

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 SERAT OPTIK

Serat optik adalah saluran transmisi/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 yang lain. Sumber cahaya yang digunakan adalah LASER atau LED. Serat optik memiliki diameter lebih kurang 120 mikrometer, dan memiliki kecepatan transmisi yang sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.<sup>[1],[7]</sup>

Gambar 2.1 di bawah ini memperlihatkan bentuk fisik dari serat optik.



Gambar 2.1 Serat Optik<sup>[8]</sup>

Pada dasarnya Sistem Komunikasi Serat Optik terdiri dari:<sup>[5]</sup>

a. Pemancar/Sumber Optik (*Optical Transmitter*)

Sumber optik pada sistem komunikasi serat optik digunakan untuk mengubah besaran sinyal listrik menjadi sinyal cahaya. Adapun pemilihan sumber cahaya yang akan digunakan berdasarkan pada *bit rate* data yang akan ditransmisikan maupun berdasarkan pada pertimbangan ekonomi (harga dari sumber optik), yaitu:

- LED (*Light Emitting Diode*)

LED digunakan untuk mengubah besaran arus menjadi suatu besaran berupa intensitas cahaya. Cahaya yang dipancarkan LED bersifat tidak koheren, sehingga dapat menyebabkan terjadinya dispersi *chromatic*. Dengan

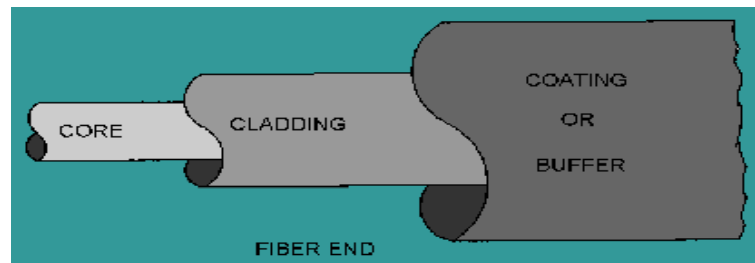
demikian LED hanya cocok digunakan untuk proses transmisi data dengan *bit rate* yang rendah sampe dengan sedang.

- LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)

Cahaya yang dipancarkan oleh dioda LASER bersifat koheren. Dioda LASER memiliki lebar spektral yang lebih sempit, sampai dengan 1 nm bila dibandingkan dengan LED, sehingga dispersi *chromatic* dapat ditekan. Dioda LASER diterapkan untuk transmisi data dengan *bit rate* yang tinggi.

- b. Serat Optik (*Optical Fiber*) sebagai media.

Serat optik yang digunakan sebagai media biasanya terbuat dari serat kaca dengan diameter dalam micrometer.



Gambar 2.2 Struktur Serat Optik<sup>[5]</sup>

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa:

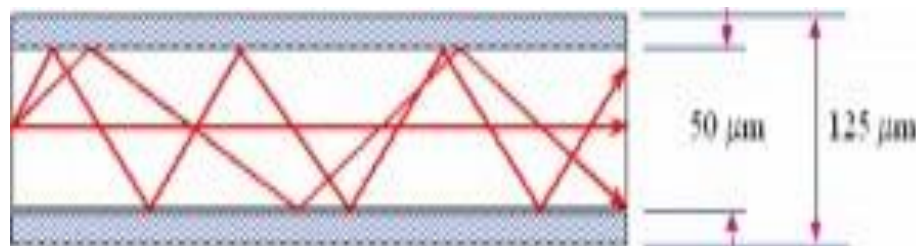
- *Core* (Inti), merupakan bagian yang paling utama atau bagian inti (*core*) dimana gelombang cahaya yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. Terbuat dari kaca (*glass*) yang berdiameter antara 2-125  $\mu\text{m}$  (atau tergantung dari jenis serat optiknya).
- *Cladding*, berfungsi sebagai cermin yaitu untuk memantulkan cahaya agar dapat merambat ke ujung lainnya. Dengan adanya *cladding*, maka cahaya dapat merambat dalam *core* serat optik. *Cladding* terbuat dari bahan gelas dengan indeks bias yang lebih kecil dari *core*. *Cladding* merupakan selubung dari *core* dengan diameter antara 5-250  $\mu\text{m}$ . Hubungan indeks bias antara *core* dan *cladding* akan mempengaruhi perambatan cahaya pada *core* dan akan mempengaruhi besarnya sudut kritis.
- *Coating* (Jaket), berfungsi sebagai pelindung mekanis pada serat optik dan terbuat dari bahan plastik. *Coating* juga berfungsi untuk melindungi serat optik dari kerusakan.

Sebagai pemanfaatan sistem komunikasi serat optik, serat optik dibagi dalam 3 jenis, yaitu:<sup>[5]</sup>

a. *Step Index Multimode*

*Step Index Multimode* memiliki diameter lebih dari 100 mikron. Hasilnya adalah beberapa cahaya membuat sinyal digital melewati rute utama, sedangkan yang lainnya berliku-liku (zig zag) ketika sinar tersebut memantul *cladding*. Kebutuhan untuk meninggalkan jarak antar sinyal untuk mencegah *overlap* batas bandwidth adalah jumlah informasi yang dapat dikirim ke titik penerima, sehingga serat optik jenis ini lebih cocok untuk jarak yang pendek. Adapun ciri-ciri serat optik jenis ini adalah:

- Inti berukuran sekitar 50-125 mm dengan diameter *cladding* 125-500 mm.
- Diameter core yang besar digunakan agar penyambungan kabel lebih mudah.
- Hanya baik digunakan untuk data/informasi dengan kecepatan rendah dan untuk jarak yang relatif dekat.



