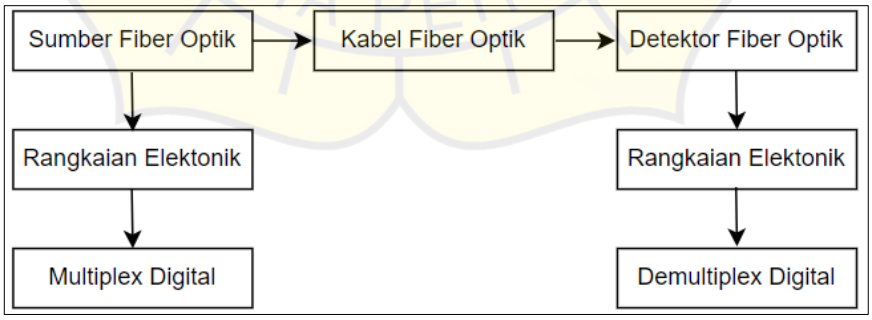
BAB II
JARINGAN AKSES FIBER OPTIK

2.1. Fiber Optik

Kabel fiber optik adalah jenis kabel yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi cahaya dan mengalirkannya dari satu ke titik yang lain. Bahan utama dari kabel jenis fiber optik ini adalah dari serat kaca dan plastik yang sangat halus, bahkan lebih halus dari sehelai rambut manusia. Beda halnya dari kabel lain yang memakai bahan dari tembaga [1].

2.1.1. Prinsip Sistem Komunikasi Fiber Optik

Sistem komunikasi fiber optik merupakan sistem komunikasi menggunakan kabel fiber optik sebagai media transmisi [1]. Prinsip sistem komunikasi fiber optik adalah mikrofon mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik kemudian dibawa oleh gelombang cahaya melalui fiber optik dari pengirim ke penerima yang berada di ujung serat fiber optik. Sinyal listrik termodulasi diubah menjadi gelombang cahaya pada pengirim dan diubah kembali menjadi sinyal listrik pada penerima. Di penerima sinyal listrik diubah menjadi gelombang suara. Mengubah sinyal listrik ke gelombang elektornik disebut dengan *Optoelectronic*. Adapun prinsip kerja transmisi pada fiber optik antara lain [9].



Gambar 2.1. Prinsip Sistem Komunikasi Fiber Optik

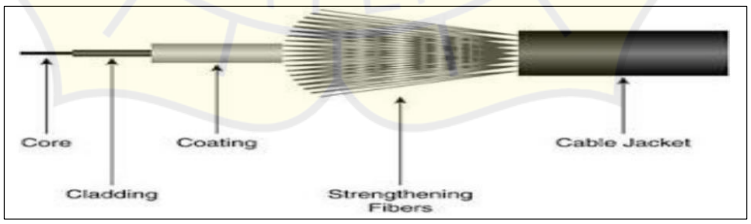
Berikut penjelasan dari Gambar 2.1:

a. Pada arah pengirim, sinyal input berasal dari *multiplex digital* akan diteruskan ke rangkaian elektronik untuk meningkatkan karakteristik dan mengubah kode sinyal yang masuk menjadi sinyal *binary.* Sinyal *binary* diteruskan ke rangkaian sumber fiber optik. Sinyal *binary* dan daya listrik akan diubah menjadi sinyal daya optik. Sumber fiber optik akan diteruskan ke detektor optik melalui kabel fiber optik.
b. Pada arah penerima, sinyal daya optik diterima dari sumber optik melalui kabel fiber optik. Kabel fiber optik akan diubah menjadi sinyal daya listrik. Sinyal daya listrik diteruskan ke rangkaian elektonik untuk *decoding* menjadi sinyal. Rangkaian elektronik meneruskan ke *demultiplex digital*.

Proses pengiriman menuju penerima akan terjadi redaman atai rugi cahaya di sepanjang kabel fiber optik dan konektor-konektornya. Hal ini menjadikan jarak antara pengirim dan penerima yang terlalu jauh diperlukan berapa perangkat pengulang yang bertugas memperkuat gelombang cahaya yang mengalami redaman.

