbeda, sehingga koneksi optik dapat terintegrasi secara efisien. Selain itu, ODP juga melindungi kabel serat optik dari kerusakan fisik dan pengaruh lingkungan dengan sistem tahan air, penutup kedap debu, dan perlindungan terhadap kelembaban dan suhu ekstrem. Setelah serat optik digabungkan, ODP juga bertugas membagi sinyal optik ke berbagai jalur atau pelanggan yang berbeda, memungkinkan distribusi data dan layanan ke berbagai lokasi dengan lebih efisien. ODP juga memiliki perangkat keras yang membantu mengatur dan mengelola konektivitas serat optik, seperti *tray* serat optik yang terorganisir rapi.



Gambar 2.8 *Optical Distribution Point*

Adapun kapasitas dari penggunaan ODP ini tercantum pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.3 Kapasitas ODP

Kelas ODP	ODP-1	ODP-2	ODP-3	Large ODP
Kapasitas Maksimal (Jumlah Port Konektor)	1:8	2:16	4:32	6:48
Jumlah Splitter per ODP	1 Splitter	2 Splitter	4 Splitter	6 Splitter

. Adapun standar redaman ODP berdasarkan ketetapan PT. Telkom yaitu minimal -14 sampai -22 dBm.

5. ONU

ONU adalah perangkat yang memegang peran sentral dalam jaringan akses serat optik, seperti FTTH atau PON. Bertindak sebagai perangkat akhir di sisi pelanggan, ONU berfungsi menerima dan mengurai sinyal optik yang dikirimkan melalui serat optik dari OLT yang berada di tingkat jaringan lebih tinggi. Begitu sinyal diterima, ONU memproses data dalam bentuk paket, yang bisa berupa layanan internet, TV, telepon, atau layanan lainnya yang disediakan oleh penyedia layanan. Sebagai antarmuka pengguna, ONU memungkinkan komunikasi dua arah antara pelanggan dan jaringan. ONU akan meneruskannya ke OLT, yang kemudian mengambil data dari jaringan inti dan mengirimkannya kembali ke ONU untuk diteruskan ke pelanggan.



Gambar 2.9 ONU

6. OPM

Merupakan alat yang digunakan untuk menentukan *loss* (rugi) daya cahaya pada saluran serat optik sehingga dapat diketahui kekuatan sinyal yang dapat dilalui menggunakan serat *fiber* optik. Istilah ini biasanya mengacu pada perangkat untuk menguji daya rata-rata dalam sistem serat optik. Perangkat tujuan umum kekuatan cahaya measuring biasanya disebut radiometers, fotometer, daya laser meter, meter ringan atau lux meter. Batas nilai decibel yang maksimum adalah -30 dbm. Jika nilai yang ditampilkan oleh OPM lebih dari -30 dbm, maka dapat dipastikan layanan internet akan sangat lambat, dan Telkom menetapkan batasan tersebut di perusahaannya untuk batas maksimal penyambungan *Fiber* optik.



Gambar 2.10 OPM

2.11 Penyambungan Kabel *Fiber* optik (*Fiber* optic cable splicing)

Proses penyambungan kabel *fiber* optik dilakukan dengan proses yang sering disebut splicing. Panjang kabel *fiber* optik dalam sebuah haspel bergantung pada besarnya kabel dan haspelnya. Ada haspel yang dapat menampung 2000 m kabel *fiber* optik. karena kabel *fiber* optik digelar untuk jarak jauh dan dapat mencapai puluhan atau ratusan kilometer, maka diperlukan proses penyambungan, yang disebut proses splicing dengan menggunakan bantuan alat fusion splicer.