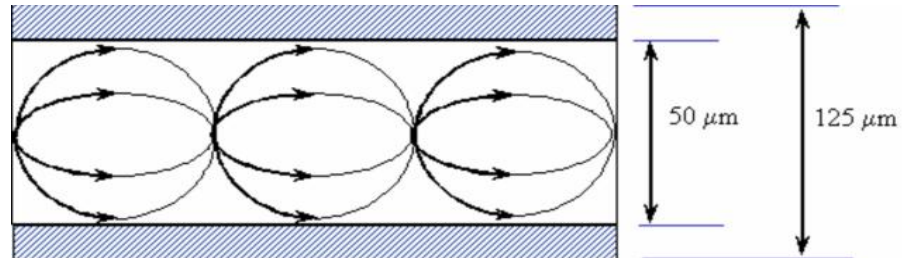
Gambar 2.3 *Step Index Multimode*<sup>[5]</sup>

b. *Graded Index Multimode*

*Graded Index Multimode* berisi sebuah *core* dimana refraksi indeks berkurang secara perlahan-lahan dari poros pusat ke luar *cladding*. Refraksi indeks tertinggi pada pusat membuat cahaya bergerak lebih perlahan pada porosnya bila dibandingkan dengan cahaya yang lebih dekat dengan *cladding*. Alur yang dipendekkan dari kecepatan yang tinggi memungkinkan cahaya yang di bagian luar untuk sampai ke penerima pada waktu yang sama secara perlahan tetapi cahaya lurus langsung melalui inti *core*, sehingga menghasilkan sinyal digital yang mengalami distorsi sedikit. Adapun ciri-ciri jenis serat optik ini adalah:

- Memiliki diameter *core* antara 30-60 mm, sedangkan diameter *cladding* sebesar 100-150 mm.

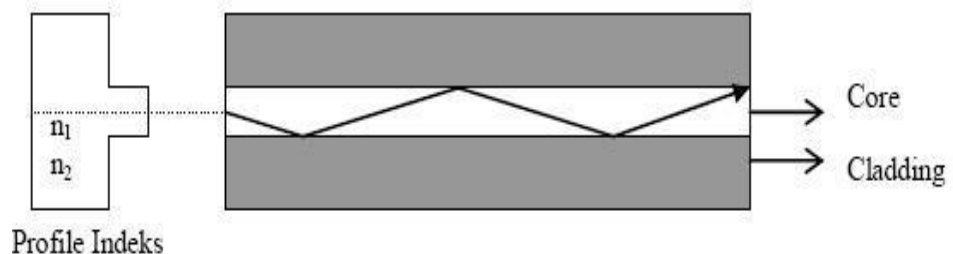
- *Graded Index Multimode* merupakan penggabungan *fiber step index single mode* dan *fiber step index multimode*.
- Biasanya untuk jarak transmisi 10-20 km, pentransmisi informasi jarak menengah seperti pada LAN.

Gambar 2.4 *Graded Index Multimode*<sup>[5]</sup>

c. *Step Index Single Mode*

*Step Index Single Mode* memiliki *fiber* tunggal dengan diameter antara 8,3-10 mikron yang mempunyai transmisi satu *mode*. *Single mode* dengan diameter sempit hanya dapat menyebarkan antara 1310-1550 nm. *Single mode* dapat mentransmisikan di atas rata-rata dan 50 kali lipat jarak dibandingkan *multimode*. *Step Index Single Mode* memiliki *core* lebih kecil bila dibandingkan dengan *multimode*. *Core* kecil tersebut dan gelombang cahaya tunggal dapat mengurangi distorsi yang diakibatkan *overlap* cahaya, penyediaan sedikit sinyal atenuasi dan kecepatan transmisi yang tinggi. Adapun ciri-ciri jenis serat optik ini adalah:

- Memiliki diameter *core* lebih kecil bila dibandingkan dengan diameter *cladding*.
- Biasa digunakan untuk transmisi jarak jauh hingga 120 km, memiliki band frekuensi lebar, dan penyusutan transmisi sangat kecil.

Gambar 2.5 *Step Index Single Mode*<sup>[5]</sup>

Sebagai teknologi yang berkembang pesat, serat optik banyak menjadi pilihan utama untuk teknologi komunikasi masa depan. Hal tersebut karena serat optik memiliki banyak keunggulan bila dibandingkan dengan kabel tembaga, yaitu:<sup>[2]</sup>

- Harga serat optik lebih murah, karena pembuatan kabel serat optik menggunakan bahan-bahan yang relatif lebih murah.
- Serat optik memiliki diameter yang jauh lebih tipis bila dibandingkan dengan kabel tembaga, sehingga akan lebih banyak bundelan serat yang memungkinkan untuk dapat membawa lebih banyak saluran telepon atau televisi.
- Kapasitas muatan serat optik lebih besar daripada kabel tembaga.
- Dibandingkan dengan kabel tembaga, serat optik lebih sedikit mengalami penurunan sinyal, karena kerugian sinyal cahaya pada serat optik lebih sedikit daripada kerugian sinyal listrik pada kawat tembaga.
- Sinyal cahaya pada serat optik tidak tercampur (interferensi) dengan sinyal lain pada kabel serat yang sama sehingga dapat memberikan hasil percakapan telepon atau gambar TV yang lebih jelas.
- Daya sinyal pada serat optik hanya berkurang sedikit dan daya *transmitter* yang digunakan lebih sedikit bila dibandingkan dengan *transmitter* listrik dengan tegangan tinggi untuk kawat tembaga, sehingga dapat menghemat daya.
- Serat optik berupa sinyal digital yang sangat *ideal* untuk membawa informasi digital, terutama bila digunakan dalam jaringan komputer.
- Serat optik tidak mudah terbakar, karena tidak ada listrik yang dilewatkan serat optik, sehingga tidak ada resiko terjadinya kebakaran yang disebabkan oleh serat optik itu.
- Serat optik bersifat fleksibel, dimana serat optik banyak digunakan dalam kamera digital sebagai pencitraan medis dan pencitraan mekanis karena serat optik dapat mentransmisikan dan menerima cahaya dengan baik.