2.1.2. Struktur Fiber Optik

Struktur fiber optik terdiri dari lima bagian yaitu: *core, cladding, coating, strengthening fibers,* dan *cable jacket*. Berikut gambaran struktur fiber optic [4]:



Gambar 2.2. Struktur Fiber Optik

a. *Core*, cahaya disalurkan melalui *core*. dan indeks bias sekitar 1,5. Core terbuat dari kaca dengan diameter 3 -2000 μm dan berbentuk batang silinder.
b. *Cladding*, sebagai cermin, yakni memantulkan cahaya agar dapat merambat ke ujung lainnya. *Cladding* berbahan kaca dengan diameter 125 μm-250 μm

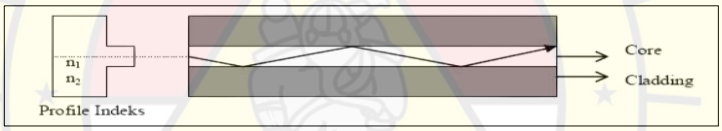
dan nilai indeks lebih kecil dari core. Hubungan *cladding* dan *core* mempengaruhi perambatan cahaya total, sehingga indeks menjadi kritis.

c. *Coating*, terbuat dari plastik yang melindungi fiber optik dari kerusakan.
d. *Strengthening fibers*, bagian yang melindungi kabel agar tidak mudah putus dan terbuat dari serat benang dengan daya tahan tinggi.
e. *Jacket Cable*, bagian terluar pada fiber optik yang melindungi seluruhan lapisan dan terbuat dari plastik.

2.1.3. Jenis-Jenis Fiber Optik

Jenis-jenis Fiber Optik dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu [4]:

1. *Singlemode*, dapat meyebarkan cahaya dari sinyal inframerah dengan gelombang cahaya sebesar 1300-1500 nm. *Core* dan *cladding* terbuat dari bahan *slica glass*. *Singlemode* hanya mentransmisikan sinyal dalam satu mode utama, sehingga dapat mencegah terjadinya dispersi waktu transmisi.



Gambar 2.3. *Singlemode*

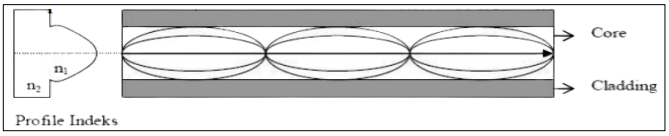
Karakteristik dari *singlemode* sebagai berikut:

a. Cahaya merambat dalam satu mode yaitu sejajar dengan sumbu fiber optik
b. Redaman yang sangat kecil dan bandwidth yang lebar.
c. Transmisi data dengan *bit rate* tinggi.
d. Dapat digunakan dengan jarak dekat, menengah dan jauh

Susunan fiber optik dari *singlemode*, yaitu:

a. Diameter *core*: 20-10μm
b. Diameter *cladding*: 50-125μm
c. Diameter *coating*: 250-1000μm
d. *Numerical aperture*: 0,08-0,15
e. Redaman: 0,2-0,5dB/km
f. Lebar *bandwith*: >150Mhz

2. *Multimode*, dapat mengirim sinyal inframerah dengan panjang gelombang sebesar 850-1300 nm. *Core* terbuat dari lapisan *slica glass*. *Multimode* mentransmisikan sinyal beratusan modus cahaya tersebar melalui serat secara bersamaan dan digunakan untuk tujuan komersial.



Gambar 2.3. *Multimode*

Karakteristik dari *multimode* sebagai berikut:

a. Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu fiber optik.
b. Dispersi minimum sehingga baik digunakan untuk jarak menengah.
c. Harga lebih mahal dari *singlemode* karena proses pembuatan lebih sulit

Struktur fiber optik dari *multimode*, yaitu:

a. Diamter *core:* 50-100µm (standar 50 µm)
b. Diameter *cladding:* 100-150µm (standard 125µm)
c. Diameter *coating*: 250-1000µm
d. *Numerical aperture* : 0,2-0,3
e. Redaman: 0,3-3,5 dB/km
f. Lebar *bandwidth*: 150 MHz-2Ghz

2.1.4. Kelebihan dan Kekurangan Fiber Optik

Fiber optik menggunakan cahaya dalam transmsi data sehingga memiliki kelebihan sebagai berikut [4]:

1. Mengatarkan data dengan kapasitas besar, jarak transmisi yang sangat jauh dan kapasitas Gigabyte perdetik.
2. Fisik dari kabel lebih kecil dibandingkan dengan jenis lain karena bahannya dari serat kaca dan plastik. Hal ini memungkinkan tersedianya ruang yang cukup besar.
3. Tidak menggunakan arus listrik sehingga kabel fiber optik bebas dari

gangguan sinyal elekromagnetik, sinyal radio, dan mempunyai ketahanan yang cukup kuat.