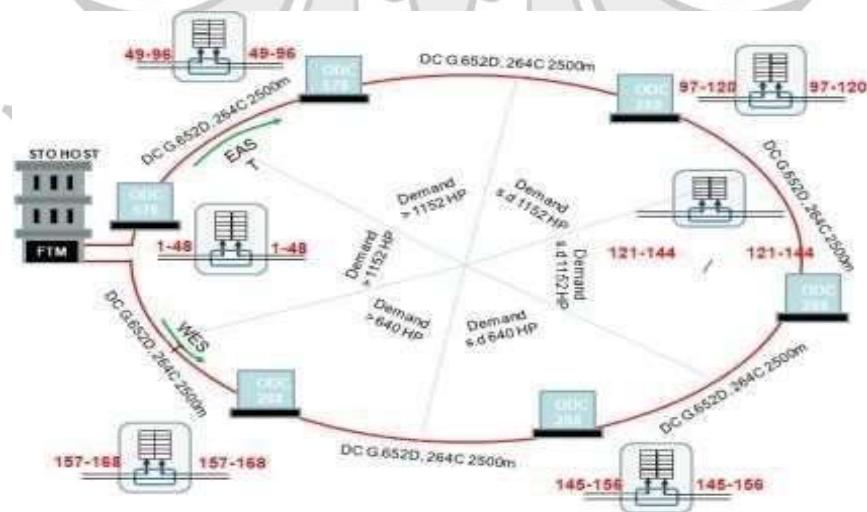


Gambar 2.11 *Fusion Splicer*

2.12 Sistem Konfigurasi FTTx

- Konfigurasi Ring

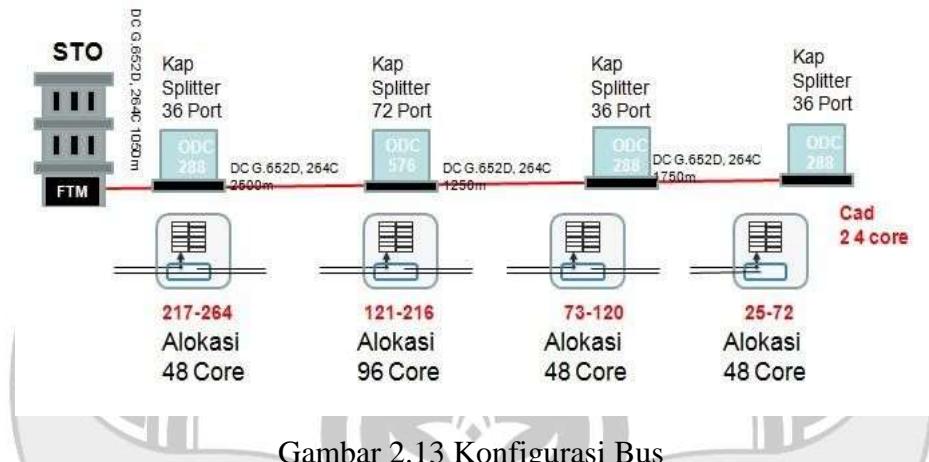
Konfigurasi ini biasanya untuk pelanggan-pelanggan yang memerlukan *backup* sehingga diharapkan tidak terjadi perputusan hubungan, implementasi sistem ring biasanya digunakan di kota-kota besar Karena banyak pelanggan-pelanggan *corporate*, dan meminta sistem *backup*.



Gambar 2.12 Konfigurasi Ring

- Konfigurasi Bus

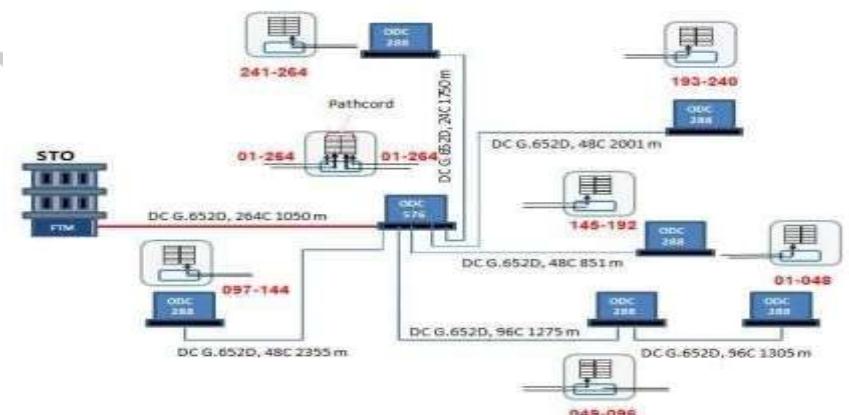
Konfigurasi bus ini biasanya untuk pelanggan-pelanggan residensial (perumahan), implementasi ini biasanya diterapkan untuk konfigurasi di kota-kota kecil, atau perumahan. Selain itu, konfigurasi ini juga untuk menyesuaikan infrastruktur jalan-jalan di kota tidak memungkinkan penerapan konfigurasi ring.