## 2.2 JARINGAN LOKAL AKSES *FIBER* (JARLOKAF)

Jaringan Lokal Akses *Fiber* (Jarlokaf) merupakan suatu terobosan baru hasil dari perkembangan teknologi *fiber* yang bermula dari transmisi antar sentral sebagai jaringan *backbone* dan digunakan untuk sarana komunikasi jarak jauh yang

kemudian menjadi suatu jaringan lokal yang bahkan dapat sampai ke terminal pelanggan dengan media *fiber*.

Berdasarkan lebar pita, ruang lingkup Jarlokaf dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu.<sup>[3]</sup>

- a. *Narrowband*, dimana dengan transmisi kurang dari 2 Mbps mampu memberikan layanan telepon (*voice*).
- b. *Broadband*, dimana dengan transmisi di atas 2 Mbps dapat memberikan layanan yang lebih beragam seperti *voice*, data dan citra baik dalam keadaan diam maupun bergerak.

Teknologi Jarlokaf merupakan teknologi yang sedang berkembang, sehingga berbagai metode transmisi dimungkinkan untuk diterapkan dan relatif masih terbatas jumlah implementasinya di lapangan. Adapun teknologi Jarlokaf yang sudah berkembang dengan baik adalah DLC (*Digital Loop Carrier*), PON (*Passive Optical Network*), serta AON (*Active Optical Network*) dan HFC (*Hybrid Fiber Coax*).

Pada dasarnya DLC menggunakan konfigurasi dasar *point to point*, sedangkan PON/AON menggunakan konfigurasi *point to multipoint* (hubungan dari titik ke banyak titik). Layanan DLC masih terbatas dan belum mampu men-*support* transmisi data dengan *high bit rate*. Teknologi AON menggunakan spliter aktif *Active Splitting Equipment* (ASE) atau *Active Splitter* (AS) yang digunakan untuk mendistribusikan informasi dari dan ke OLT, dari satu ONU atau lebih dengan kapasitas sebagai *multiplexer/demultiplexer* serta sebagai *intermediate regenerator* (penguat) sehingga *splitter* pada AON bersifat aktif.

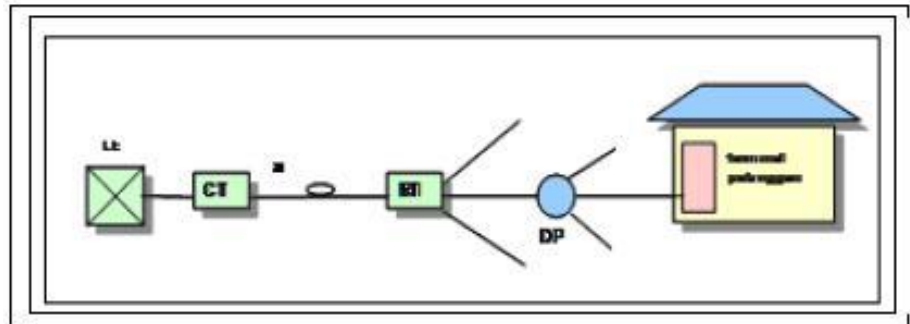
### 2.3 ARSITEKTUR JARINGAN *FIBER* OPTIK SECARA UMUM

Jaringan Lokal Akses *Fiber* (Jarlokaf) memiliki 2 (dua) buah perangkat opto elektronik, yaitu perangkat opto elektronik di sisi sentral dan perangkat opto elektronik di sisi pelanggan atau disebut dengan Titik Konversi Optik (TKO). Peletakan TKO akan menimbulkan modus arsitektur JARLOKAF yang berbeda pula, yakni:<sup>[1],[4]</sup>

- a. *Fiber To The Zone* (FTTZ)

TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik di dalam kabinet dengan kapasitas besar. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui

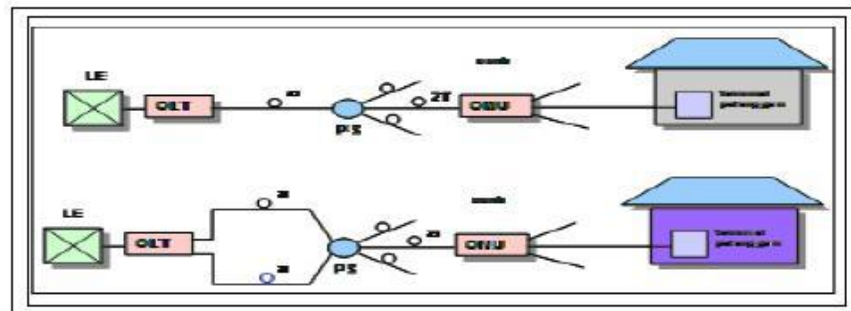
kabel tembaga hingga beberapa kilometer. FTTZ umumnya diterapkan pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral atau infrastruktur *duct* pada arah yang bersangkutan, sudah tidak memenuhi lagi untuk ditambahkan dengan kabel tembaga.



