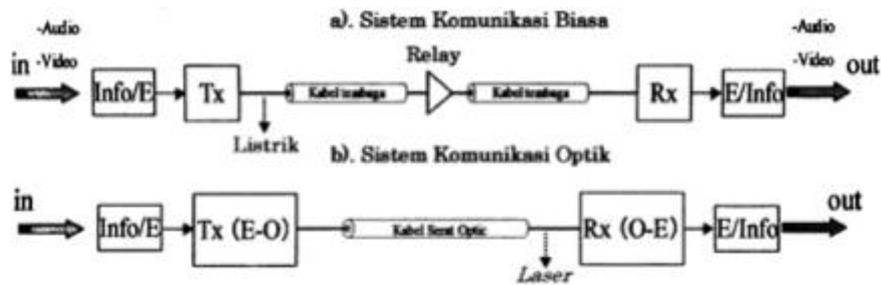


## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Sistem Komunikasi Optik

Dalam kebanyakan kasus, sistem komunikasi terdiri dari pemancar yang mengirimkan data, detektor yang menerima data, dan saluran transmisi yang meneruskan data. Informasi tersebut harus diolah oleh pengirimnya sebelum dapat dikirimkan melalui suatu media dan disampaikan kepada penerima atau tujuan, dimana informasi tersebut harus diterima dengan baik dan lengkap. *Gadget* yang dimiliki penerima bertanggung jawab untuk menerjemahkan konten yang disediakan agar dapat dipahami. [3].



Gambar 2.1 Blok Diagram Sebuah Sistem Komunikasi [3].

Seperti terlihat pada gambar di atas, informasi ditransmisikan melalui serat optik dalam sistem komunikasi serat optik dalam bentuk sinyal pulsa cahaya. Sedangkan kabel tembaga digunakan sebagai media transmisi dalam sistem komunikasi standar [3].

Teknik transmisi sinyal dimana teknologi komunikasi optik berbeda dari sistem komunikasi konvensional. Sinyal informasi diubah menjadi impuls listrik dan kemudian dikirim melalui kabel tembaga dalam sistem komunikasi standar. Sinyal tersebut kemudian diubah kembali menjadi data asli setelah sampai di tujuannya. Sinyal informasi dalam sistem komunikasi optik mula-mula diubah menjadi sinyal listrik, kemudian diubah kembali menjadi sinyal optik atau cahaya. Setelah melewati serat optik dan mencapai penerima, sinyal tersebut kemudian diubah kembali menjadi listrik dan diubah menjadi sinyal informasi [3].

Sistem komunikasi optik memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

1. Kemampuannya menempuh jarak puluhan bahkan ratusan kilometer.
2. Kebal terhadap pengaruh gelombang elektromagnetik.

3. Kapasitas transmisinya banyak.
4. Dibandingkan teknologi komunikasi lainnya, kualitasnya lebih unggul.
5. Dibandingkan dengan kabel tembaga, bahan dasar kabel optik relatif lebih murah [4].

Sedangkan kekurangan dari sistem komunikasi optik adalah :

1. Instalasi dan pemeliharaan merupakan tantangan..
2. Karena serat optik menggunakan cahaya sebagai konduktor komunikasi dan membengkokkan kabel sehingga menimbulkan kebocoran cahaya, kabel serat optik tidak boleh dipasang pada sudut yang tajam [5].

## 2.2 Kabel Serat Optik

Kabel serat optik berbahan dasar kaca merupakan salah satu jenis kabel yang memiliki kemampuan menghantarkan dan menerima sinyal.



Gambar 2.2 Bagian-bagian kabel serat optik [6].

Gambar di atas antara lain menggambarkan komponen-komponen kabel serat optik :

### 1. Core (Inti Kabel)

Inti atau inti kabel akan berfungsi sebagai saluran perpindahan cahaya. Komponen pertama dalam serat optik yang bertindak sebagai konduktor asli adalah kabel ini. Kabel ini berbentuk seperti silinder dan tersusun dari silika ( $\text{SiO}_2$ ). Untuk meningkatkan indeks, sering ditambahkan penguat lebih lanjut dalam bentuk germanium oksida ( $\text{GeO}_2$ ), dan *doping* dilakukan dengan bahan isolasi. Inti kabel ini memiliki luas lingkaran sekitar 3-200  $\mu\text{m}$ . Inti juga mempertimbangkan ketebalannya dengan cermat, karena ini merupakan faktor penting yang akan menentukan sifat-sifatnya sebagai inti kabel.