Gambar 2.13 Konfigurasi Bus

- Konfigurasi Star

Konfigurasi ini biasanya untuk pelanggan-pelanggan residensial (perumahan), implementasi sistem bus ini diterapkan untuk wilayah kota kecil atau sedang, dimana berdasarkan pengamatan dilapangan, serta kondisi infrastruktur jalan tidak memungkinkan untuk menggunakan konfigurasi bus.



Gambar 2.14 Konfigurasi Star

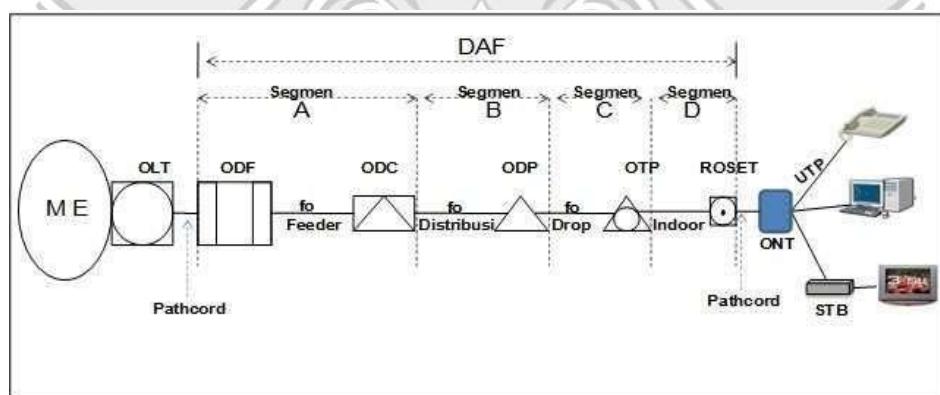
2.13 FTTH Sebagai Layanan Indihome

Indonesia Digital HOME (disingkat IndiHOME) adalah salah satu produk layanan dari PT Telekomunikasi Indonesia berupa paket layanan komunikasi dan data seperti telepon rumah (*voice*), internet (*Internet on Fiber* atau *High Speed Internet*), dan layanan televisi interaktif (USee TV Cable, IP TV). Karena penawaran inilah Telkom memberi label IndiHOME sebagai tiga layanan dalam satu paket (*3- in-1* atau *triple play*) karena selain internet, pelanggan juga mendapatkan tayangan TV berbayar dan saluran telepon.

Pelayanan IndiHome hanya bisa diterapkan pada rumah yang di wilayahnya terdapat tersedia jaringan serat optik dari Telkom (FTTH) dan area yang masih menggunakan kabel tembaga.

2.14 Segmentasi jaringan FTTH

Dalam 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 dan ONU/ONT seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.15 Konfigurasi FTTH

Keterangan Gambar :

- Segmen A : Catuan kabel Feeder

Material yang digunakan adalah ODF FTM (*Optical Distribution Frame-Fiber Termination Management*) yang dikelola agar untuk terminasi, interkoneksi dan *cross connect* fisik kabel. Kabel *fiber optik* (*feeder*). *Manhole* dan *duct*, pipa HDPE, *micro duct*, tiang.

- b) Segmen B : Catuan kabel Distribusi
Material yang digunakan adalah *fiber* optik, dan ODP (*Optical Distribution Point*)
- c) Segmen C : Catuan kabel Penanggal/*Drop* Material yang digunakan adalah *drop*, OTP (*Optical Terminal Premises*)
- d) Segmen D : Catuan kabel Rumah/Gedung
Material yang digunakan adalah *indoor cable*, *roset (optial indoor outlet)*, *pigtail*, *patch-cord*, *adapter*, *clam*.