Gambar 2.6 Modus Aplikasi FTTZ<sup>[5]</sup>

b. *Fiber To The Curb* (FTTC)

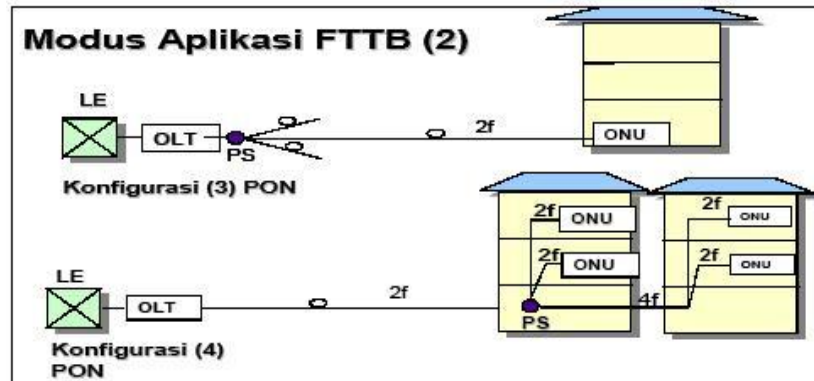
TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik di dalam kabinet dan di atas tiang dengan kapasitas lebih kecil. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter. FTTC dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya berkumpul di suatu area terbatas namun tidak berbentuk gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan yang pada waktu dekat akan menjadi pelanggan jasa hiburan.



Gambar 2.7 Modus Aplikasi FTTC<sup>[5]</sup>

c. *Fiber To The Building* (FTTB)

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di *basement* namun dapat pula diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor*. FTTB dalam diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan di *apartemen*.

Gambar 2.8 Modus Aplikasi FTTB<sup>[5]</sup>d. *Fiber To The Home* (FTTH)

*Fiber To The Home* (FTTH) merupakan arsitektur jaringan kabel *fiber* optik yang dibuat hingga sampai ke rumah-rumah atau ruangan dimana terminal berada. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Teknologi FTTH merupakan sepenuhnya jaringan optik dari pusat penyedia ke pemakai, dan biasanya digunakan *splitter* 1:16, yaitu sinyal *multiplex* dibagi ke 16 rumah yang berbeda.

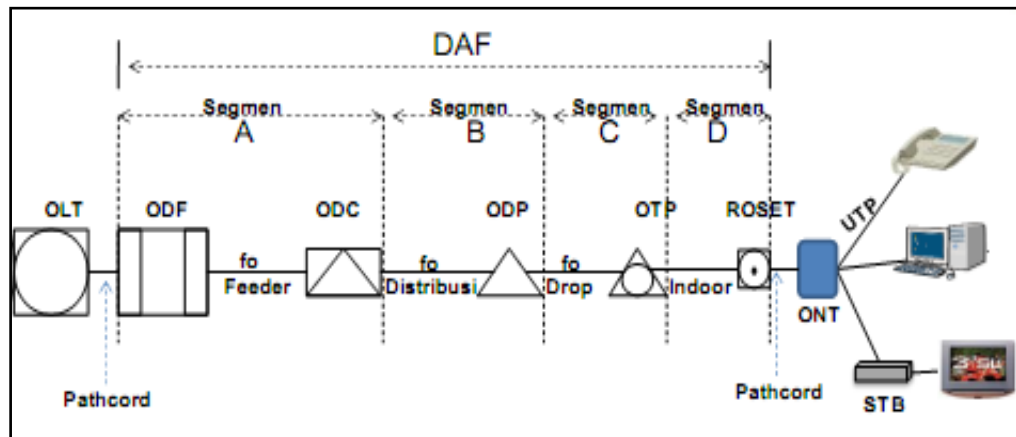
*Fiber to the Home* (FTTH) merupakan suatu transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan *fiber* optik sebagai media penghantar. Biasanya jarak antara pusat layanan dengan pelanggan dapat mencapai jarak maksimal 20 kilometer, dimana pada bagian *service provider* yang berada di kantor utama atau *Central Office* (CO) terdapat perangkat yang bernama OLT. OLT kemudian dihubungkan ke ONU yang terletak di rumah-rumah pelanggan melalu jaringan distribusi serat optik yang bernama *Optical Distribution Network* (ODN). Adapun beberapa keunggulan dari FTTH antara lain:<sup>[6]</sup>

- a. FTTH menyediakan *range* yang lebar bagi pelanggan untuk melakukan komunikasi maupun aktivasi terhadap layanan yang baru yang lebih cepat.
- b. Pendistribusian kabel optik langsung tertuju kepada pengguna layanan sehingga dapat menyediakan jumlah *bandwidth* maksimum untuk permintaan layanan di kemudian hari.
- c. FTTH menawarkan banyak layanan pelanggan berupa data, suara, dan video.



- d. FTTH memiliki desain arsitektur jaringan yang fleksibel yang dapat digunakan untuk mengakomodasi inovasi di masa mendatang.
- e. Mendukung pengembangan dan peningkatan jaringan masa depan.
- f. Dapat meminimalisasikan gangguan, sehingga dapat meningkatkan pemasukan dari pemilik jaringan dan bermanfaat bagi pelanggan FTTH.
- g. Merupakan bisnis yang sukses karena faktor pengeluaran modal (CAPEX) dan biaya operasi (OPEX) yang relatif seimbang.