## 2. *Cladding* (Selubung)

Dengan memantulkan cahaya menggunakan cermin atau *cladding*, maka cahaya akan menuju ke ujung yang berlawanan. Selimut atau selubung berdiameter 125–250  $\mu\text{m}$  akan ditempatkan di atas inti kabel. Meskipun terbuat dari kaca, indeks bias selubung ini lebih rendah dibandingkan inti kabel.

## 3. *Coating* (Pelindung)

Pelindung, sesuai dengan namanya, berfungsi sebagai pelindung mekanis dan sistem pengkodean untuk banyak warna yang ada dalam serat optik. Untuk mengoptimalkan penggunaannya, pelindung pada inti ini terbuat dari plastik elastis yang sering disebut PVC. Selain itu, pelapisan berfungsi sebagai pelindung untuk menjaga serat optik aman dari bahaya yang mungkin mengganggu jaringan akses.

## 4. *Strengthening Fibers* (Serat Penguat)

Serat yang diperkuat atau diperkuat juga dilapisi atau dilindungi. Penguatan ini berfungsi sebagai pelindung kabel optik, mencegah putusannya. Bahan serat yang digunakan untuk membuat pelindung ini berasal dari jenis kain yang sangat tahan lama.

## 5. *Cable Jacket* (Selongsong Kabel)

Kabel Jacket atau Selongsong Kabel bekerja dengan cara yang sama seperti pelindung lainnya. *Jacket Cable* berfungsi sebagai pengaman setiap komponen kabel *fiber* optik sehingga menjadikannya unik. Ini terdiri dari plastik elastis atau PVC dan memiliki cap identifikasi di atasnya [6].

Mengingat kualitas dan elemen struktural dari sistem transmisi yang saat ini digunakan secara luas, teknologi serat optik secara luas dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori:

### 1. *Single mode*

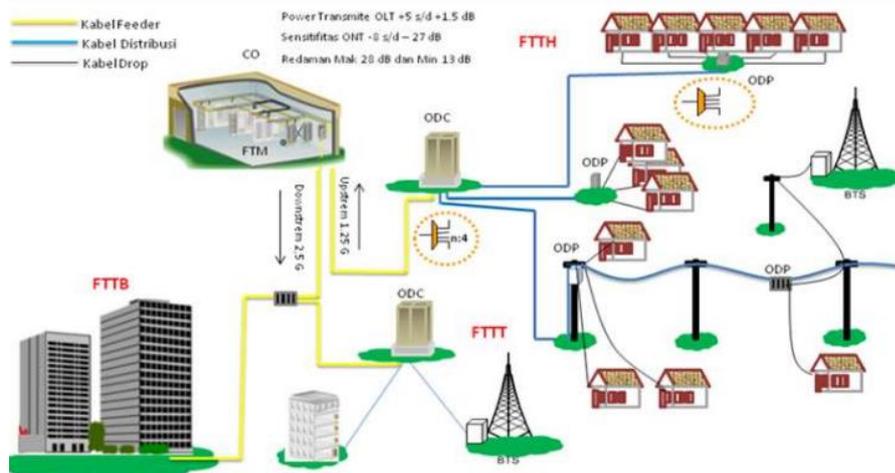
Dari sudut pandang struktural, teknologi serat optik mode tunggal beroperasi dengan inti serat yang sangat kecil, dengan diameter sekitar 8 hingga 10 mikrometer. Hanya ada satu mode cahaya yang dapat merambat melalui inti serat sekecil ini. Hanya cahaya dengan panjang gelombang 1310 yang dapat melewatinya.

## 2. Multi mode

Serat optik *multimode* adalah metode yang menggunakan banyak indeks cahaya dalam media serat optik untuk mengirimkan data. Hingga mencapai tujuannya, cahaya yang dibawanya akan dipantulkan beberapa kali. Dengan teknologi serat optik *multi-mode*, hingga 100 mode cahaya berbeda dapat dibuat dalam sinyal cahaya [7].