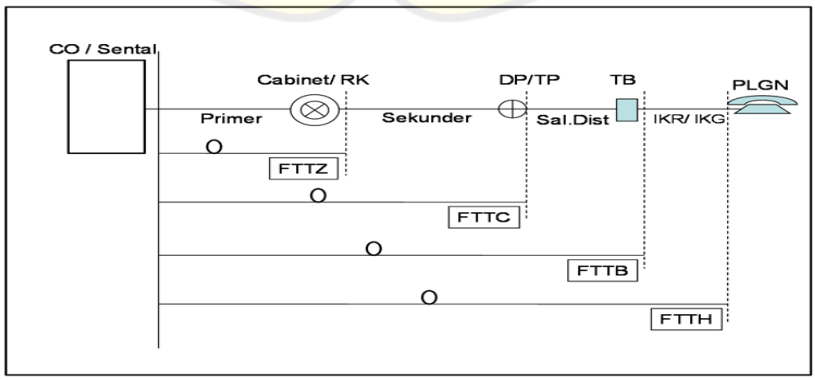
4. Hilangnya data sangatlah rendah sehingga tidak perlu megkhawatirkan validitas data.
5. Tidak menggunakan listrik, maka kemungkinan konsleting tidak akan terjadi sehingga dalam hal keamanan juga sangat terjamin.

Selain memiliki kelebiham, fiber optik juga memiliki kekuranga antara lain [7]:

1. Harganya yang cukup tinggi. Hal ini sangatlah wajar mengingat bahan-bahan yang digunakan dan saat pemasangannya. Oleh sebab itu, penggunaan kabel fiber optik bukanlah sembarangan melainkan perusahaan atau penyedia jasa komunikasi yang memang menginginkan akses lebih cepat.
2. Perawatan fiber optik pun juga memerlukan biaya yang tinggi.
3. Penempatan kabel fiber optik, biasanya dipasang pada jalur yang berbelok atau yang memiliki melengkung agar proses berjalannya gelombang bisa lebih lancar atau tidak terhambat.

2.2. Jaringan Fiber Optik

Jaringan fiber optik menyediakan sarana telekomunikasi berupa biaya relative rendah, mutu pelayanan tinggi, cepat (lebih dari 2 GBps), stabil aman, kapasitas besar dan layanan triple play (data, suara, dan video) [9]. Berdasarkan PT. Telkom Indonesia Tbk titik konversi jaringan fiber optik terdiri dari titik ujung kabel optik ke ONT.



Gambar 2.4. Topoglogi FTTx

Berikut penjelasan dari Gambar 2.4:

1. *Fiber To The Building* (FTTB), terletak di dalam bangunan (basement atau ruang telekomunikasi). Terminal ONT dihubungkan dengan titik konversi optik melalui kabel tembaga indoor. FTTB dapat dianalogikan dengan daerah catu langsung pada jaringan akses tembaga.
2. *Fiber To The Zone* (FTTZ), terletak di luar bangunan, baik di dalam kabinet maupun manhole. Terminal ONT dihubungkan dengan titik konversi optik melalui kabel tembaga beberapa kilometer. FTTZ dianalogikan sebagai pengganti rumah kabel (RK) pada jaringan akses tembaga.
3. *Fiber To The Curb* (FTTC), terletak diluar bangunan, baik di dalam kabinet, di atas tiang maupun manhole. Terminal ONT dihubungkan dengan titik konversi optik melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter. FTTC dianalogikan sebagai pengganti kotak pembagi pada jaringan akses tembaga.
4. *Fiber To The Home* (FTTH), terletak pada rumah ONT. Terminal ONT dihubungkan dengan titik konversi optik melalui kabel tembaga indoor beberapa puluh meter. FTTH dianologi sebagai pengganti terminal blok pada jaringan akses tembaga.

2.3. FTTH (*Fiber To The Home*)

FTTH (*Fiber To The Home)* merupakan salah satu pengimplementasian dari teknologi transmisi fiber optik yang dapat mentransmisikan data dengan cepat dan stabil untuk sampai ke ONT [9]. FTTH menggunakan kabel fiber optik sebagai media transimisi yang disalurkan ke ONT melalui JARLOKAF (Jaringan Lokal Akses Fiber) yang ditarik dari pusat yang sangat dekat dengan ONT. Adapun keunggulan dari FTTH (*Fiber To The Home)* antara lain [4]:

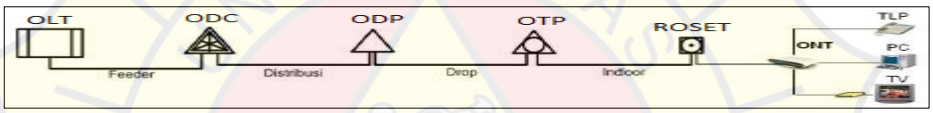
1. Memiliki konsep jaringan fleksibel yang dapat digunakan sebagai inovasi teknologi fiber optik.
2. Penyebaran kabel fiber optik secara langsung akan mempercepat aktivasi dan penambahan layanan dikemudian hari.
3. Minimumnya gangguan, sehingga memperkecil biaya operasional
4. Keamanan atau kerahasiaan informasi terjaga dengan baik.
5. Tahan dari temperatur tinggi dan oksidasi.