Secara umum jaringan FTTH dapat dibagi menjadi 4 segmen catuan kabel selain perangkat aktif seperti OLT dan ONT/ONU, yaitu Segmen A berupa catuan kabel *feeder*, segmen B berupa catuan kabel distribusi, segmen C berupa catuan kabel penanggal/*drop*, dan segmen D berupa catuan kabel rumah. Arsitektur jaringan FTTH dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.9 Arsitektur jaringan FTTH<sup>(9)</sup>

## 2.4 PERANGKAT *FIBER TO THE HOME* (FTTH)

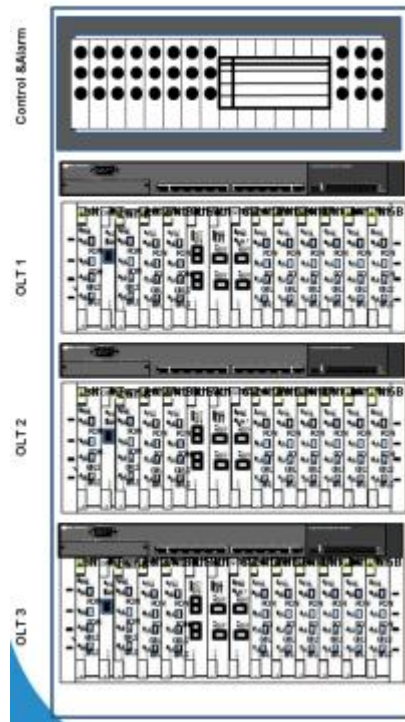
Berdasarkan pada gambar 2.10 di atas, dapat dijelaskan beberapa elemen dan perangkat yang ada pada arsitektur jaringan FTTH, yaitu:

### 2.4.1 *Optical Line Terminal* (OLT)

*Optical Line Terminal* (OLT) adalah suatu perangkat aktif (Opto-Elektrik) yang berfungsi untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik, serta sebagai alat multipleks. OLT merupakan perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir dari pusat penyedia layanan PON. OLT juga berfungsi untuk mengumpulkan dan men-*switch* fungsi antara jaringan kabel dengan *interface* PON serta untuk fungsi manajemen. Namun

demikian, OLT memiliki 2 (dua) fungsi utama, yaitu untuk mengkonversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh perangkat *provider* dengan sinyal *fiber optic* yang digunakan oleh jaringan PON, serta untuk proses *multiplexing* dengan perangkat pada ujung jaringan. Adapun persyaratan umum untuk OLT, yaitu:

- *Backplane* OLT menyediakan sistem *backup* (redundansi) dan koneksi *independent 10 Gigabit Ethernet full duplex* untuk masing-masing servis slot.
- Kemampuan *switching fabric* OLT yang mempunyai arsitektur *non-blocking 150 Gbps full duplex per shelf*.
- OLT memiliki *universal service slot* untuk PON card.



Gambar 2.10 Optical Line Terminal (OLT)<sup>[10]</sup>

#### 2.4.2 Segmen A

##### a. FTM (ODF + FMS)

*Fiber Termination Management* (FTM) merupakan kumpulan dari *Optical Distribution Frame* (ODF) yang digunakan untuk melakukan pengaturan dan pengelolaan terminasi *fiber* optik berskala besar dari jaringan pelanggan ke perangkat aktif transmisi/akses di dalam *environment central office* (misal STO)<sup>[11]</sup>. FTM dapat pula

digunakan untuk terminasi, interkoneksi, dan *cross connect* fisik kabel optik, serta dapat pula digunakan untuk memonitoring dan mengukur serat optik.

*Optical Distribution Frame* (ODF) dan *Fiber Monitoring System* (FMS) merupakan bagian dari FTM, dimana perangkat tersebut berupa *frame* tertutup dengan struktur mekanik berupa rak atau struktur lain yang mempunyai fungsi utama sebagai tempat pegangan kabel optik dan *passive splitter*, dilengkapi *fiber organizer* serta mampu melindungi elemen-elemen di dalamnya yang digunakan untuk tempat terminasi kabel serat optik yang berasal dari OSP dan perangkat aktif.<sup>[12]</sup>

b. *Feeder FO + ODC + Splitter*

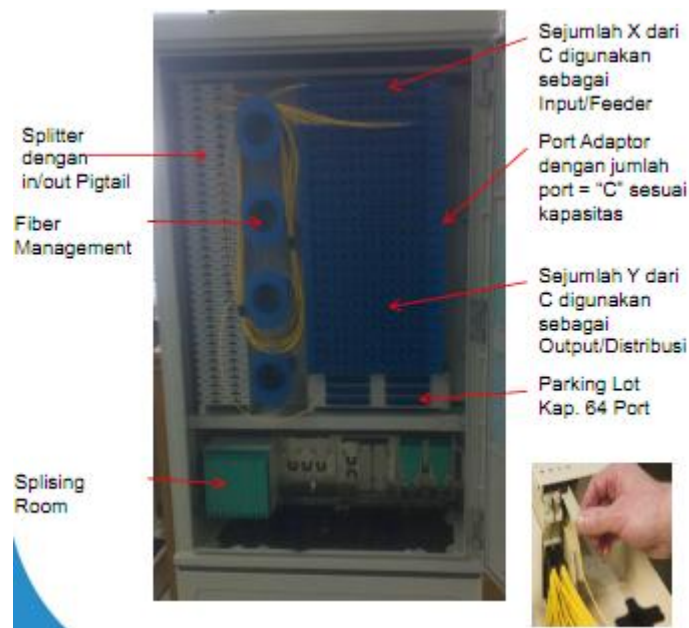
- *Feeder FO*

*Feeder FO* berfungsi untuk menyalurkan informasi berupa sinyal optik hasil konversi perangkat OLT, dan biasanya menggunakan kabel *single mode*. Ditinjau dari jenis instalasinya maka kabel *feeder* terdiri dari beberapa macam, yaitu:<sup>[12]</sup>

1. Kabel serat optik tanam langsung (jarang diimplementasikan).
2. Kabel serat optik *duct*. Kabel serat optik ini terdiri atas 2 (dua) jenis, yaitu:
  - Dengan sistem *duct* konvensional, instalasinya dengan cara penarikan.
  - Dengan sistem *micro duct*, instalasinya dengan cara dorongan tekanan udara (*Air Blown System*) tetapi di Indonesia belum digunakan sebagai *feeder FO*.
3. Kabel serat optik udara (*aerial*). Kabel serat optik ini terdiri atas 2 (dua) jenis, yaitu:
  - Dengan sistem konvensional, instalasinya dengan cara penarikan.
  - Dengan sistem *micro duct*, instalasinya dengan cara dorongan tekanan udara (*Air Blown System*) tetapi di Indonesia belum digunakan sebagai *feeder FO*.