2.15 Link Budget

1. Perkiraan Link Budget

Jaringan *fiber* optik GPON dari OLT hingga ONT adalah 28 dB. Karena diketahui bahwa kecepatan yang dimiliki jaringan *fiber* optik adalah 28 dB/km. sehingga jarak maksimal yang dibutuhkan antara OLT (sentral office) hingga ONT (pelanggan) adalah 28 km. Untuk mengantisipasi kebutuhan oprasional (pemeliharaan) maka dalam desain FTTH harus disediakan margin 3 dB, sehingga redaman maksimum yang di harapkan adalah 28 dB sesuai standar PT. Telkom.

Dalam implementasi GPON terdapat pemasangan pasif spliter, dimana distribusi pasif spliter maksimum 2 *stage* sehingga untuk 1 *core feeder* dapat memenuhi pelanggan maksimal sebanyak 32 *home pass* jika untuk layanan jika untuk layanan *bandwidth* mencapai 100 Mbps dapat juga 1 *core feeder* untuk 64 *home pass*, hal ini tergantung pada kebutuhan dari calon pelanggan.

Dalam perancangan desain FTTH pada bagian *feeder*, yaitu jaringan *fiber* optik yang menghubungkan antara 2 perangkat pasif yaitu ODF disisi STO ata ODC disisi luar/*outdoor*, kabel *feeder* yang keluar dari STO diusahakan jangan sesuai kebutuhan sekarang, tetapi harus mempertimbangkan untuk kebutuhan kedepan. Sehingga untuk perancangannya kabel *feeder* yang keluar dari STO minimal kapasitas adalah 96 *core*.

2. Perhitungan Redaman

Perhitungan redaman untuk jaringan ini dibutuhkan karena dengan didapatkannya redaman yang sesuai dengan range yang ditentukan, maka jaringan tersebut bisa dikatakan bagus atau tidak akan terjadi gangguan secara teknikal dari media transmisi. Untuk perhitungan ini dibutuhkannya analisis penentuan splitter karena redaman splitter yang dihasilkan sangat mempengaruhi perhitungan redaman ini. *Splitter* yang akan dipasangkan disesuaikan dengan jumlah rumah yang akan dipasangkan splitter tetapi biasanya dilebihkan untuk *backup*.

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{fiber}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + \alpha_{\text{sp}} \quad (2.2)$$

$$Prx = P_t - \alpha_{\text{tot}} \quad (2.3)$$

Untuk persamaan yang digunakan untuk perhitungan margin daya,

$$M = (P_t - Pr) - \alpha_{\text{tot}} - M_s \quad (2.4)$$

keterangan :

L = Panjang kabel

α_{fiber} = redaman kabel

N_c = jumlah konektor

α_c = redaman konektor

N_s = jumlah *splicing*

α_s = redaman *splicing*

α_{sp} = redaman splitter

M = Margin daya

P_t = Daya keluaran sumber optik

Pr = sensitivitas daya minimum detector

M_s = *Safety Margin* (ketetapan 3 dB)

Standar nilai perhitungan nilai link power budget jaringan fiber optik GPON dari OLT hingga ONU harus dibawah 28 dB atau ekuivalen dengan Panjang serat optik maksimum 20 Km.

3. SNR (*Signal to Noise Ratio*)

Signal to Noise Ratio adalah sebuah perbandingan besar daya sinyal terhadap *noise* dititik yang sama. Semakin besar nilai dari SNR maka hal tersebut dapat menandakan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Bentuk persamaan dari perhitungan *Signal to Noise Ratio*, yaitu sebagai berikut

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Shot Noise}} \quad (2.5)$$

- Daya sinyal (*Signal Power*) adalah kekuatan sinyal yang dapat diterima pada sisi penerima dengan besar daya sinyal penerima dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Signal Power} = 2 \left(Pr \left(\frac{\eta q}{hv} \right) \right)^2 \quad (2.6)$$

Keterangan:

Pr = Daya sinyal yang diterima detector (Watt)

$\eta q/hv = R$ = Responsivitas (A/W) (0,85)