2.3.1. Topologi Jaringan FTTH (*Fiber To The Home*) Berbasis GPON

Topologi jaringan FTTH *(Fiber To The Home)* berbasis *GPON* dibutuhkan untuk pemilihan jalur yang tepat dan efisien, termasuk jarak pemasangan, panjang kabel, jumlah sambungan kabel dan perangkat yang digunakan. Adapun keuntungan dari topologi jaringan FTTH *(Fiber To The Home)* antara lain [4]:

1. Memudahkan menentukan daerah yang akan dipasang.
2. Memudahkan perawatan fiber optik di masa mendatang.
3. Memudahkan instalasi fiber optik yang digunakan.
4. Memprediksi kebutuhan ONT di masa mendatang.

Secara umum topologi jaringan FTTH berbasis GPON dibagi menjadi 4 segmen pada PT. Telkom Indonesia Tbk yaitu:

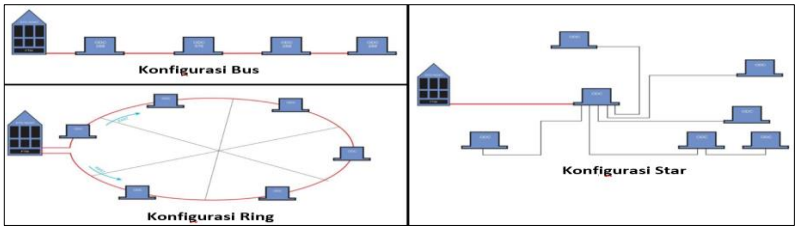


Gambar 2.5. Segmen Jaringan FTTH (*Fiber To The Home)*

1. Segmen A : Kabel Feeder menghubungkan antara OLT dan ODC.
2. Segmen B : Kabel Distribusi mengubungkan antara ODC dan ODP.
3. Segmen C : Kabel Drop yang menghubungkan anara ODP dan OTP.
4. Segmen D : Kebel rumah atau gedung mengubungkan OTP dengan Roset.

2.3.2. Konfigurasi Jaringan FTTH (*Fiber To The Home)*

Konfigurasi jaringan FTTH (*Fiber To The Home)* terdiri dari konfigurasi bus, ring dan star. Berikut kofigurasi jaringan yang digunakan PT. Telkom Indonesia Tbk:



Gambar 2.6. Konfigurasi Jaringan FTTH

Berikut penjelasan dari Gambar 2.4:

1. Konfigurasi Bus, digunakan apabila kondisi lapangan tidak memungkinkan di desain menggunakan Ring.
2. Konfigurasi Ring, digunakan apabila sistem yang berlebihan dan kondisi geografis di lapangan mendukung dibuat jaringan feeder berbentuk ring.
3. Konfigurasi Star, adalah konfigurasi yang menghubungkan semua kabel dan tiap *Optical Distribution Point* (ODP) menuju *central point* sebagai pusat konsentrasi yaitu *Distribution Cabinet (ODC)*.

2.3.3. Perangkat Jaringan FTTH (*Fiber To The Home)*

Berikut perangkat jaringan FTTH (*Fiber To The Home)* yang digunakannya pada PT. Telkom Indonesia Tbk yaitu:

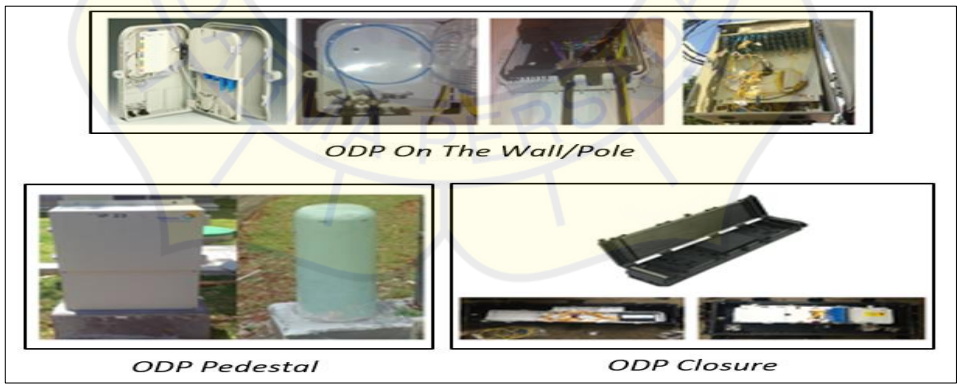
a. *Optical Line Termination (OLT)* merupakan titik awal jaringan fiber optik yang terletak di *central office* dan penghubung jaringan terpusat ke satu atau lebih melalui kabel *patch cord*. OLT.