- *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

*Optical Distribution Cabinet (ODC)* merupakan suatu ruang yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses instalasi sambungan jaringan optik *single mode*. Ruangan tersebut berbentuk kotak/kubah (*dome*) yang terbuat dari bahan material khusus. Di dalam ODC terdapat beberapa perangkat seperti *connector*, *splicing*, maupun *splitter*. *Connector* digunakan sebagai penghubung kabel optik, *Splice* digunakan untuk menyambung kabel optik satu sama lain, sedangkan *Splitter* merupakan perangkat pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu *input fiber* ke beberapa *output fiber*. ODC berupa perangkat pasif yang diinstalasi di luar STO. ODC dapat diletakkan di dalam ruangan seperti pada MDF atau dapat juga diletakkan di luar ruangan seperti lapangan atau pinggir-pinggir jalan. ODC berfungsi sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal dari kabel distribusi, sebagai titik distribusi kabel dari kabel berkapasitas besar (*feeder*) menjadi beberapa kabel yang memiliki kapasitas lebih kecil (*distribusi*), sebagai tempat penyambungan, dan juga tempat pemasangan *splitter*.<sup>[12]</sup>



Gambar 2.11 *Optical Distribution Cabinet (ODC)*<sup>[9]</sup>

- *Passive Splitter (PS)*

*Splitter* adalah adalah suatu perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya) dengan kapasitas distribusi dari *splitter* berupa 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, dan 1:32. *Splitter* terdiri dari 3 *port* dan bisa mencapai 32 *port*. Untuk *splitter* pada GPON, sinyal dapat dibagi untuk 64 pelanggan. Adapun aplikasinya adalah berupa sistem *one stage* (1:32) dan sistem *two stage* 1:2 dan 1:16 atau 1:2 dan 1:8, sehingga yang dipasang di ODC hanya 1:2 dan 1:4 saja. *Passive splitter* dapat pula digunakan untuk memisahkan sinyal *input* menjadi beberapa sinyal *output*.

### 2.4.3 Segmen B

a. *Distribution FO*

Kabel serat optik distribusi sama seperti kabel serat optik feeder yang berfungsi untuk meneruskan sinyal optik dari ODC ke ODP. Kabel distribusi yang digunakan biasanya adalah jenis *single mode*. Kabel distribusi memiliki kapasitas antara 6 *core* sampai dengan 48 *core*, tergantung dari jenis kabel yang digunakan, seperti:<sup>[12]</sup>

1. Kabel *duct* konvensional dan HDPE mulai dari 12 s/d 24 dengan 6 *tube* dan 24 s/d 48 dengan 12 *tube*.
2. Kabel dengan *micro duct* mulai dari 2 s/d 24 *core*.
3. Kabel udara mulai dari 12 s/d 24 dengan 6 *tube* dan 24 s/d 28 dengan 12 *tube*.
4. Kabel *aerial* dan *duct* dengan per *tube* 1 *core* / SCPT (12 & 24 *core*)
5. Tipe kabel yang sudah diimplementasikan di Jepang, yaitu *C Slotted SSW* untuk *aerial* (maksimal 48) dan untuk *duct* (maksimal 48), *Ribbon Slotted SSW* (untuk kapasitas 48 *core* dan bisa mencapai 300 *core*), *Aerial* dan *Ribbon Slotted* (untuk kapasitas 48 dan bisa mencapai 1000 *core*) untuk *duct*, serta kabel *Single Fiber* tipe *SSW (Self Supporting Window)* kapasitas sampai dengan 8 *core*.

b. *Optical Distribution Point (ODP)*

*Optical Distribution Point (ODP)* merupakan tahap lanjut dari keluaran kabel distribusi dari arah ODC yang kemudian terhubung ke masing-masing ONU menggunakan kabel *drop*, atau dengan kata lain ODP digunakan untuk menghubungkan jaringan distribusi ke pelanggan. Kotak ODP merupakan komponen infrastruktur yang dibuat untuk jaringan GPON dengan topologi FTTH dan FTTB, dan peletakan perangkat ODP juga dapat dilakukan di *indoor* maupun *outdoor*. ODP merupakan suatu perangkat pasif yang diinstalasi di luar STO. ODP dapat diletakkan di dalam ruangan atau dapat juga diletakkan di luar ruangan seperti lapangan. ODP dapat berfungsi sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik awal kabel penanggal atau kabel *drop*, sebagai titik distribusi kabel distribusi menjadi beberapa saluran penanggal, sebagai tempat penyambungan, dan sebagai tempat pemasangan *splitter*.

Ditinjau dari lokasi atau tempat pemasangannya, ODP dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:<sup>[12]</sup>

1. ODP tipe *Wall / On Pole*, yaitu tipe ODP yang biasa dipasang pada dinding atau di atas tiang telepon. ODP jenis ini digunakan untuk instalasi kabel *drop* atas tanah. Gambar 2.13 menunjukkan ODP tipe *wall/on pole*.



Gambar 2.12 ODP tipe *wall / on pole*<sup>[9]</sup>

2. ODP tipe *Pedestal*, yaitu ODP yang digunakan untuk instalasi kabel *drop* bawah tanah yang dilindungi pipa. ODP jenis ini diinstalasi di atas permukaan tanah. Gambar 2.14 menunjukkan ODP tipe *pedestal*.