- Derau (*Noise*) merupakan sebuah sinyal yang tidak diinginkan dalam sebuah sistem dimana derau ini selalu ada dalam suatu sistem transmisi. Ketika Derau memiliki nilai yang tinggi maka akan mengganggu pada sisi penerima. Ada 3 macam *noise* pada sistem komunikasi serat optik yaitu:

- *Thermal noise*

Merupakan derau yang muncul dikarenakan struktur gerak acak pada elektron bebas dalam sebuah komponen elektronik, biasanya meningkat sebanding dengan temperatur pada komponen. Bentuk persamaan dari perhitungan *Signal to Noise Ratio*, yaitu sebagai berikut

$$\text{Thermal Noise}(A^2) = 4KT_{eff}B / R_1 \quad (2.7)$$

Keterangan:

K = konstanta Boltzman (J/K) = $1,38 \times 10^{-23}$ J/ $^{\circ}$ K

T_{eff} = *effective noise temperature*

R_1 = *equivalent resistance* (Ω)

- *Noise dark current*

Sebuah arus balik kecil yang melalui *reverse* bias dioda yang terjadi pada setiap dioda. Persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Noise dark current (A}^2\text{)} = 2q i_D B \quad (2.8)$$

Keterangan:

i_D = arus gelap (A)

B = *bandwidth* detektor cahaya (Hz)

- *Shot noise*

shot noise atau bisa disebut derau tembakan dapat terjadi karena adanya ketidaklinieran pada sistem serat optik. Bentuk persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Shot Noise} = 2q (2Pr \eta q/hv) B \quad (2.9)$$

4. *Rise Time Budget*

Rise Time Budget merupakan perhitungan yang diperlukan untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik pada *bit rate* dengan kata lain untuk menentukan catatan disperse suatu *link* serat optik. Apabila terjadi *disperse* diluar ketentuan maka sinyal informasi yang dikirimkan akan menjadi terganggu. Konsep dari *Rise Time Budget*, yaitu sebagai berikut:

$$t_{\text{sis}} = \sqrt{(t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{rx}}^2 + t_f^2)} \quad (2.10)$$

5. Q faktor

Faktor Q, fungsi OSNR, memberikan deskripsi kualitatif kinerja receiver. Faktor Q menunjukkan rasio signal-to-noise minimum (SNR) yang diperlukan untuk mendapatkan BER tertentu untuk sinyal tertentu. OSNR diukur dalam desibel. Semakin tinggi bit rate, semakin tinggi rasio OSNR yang dibutuhkan. Untuk transmisi OC-192, OSNR harus paling sedikit 27 sampai 31 dB dibandingkan 18 sampai 21 dB untuk OC-48

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2} \quad (2.11)$$

6. Min BER

Tingkat kesalahan bit (BER) adalah jumlah bit error per satuan waktu. Rasio error bit (juga BER) adalah jumlah bit error dibagi dengan jumlah bit yang ditransfer selama interval waktu yang dipelajari. Rasio kesalahan bit adalah ukuran kinerja tanpa unit, sering dinyatakan sebagai persentase. Probabilitas kesalahan bit p_e adalah nilai harapan dari rasio error bit. Rasio kesalahan bit dapat dianggap sebagai estimasi perkiraan probabilitas kesalahan bit. Perkiraan ini akurat untuk interval waktu yang lama dan sejumlah kesalahan bit yang tinggi.

Perhitungan matematis BER dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\frac{S}{N} = 20 \log 2Q \quad (2.12)$$

$$BER = Pe(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q} \quad (2.13)$$

2.16 Optisystem

Optisystem merupakan sebuah software simulator yang digunakan untuk mendesain jaringan Fiber Optik yang belum diimplementasikan secara real. Perhitungan dan analisis *Loss* dan *Power Budget* menggunakan *Optisystem*.

Pada *Optisystem* dilengkapi Graphical User Interface (GUI) menyeluruh yang terdiri atas project layout, komponen netlis, model komponen, serta tampilan grafik. Optisystem merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi suatu jaringan fiber optik dari sentral sampai ke pengguna, pada optisystem akan menampilkan nilai redaman yang diterima perangkat, grafik BER, Q factor dan eye diagram.