Gambar 2.7. *Optical Line Termination (OLT)*

b. *Optical Distribution Cabinet (ODC)* merupakan tempat instalasi fiber optik, tempat kabel feeder, tempat distribusi kabel, tempat *splitter* dan tempat penyambungan yang terletak di *outdoor* maupun *indoor* dapat dilihat pada Gambar 2.8

Gambar 2.8. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

c. *Optical Distribution Point (ODP)* merupakan perangkat terminasi akhir kabel distribusi dan terminasi awal penggunaan kabel drop yang dipasang di luar ruangan bersifat tahan karat maupun cuaca ekstrim. Jenis-jenis ODP yaitu:
   1. *ODP Pedestal* merupakan ODP yang di instalasi diatas permukaan tanah.
   2. *ODP On The Wall/Pole* merupakan ODP yang di install di atas tiang.
   3. *ODP Closure* merupakan ODP yang di instalasi di bawah tanah maupun atas tanah, atau di diantara dua tiang.



Gambar 2.9. *Optical Distribution Point (ODP)*

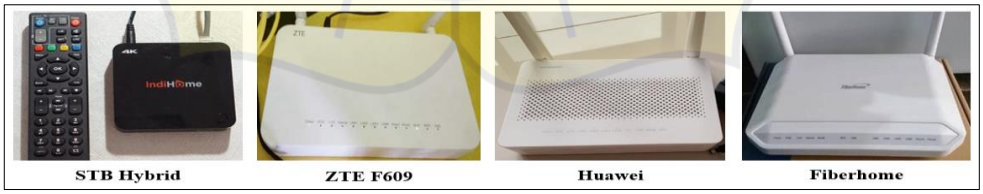
d. *Passive Splitter* merupakan perangkat untuk membagikan informasi sinyal optik. Kapasitas distribusi dari *passive splitter* yaitu 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64 dapat dilihat pada Gambar 2.10.

Gambar 2.10. *Passive Splitter*

e. *Roset* adalah box terminal kabel indoor yang terhubung ke *Optical Network Termial* (ONT) atau *Optical Network Unit (*ONU).

Gambar 2.11. *Roset*

f. *Optical Network Terminal* (ONT) adalah perangkat yang berada di akhir jaringan atau terletak di rumah ONT, sebagai menerima trafik optik dan mengkonversinya menjadi bentuk (seperti data, voice, dan video).



Gambar 2.12. *Optical Network Terminal (ONT)*

g. *Optical Termination Premises (OTP)* adalah perangkat yang dipasang diluar rumah ONT, sebagai titik terminasi dari kabel drop dan tempat sambungan core optik atau peralihan dari kabel outdoor dengan indoor. OTP dapat dilihat pada Gambar 2.13

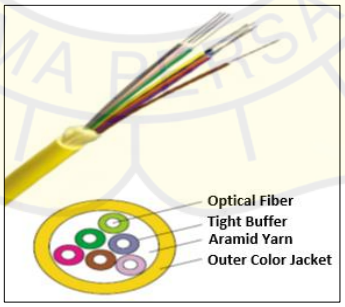
Gambar 2.13. *Optical Termination Premises (OTP)*

h. Sambungan merupakan perangkat yang menghubungkan dari *Optical Line Termination (OLT)* sampai *Optical Network Terminal* (ONT) menggunakan sambungan permanen (sambungan fusi) dan terdiri dari kabel Feeder, kabel distribusi dan kabel drop.

i. Kabel Feeder merupakan perangkat yang menghubungkan antara *Optical Line Termination (OLT)* sampai *Optical Distribution Cabinet (ODC).*

Gambar 2.14. Kabel Feeder

j. Kabel Distribusi sebagai meneruskan informasi sinyal fiber optik dari *Optical Distribution Cabinet (ODC)* sampai *Optical Distribution Point (ODP).*