Gambar 2.13 ODP tipe *pedestal*<sup>[9]</sup>

3. ODP tipe *Closure*, yaitu dapat dipasang di bawah tanah, di tiang telepon, atau dapat juga dipasang di antara dua tiang. Gambar 2.15 menunjukkan ODP tipe *closure*.

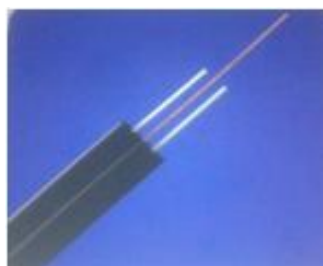
Gambar 2.14 ODP tipe *closure*<sup>[9]</sup>

#### 2.4.4 Segmen C

##### a. Kabel *Drop*

Kabel *drop* berfungsi untuk meneruskan sinyal optik dari ODP ke rumah-rumah pelanggan, dimana tipe kabel *drop* yang digunakan adalah tipe G 657 untuk menanggulangi lokasi instalasi yang banyak belokan-belokan sehingga harus menggunakan optik dengan *bending insensitive*. Berdasarkan letak instalasinya, kabel *drop* dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu:<sup>[12]</sup>

1. Kabel *drop* untuk instalasi dengan pelindung pipa HH/Pit.

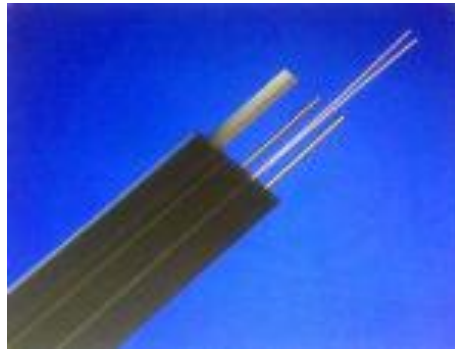
Gambar 2.15 Kabel *drop* untuk instalasi dengan pelindung pipa HH/Pit<sup>[9]</sup>

2. Kabel *drop* ABF (*Air Blown Fiber*) dengan *micro duct*.



Gambar 2.16 Kabel *drop* ABF (*Air Blown Fiber*) dengan *micro duct*<sup>[9]</sup>

3. Kabel *drop* dengan kawat penggantung (*aerial*).



Gambar 2.17 Kabel *drop* dengan kawat penggantung (*aerial*)<sup>[9]</sup>

b. *Optical Terminal Premises* (OTP)

*Optical Terminal Premises* (OTP) merupakan perangkat pasif yang dipasang di rumah pelangganyang memiliki fungsi sebagai titik terminasi atau titik tambat akhir dari kabel *drop*, dan sebagai tempat sambungan *core* optik atau sebagai tempat peralihan dari kabel *outdoor* ke kabel *indoor*.



Gambar 2.18 *Optical Terminal Premises* (OTP)<sup>[9]</sup>



#### 2.4.5 Segmen D

##### a. Kabel *Indoor*

Kabel *indoor* berfungsi untuk meneruskan arus informasi berupa gelombang cahaya. Instalasi kabel *indoor* dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:<sup>[12]</sup>

1. Di klam dinding bagian sudut antara *plafond* dan dinding.
2. Di atas *plafond* yang dilindungi dengan pipa PVC ukuran 20 mm.
3. Di dalam pipa *counduit* yang sudah disediakan saat pembangunan rumah/gedung.
4. Menggunakan *micro duct* untuk kabel *Air Blown Fiber* (ABF).
5. Di atas kabel *tray* yang dilindungi dengan pipa PVC ukuran 20 mm atau dengan *micro duct* khusus untuk bangunan/*building*/HRB.

##### b. *Optical Indoor Outlet* (Roset)

Roset merupakan perangkat pasif yang diletakkan di dalam rumah pelanggan dan dijadikan sebagai titik terminasi akhir dari kabel fiber optik.



Gambar 2.19 *Optical Indoor Outlet* (Roset)<sup>[9]</sup>

#### 2.4.6 *Optical Network Termination / Unit* (ONT/ONU)

*Optical Network Unit* disebut juga sebagai *Optical Network Terminal* (ONT). Beberapa ONU diletakkan di beberapa lokasi dalam jaringan akses *broadband point to multipoint* antara CO dengan pelanggan. ONU/ONT adalah suatu perangkat aktif (opto elektrik) yang dipasang disisi pelanggan, dan berfungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrk serta digunakan sebagai alat demultipleks. Keluaran dari ONU/ONT merupakan layanan telepon, data dan internet, serta CATV/IPTV.



Gambar 2.20 *Optical Network Termination/Unit (ONT/ONU)*<sup>[13]</sup>

#### 2.4.7 *Pigtail*

*Pigtail* merupakan seutas serat optik yang pendek untuk menghubungkan dua komponen optis yang dilengkapi satu buah konektor pada salah satu ujungnya. Tampilan gambar pigtail ditunjukkan pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 *Pigtail*<sup>[9]</sup>

#### 2.4.8 *Patch-cord*

*Patch-cord* merupakan utas penyambung atau kabel interkoneksi dengan konektor yang sudah terpasang pada ke dua ujungnya. *Patch-cord* digunakan untuk menghubungkan antara dua buah perangkat. Tampilan dari gambar *patch-cord* ditunjukkan pada gambar 2.22.