Optisystem digunakan untuk mendesain dan jaringan fiber optik sebelum diimplementasikan secara real. Software *optisystem* ini lebih mudah diperoleh sehingga semua orang dapat mensimulasikan dan menghitung *loss* pada perangkat optik tanpa mengelurkan biaya yang tinggi, dan mendapatkan tingkat keakuratan perhitungan menggunakan software *optisystem*. Dalam mendapatkan tingkat keakuratan ini memerlukan perbandingan nilai data real yang diperoleh melalui pengukuran.



Gambar 2.16 Tampilan Optisystem

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Perancangan jaringan FTTH di Perumahan Danau Alam Village, Romangpolong Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa Blok R2 yang terdiri dari 15 rumah. Panjang kabel yang digunakan adalah 9 km.
2. Simulasi jaringan FTTH pada aplikasi *Optisystem* dilakukan dengan merancang desain yang sama pada hasil perancangan dan memasukkan semua parameter setiap komponen. Daya yang diterima sebesar -20,148 dBm.
3. Analisis kelayakan perancangan jaringan FTTH dilakukan dengan menggunakan parameter *link budget*, redaman, *rise time budget*, *Q Factor*, BER dengan hasil yang ada di bab 4. Dari hasil tersebut perancangan kami layak untuk dibangun karena sudah sesuai dengan standar PT. Telkom.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur *power link budget* secara langsung di lapangan menggunakan alat ukur *optical time domain reflector* (OTDR) atau *optical power meter* (OPM) agar mengetahui cara pengukuran dengan menggunakan alat ukur.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan lebih memperhatikan perangkat-perangkat yang digunakan, mulai dari jumlah perangkat yang digunakan seperti, OLT, ODC, ODP, ONT.

DAFTAR PUSTAKA

- Delima Saptun Susilawati Sinaga, Fitri Imansyah, Trias Pontia (2019) **IMPLEMENTASI OPTISYSTEM PADA PERANCANGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)**
<https://www.studocu.com/id/document/universitas-sam-ratulangi/teknik-laboratorium/implementasi-optisystem-pada-perancangan-akses-fiber-to-the-home/46604990>
- Dyah Ayu Kusumawardani (2015) ANALISIS PENGUJIAN IMPELEMENTASI PERANGKAT FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN OPTISYSTEM PADA CITYLIGHT RESIDENCE KOTA BANDUNG
- Efan Nuari, Iskandar Fitri, dan Nurhayati (2020) Analisis perancangan Jaringan Fiber to The Home Area Universitas Nasional Blok IV dengan Optisystem
<https://www.researchgate.net/publication/342234758>
- Fahmi Pahlawan, Dwi astuti Cahyasiwi, Kun Fayakun (2017) Perancangan Jaringan Fiber to The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)*:Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat
<https://journal.uhamka.ac.id/index.php/teknoka/article/download/773/312/>
- Linda Ulifaursyidah Purnamasari (2015) PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN OPTISYSTEM UNTUK PERUMAHAN PERMATA SARIWANGI ASRI GEGERKALONG BANDUNG
- Muhammad Lory Hersani Talaohu (2018) PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE TOWER DI AREA BANJAR BARU
<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/12431/12524027.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Sri Rafika Muhtar (2021) Perancangan Jaringan FTTH Menggunakan Aplikasi Optisystem, Tabel BOQ dan Kurvas
http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/5596/2/D041171020_skripsi%201-2%28FILEminimizer%29.pdf

Viceroy Siregar, Kris Sujatmoko, S.T.,M.T., M. Irfan Maulana, S.T., M.T (2018)

PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH)

MENGGUNAKAN TEKNOLOGI 10-GIGABIT-CAPABLE PASSIVE

OPTICAL NETWORK (XPON) UNTUK PERUMAHAN BENDA BARU

https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/146817/jurnal_eproc

Yusfina Anggraeni (2017) ANALISIS JARINGAN FTTH BERTEKNOLOGI

GPON MENGGUNAKAN APLIKASI *OPTISYSTEM*

<http://eprints.itn.ac.id/4192/1/LAPORAN%20SKRIPSI.pdf>