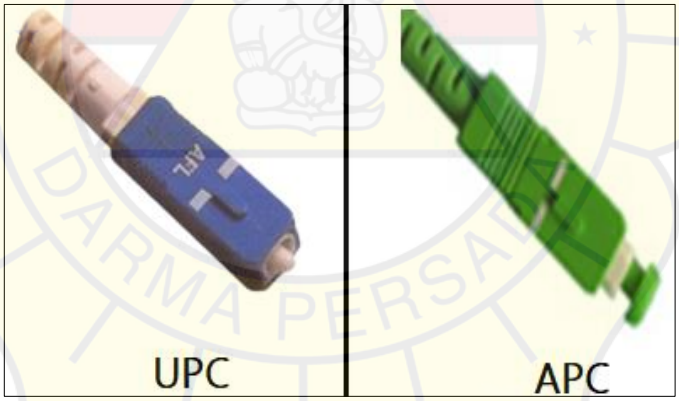


Gambar 2.15. Kabel Distribusi

k. Kabel Drop berfungsi menghubungkan antara *Optical Distribution Point* (ODP) dengan ONT/rumah ONT. Tipe kabel drop yang digunakan adalah Tipe G.657 bersifat tidak sensitif terhadap tekukan dan meminimalisir redaman. Kabel Drop dapat dilihat 2.16.

Gambar 2.16. Kabel Drop

l. Konektor berfungsi untuk menghubungkan port koneksi fiber optik ke perangkat. Jenis-jenis konektor pada PT. Telkom Indonesia, yaitu:
   1. UPC digunakan dalam peralatan jaringan Ethernet, digital, Tv kabel, system telepon, dll.
   2. APC umumnya digunakan dalam CATV dan aplikasi RF optic, dan struktur jaringan GPON.



Gambar 2.17. Konektor

2.4. Teknologi *Passive Optical Network (PON)*

Teknologi *Passive Optical Network (PON)* merupakan arsitektur point-to-multipoint. PON menggunakan splitter yang terhubung dari OLT ke ONT. Arsitektur PON disebut pasif karena splitter bersifat pasif tidak membutuhkan daya listrik dan settingan tertentu. PON adalah sistem akses fiberoptik dengan biaya paling efektif, operasiol penggunaan lebih mudah dan menyediakan layanan data, suara dan video [9].

Jenis-jenis teknologi PON yang telah disepakati oleh IEE dan ITU sebagai berikut [6]:

1. APON atau ATM PON menggunakan standar ITU-T G.983.1 tahun 1998 bahwa APON mengguakan ATM untuk transport protocol. Penggunaan splitter mencapai 32 port dan data rate mencapai 622 Mbps untuk *downstream* dan 155 Mbps untuk *upstream.*
2. BPON atau *Broadband* PON merupakan pengembangan dari APON menggunakan standar ITU-T G.983.3. BPON melayani *broadband service* terdiri dari akses internet, video, dan kecepatan. BPON menggunakan ATM sebagai transport, penggunaan splitter mencapai 32 port, dan memiliki performa lebih baik dari APON yaitu 1,2 Gbps untuk *downstream* dan 622 Mbps untuk *upstream.*
3. GPON atau Gigabit Passive Optical Network menggunakan ITU-T.G.984.2 tahun 2001 bahwa GPON menggunakan protokol *G-PON Encapsulation Method (GEM)* untuk efektifitas pengiriman paket internet yang tinggi. Secara umum, ciri khas GPON memiliki perangkat OLT dan ONT dengan teknik distribusi yang pasif menghubungkan diantaranya. Hubungan antara OLT dan ONT adalah hubungan *Point to Multipoint (P2MP)* bahwa OLT terhubung ke beberapa ONT. *Bandwith* GPON mencapai 2,488 Gbps *(downstream) dan 1,224 Gbps* (*upstream),* serta penggunaan *splitter up to* 32 port.
4. EPON atau *Ethernet* PON merupakan salah satu teknologi PON yang dikembangkan oleh IEEE yang dimodifikasi dari *ethernet* agar dapat mendukung konektivitas *point to multipoint* (P2MP) yaitu IEE 802.ah tahun 2004. EPON menggunakan *enkapsulasi ethernet* untuk transport data dan dapat mengirim data sebesar 1,25 Gbps *downstream* maupun *upstream,* serta penggunaan *splitter up to* 32 port. EPON biasa disebut juga dengan GEPON. Panjang gelombang pada GEPON sebesar 1490 nm *(downstream)* dan 1310 nm (*upstream).*

2.5. GPON (*Gigabit Passive Optical Network)*

Gigabit Passive Optical Network (GPON) adalah teknologi yang dikategorikan *broadband acces*s berbasis kabel fiber optik dan kini bersaing dengan GEPON *(Gigabit Ethernet PON)*, yaitu PON versi IEEE. Teknologi ini dapat mengirim data rate gigabit per detik. Ciri khas GPON (*Gigabit Passive Optical Network)* adalah teknik distribusi dilakukan secara pasif dari sentral ke ONT menggunakan passive splitter [6] dan standarisasi GPON *(Gigabit Passive Optical Network)* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