Gambar 2.22 *Patch-cord*<sup>[9]</sup>

## 2.5 PERENCANAAN DEMAND<sup>[4]</sup>

Perencanaan *demand bandwidth* untuk masa depan merupakan perkiraan tentang sesuatu yang akan terjadi pada waktu yang akan datang yang didasarkan pada data yang ada pada waktu sekarang dan waktu lampau (*historical data*). Untuk melakan perencanaan *demand* dimulai dengan melakukan *survey micro demand*, yaitu kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data atau informasi dengan tujuan untuk mealukan perancangan jaringan. Survey Micro Demand terdiri dari 2 *team survey*, yaitu:<sup>[14]</sup>

1. *Team On Desk*, yaitu tim yang memiliki tugas untuk menyiapkan data *polygon* daerah yang akan di-*survey*, melakukan *input* data hasil *survey* ke dalam *Google Earth*, dan mengkonversikan data hasil *survey* ke dalam *format Excel*.
2. *Team On Site*, yaitu tim yang bertugas melakukan *survey* lapangan berdasarkan *polygon* yang sudah ditentukan.

## 2.6 LINK BUDGET

*Link Budget* adalah suatu perhitungan yang digunakan dalam perencanaan suatu jaringan yang didalamnya terdapat rugi-rugi (*loss*). Adapun *loss* perhitungan dari *link budget* sendiri dapat dilihat dari spesifikasi material yang digunakan.<sup>[3]</sup> Saat melakukan perancangan jaringan FTTH diperlukan pula proses perhitungan beberapa parameter sebagai pertimbangan apakah perencanaan jaringan FTTH tersebut sudah sesuai dengan standar spesifikasi yang telah direkomendasikan oleh ITU dan IEEE atau belum.

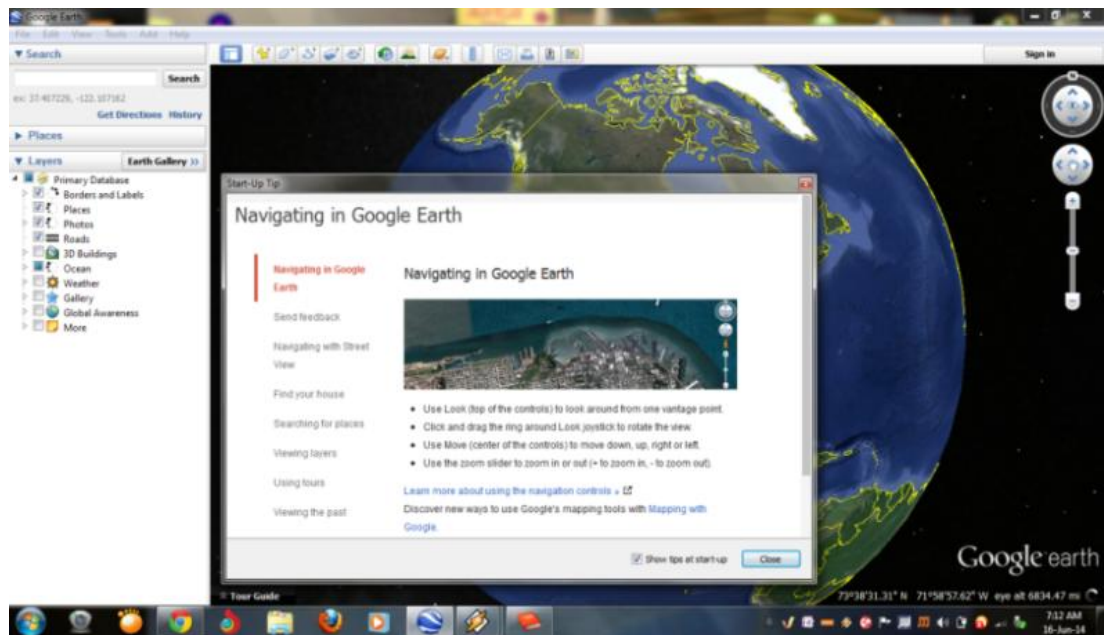
Tabel 2.1 Tabel Nilai redaman perangkat jaringan *Fiber To The Home* (FTTH)<sup>[15]</sup>

No.	Perangkat	Satuan	Standard Redaman (dB)	
1	Kabel <i>Fiber Optic</i>	km	0,35	
2	<i>Splitter</i>	1:2	Buah	3,70
		1:4	Buah	7,25
		1:8	Buah	10,38
		1:16	Buah	14,10
		1:32	Buah	17,45
3	Konektor	SC/UPC	Buah	0,25
		SC/APC	Buah	0,35
4	Sambungan	di kabel feeder	Buah	0,10

		di kabel distribusi	Buah	0,10
		di <i>drop</i> kabel	Buah	0,10
5	Total redaman + toleransi			28

## 2.7 GOOGLE EARTH

Dengan menggunakan aplikasi *Google Earth* maka gambar satelit dapat diamati dengan menampakkan sketsa jalan, keadaan geografis dan data spesifik mengenai lokasi atau tempat tertentu, serta seseorang dapat menjelajah dan mencari tempat-tempat yang sudah ataupun belum pernah didatangi diseluruh dunia lengkap dengan foto, gambar, maupun *video*. *Google Earth* dapat menyajikan gambar dengan akurasi yang sangat mengagumkan, seperti tampilan pegunungan, gedung-gedung, bahkan ada pula yang menampilkan kendaraan yang ada di jalan raya pun dapat terlihat. Gambar 2.23 memperlihatkan tampilan *software Google Earth*.



Gambar 2.23 *Google Earth*

## 2.8 KMLCSV CONVERTER

*Software KMLCSV Converter* digunakan untuk melakukan konversi dari KML ke CSV atau sebaliknya sehingga pengolahan data koordinat dalam jumlah banyak dapat dilakukan lebih fleksibel. Gambar 2.24 memperlihatkan tampilan dari *software KMLCSV Converter*.



Gambar 2.24 *KMLCSV Converter*