GPON merupakan teknologi FTTx yang mengirimkan informasi sampai ke ONT menggunakan fiber optik. Prinsip kerja dari GPON, ketika data atau dikirimkan dari OLT, maka splitter berfungsi untuk memungkinkan fiber optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT, untuk memberikan data-data yang diinginkan ONT. [9]:

Tabel 2.1. Standarisasi GPON

Karakteristik	GPON
Standarisasi	ITU-T G.984.2
Frame	ATM/GEM
Speed Upstream	1.2 Gbps
Speed Downstream	2.5 Gbps
Layanan Servis	Data, suara, video
Jarak Transmisi Maksimal	20 km
Panjang Delombang Upstream	1310 nm
Panjang Gelombang Downstream	1490 nm

2.6. OPM *(Optimal Power Meter)*

Mengukur kekuatan dalam fiber optik untuk mendapatkan nilai redaman, dan menguji daya rata-rata fiber optik menggunakan alat ukur OPM (*Optimal Power Meter*). OPM merupakan alat untuk tes fiber optik saat instalasi dan pemeliharaan dengan satuan dB/dBm [6].

Cara kerja *Optimal Power Meter (OPM)* sebagai berikut [9:

1. Menyalakan OPM dengan menekan tombol power.
2. Menekan tombol λ (Panjang gelombang) sesuai dengan data spesifikasi cahaya yang ditransmisikan.
3. Menghubungkan OPM dengan fiber optik yang sinyalnya akan diukur.
4. Hasil pengukuran dapat dilihat di display dalam satuan dB/dBm.

Gambar 2.18. Optimal Power Meter (OPM)

2.7. *Link Power Budget*

Link power budget merupakan perhitungan daya dilakukan pada saat transmisi berdasarkan karakteristik saluran (rugi-rugi), sumber optik dan sensitivitas detektor. Berfungsi agar mengetahui daya yang diizinkan keluar pemancar dan sensitivitas penerima. Batas daya diterima dihitung dari redaman konektor, sambungan dan serat itu sendiri sehingga mempengaruhi jarak transmisi pengiriman dan penerima, jumlah repeater yang dibutuhkan dan margin loss yang diberikan [4].

Link power budget sebagai syarat *link* yang dirancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Perhitungan *link power budget* sangat penting dalam suatu perancangan jaringan karena dapat mengetahui seberapa besar daya yang dipancarkan oleh pemancar agar dapat diterima dengan baik [6].

Perhitungan *link power budget* terdiri dari total redaman, dan *Power Receive* (Pr). Berdasarkan ITU-T.G.984.2 daya diterima sebesar 28 dBm. Total redaman dilakukan dari OLT hingga ke ONT yang melewati ODC dan ODP.

Berikut menghitung Redaman OLT ke ODC:

$$\propto_{OLt-ODC} = L.\propto_{serat} + N_c.\propto_c + N_s.\propto_s + s_p \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\propto_{OLt-ODC} = Redaman\ OLT\ ke\ ODC\ (dB)$

$L = Panjang\ Fiber\ Optik\ (km)$

$\propto_{serat} = Redaman\ Fiber\ Optik\ (dB/Km)$

$\propto_c = Redaman\ Konektor\ (dB/buah)$

$\propto_s = Redaman\ Sambungan\ (dB/Sambungan)$

$N_c = Jumlah\ Konektor$

$N_s = Jumlah\ Sambungan$

$s_p = Redaman\ Splitter\ (dB)$

Selanjutnya menghitung Redaman ODC ke ODP sebagai berikut:

$$\propto_{ODC-ODP} = L.\propto_{serat} + N_c.\propto_c + N_s.\propto_s + s_p \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\propto_{ODC-ODP} = Redaman\ ODC\ ke\ ODP\ (dB)$

$L = Panjang\ Fiber\ Optik\ (km)$

$\propto_{serat} = Redaman\ Fiber\ Optik\ (dB/Km)$

$\propto_c = Redaman\ Konektor\ (dB/buah)$

$\propto_s = Redaman\ Sambungan\ (dB/Sambungan)$

$N_c = Jumlah\ Konektor$

$N_s = Jumlah\ Sambungan$

$s_p = Redaman\ Splitter\ (dB)$

Selanjutnya menghitung Redaman ODP ke ONT sebagai berikut:

$$\propto_{ODP-ONT} = L.\propto_{serat} + N_c.\propto_c + N_s.\propto_s + s_p \quad (2.3)$$

Keterangan:

$\propto_{ODC-ODP} = Redaman\ ODP\ ke\ ONT\ (dB)$

$L = Panjang\ Fiber\ Optik\ (km)$

$\propto_{serat}$ $= Redaman\ Fiber\ Optik\ (dB/Km)$

$\propto_{c}$ $= Redaman\ Konektor\ (dB/buah)$

$\propto_{s}$ $= Redaman\ Sambungan\ (dB/Sambungan)$

N_c $= Jumlah\ Konektor$

N_s $= Jumlah\ Sambungan$

s_p $= Redaman\ Splitter\ (dB)$

Setelah dihitung nilai masing-masing redaman perangkat OLT, ODC, ODP dan ONT, maka dijumlahkan nilai redaman sambungan perangkat dari OLT hingga ke ONT sebagai berikut:

$$\propto_{tot}=\propto_{OLt-ODC}+\propto_{ODC-ODP}+\propto_{ODP-ONT} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\propto_{tot} = Redaman\ Total\ (dB)$

$\propto_{OLT-ODC} = Redaman\ OLT\ ke\ ODC\ (dB)$

$\propto_{ODC-ODP} = Redaman\ ODP\ ke\ ODP\ (dB)$

$\propto_{ODP-ONT} = Redaman\ ODP\ ke\ ONT\ (dB)$

Selanjutnya menghitung *Power Receive (Pr)* pada ONT yang berfungsi memberikan tampilan tatap muka pengguna layanan. Sinyal fiber optik yang transmisi diubah menjadi sinyal elektrik. Sinyal ini yang menampilkan layanan pada ONT dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Pr = Pt-\propto_{tot}- SM \quad (2.5)$$

Keterangan:

$\propto_{tot}=\ Redaman\ Total\ (dB)$

$Pr = Daya\ terima, Power\ Receive\ (dBm)$

$Pt =\ Daya\ kirim\ Power\ Transmit\ (dbm)$

$SM =\ Safety\ Margin\ (3-6\ dB)$

Berdasarkan ITU-T.G.984.2 standar redaman yang digunakan dalam jaringan FTTH (*Fiber To The Home)* berbasis GPON dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Standar Redaman

No.	Redaman	Satuan	Nilai
1	Fiber Optik	km	≤ 0.35 dB
2	Konektor	bh	≤ 0.25 dB
3	Sambungan	bh	≤ 0.01 dB
4	Splitter 1:2	bh	≤ 3.70 dB
5	Splitter 1:4	bh	≤ 7.25 dB
6	Splitter 1:8	bh	≤ 10.38 dB
7	Splitter 1:16	bh	≤ 14.10 dB
8	Splitter 1:32	bh	≤ 17.45 dB

2.8. Studi Literatur

Penelitian yang sudah ada mengenai "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi GPON Di Wilayah Tanjung Uma Kota Batam" oleh Riyansyah Purba, Teknik Informatika, Universitas Putera Batam, 2021 membahas perancangan jaringan FTTH serta menghitung link power budget, rise time,power receive dan kapasitas traffic yang dibutuhkan sesuai dengan standar perusahaan Proxynet. Hasil perhitungan nilai redaman pada *uplink* sebesar 26,21 dB, dan *downlink* sebesar 26,01 dB. Nilai *power receive* pada *uplink* sebesar -10,53 dBm, sedangkan downlink sebesar -10,51 dBm. Dan *Rise time* sistem didapatkan nilai tertinggi yaitu 0,250 ns.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizki Indrawan Tarigan , Tri Nopiani Damayanti, S.T., M.T. , Hafidudin, S.T., M.T. Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom 2019 mengenai Perancangan Jaringan Akses *Fiber To The Home* (FTTH) Dengan Teknologi GPON Konfigurasi Star Di Cluster Cempaka dan Cemara Perumahan Bumi Bumi Adipura. Hasil perancangan dihasilkan *Nilai Power link budget* pada Cluster Cemara untuk *downstream* sebesar -14.652 dBm dan *upstream* sebesar -15.825 dBm, sedangkan Cluster Cempaka *downstream* sebesar -14.618

dBm dan *upstream* sebesar -15.925 dBm. Nilai *Rise Time Budget* sebesar 0.2563 ns dan Cluster Cempaka sebesar 0.2569 ns untuk *downstream*. Sedangkan *Upstream* Cluster Cemara sebesar 0.25043 ns dan Cluster Cempaka sebesar 0.25047 ns. Nilai *Bit Error Rate (BER)* tidak melebihi 10^{-9}.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Eko Cipto Hidayat, Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang 2022 membahas mengenai Analisis *Power Link Budget* Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* Dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Networks* Di Perumahan Citraland Tegal dimulai dari perangkat OLT sampai dengan rumah ONT didapatkan nilai *link power budget* sebesar 28 dBm dan *power receive* sebesar -20dBm.