### 2.3 FTTX

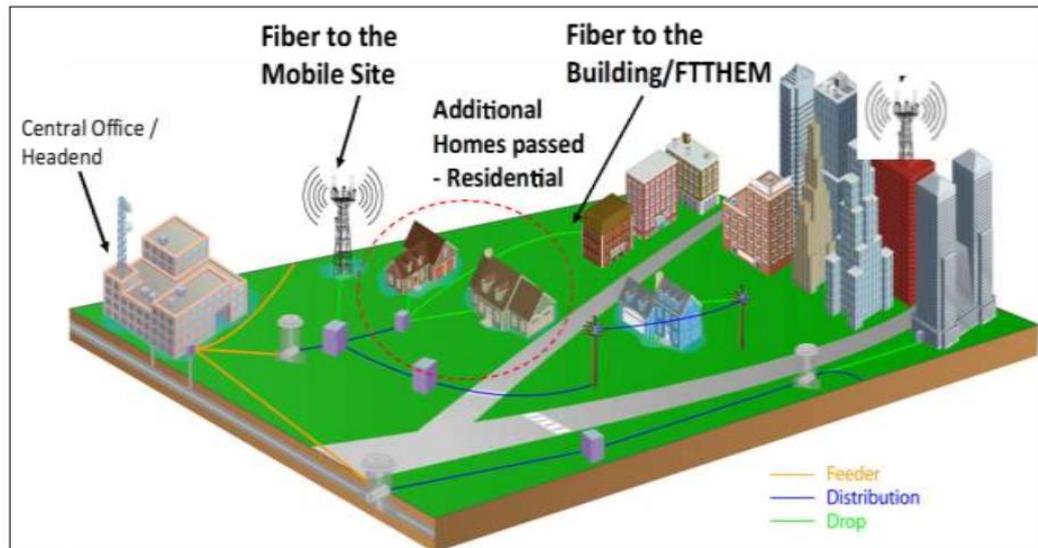
Arsitektur jaringan *broadband* apa pun yang menggantikan seluruh atau sebagian kabel *loop* lokal logam yang digunakan untuk komunikasi jarak jauh dengan serat optik dikenal sebagai *fiber to the x*, atau FTTx. Kata "FTTH" berasal dari kombinasi banyak topologi penerapan serat (FTTN, FTTC, FTTB, dan FTTH), yang semuanya dimulai dengan "FTT" tetapi berbeda dengan huruf terakhir. Setidaknya dua (dua) perangkat optoelektronik, yang disebut sebagai Titik Konversi Optik (TKO) di sisi klien dan satu (satu) perangkat optoelektronik di sisi tengah, membentuk sistem FTTX. Mode aplikasi atau arsitektur FTTX berbeda karena variasi lokasi TKO [8].



Gambar 2.3 Topologi FTTx [9].

Topologi FTTx yang dipisahkan menjadi FTTH, FTTT, dan FTTB dijelaskan pada Gambar 2.3. Jangkauan jaringan serat optik berkemampuan FTTx meluas dari perangkat ODF/FTM hingga *Rosette* yang dipasang di lokasi klien. Penerapan teknologi FTTx mencakup layanan *Backhaul/Mobile/Node-B*, Kawasan Bisnis, Pelanggan Perumahan, dan Pasar Kelas Atas seperti

gedung bertingkat (HRB). Gambar berikut mengilustrasikan mode aplikasi Jaringan *Fiber To The X* (FTTx) [9].



Gambar 2.4 Mode Aplikasi Jaringan untuk FTTx [9].

Tata letak dasar jaringan akses serat FTTx mirip dengan jaringan akses tembaga dengan segmen pasokan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Ada perangkat aktif OLT dan ONU/ONT di jaringan akses serat FTTx selain pasokan kabel pengumpan, distribusi, *drop*, dan *interior* [9].

## 2.4 Arsitektur FTTx

Titik akhir kabel optik, yang dalam hal ini berhubungan dengan variabel *x* pada teknologi FTTx, dapat digunakan untuk mengkategorikan FTTx ke dalam beberapa terminologi. Berikut klasifikasinya:

### 1. *Fiber To The Node* (FTTN)

Titik Konversi Optik (TKO), yang dapat ditemukan di lemari atau lubang got, terletak di luar struktur. Kabel tembaga hingga beberapa kilometer digunakan untuk menghubungkan terminal klien ke TKO. FTTN dapat dilihat setara dengan Rumah Kabel (RK) Jaringan Akses Tembaga..

### 2. *Fiber To The Cabinet* (FTTC)

Titik Konversi Optik (TKO) terletak di luar struktur, baik di atas tiang lubang got atau di dalam kabinet. Terminal klien terhubung ke TKO melalui kabel tembaga yang panjangnya beberapa ratus meter; FTTC dan FTTN sebanding, sedangkan FTTC lebih dekat sekitar 300 meter. FTTC mungkin

dianggap setara dengan jaringan akses tembaga yang menggantikan Kotak Berbagi (KP).

### 3. *Fiber To The Building* (FTTB)

Struktur di dalam, biasanya di ruang bawah tanah atau ruang telekomunikasi, terdapat Titik Konversi Optik (TKO). Kabel tembaga dalam ruangan digunakan untuk menghubungkan terminal pelanggan ke TKO. Area Pasokan Langsung (DCL) pada jaringan akses tembaga dapat dibandingkan dengan FTTB.

### 4. *Fiber To The Home* (FTTH)

Terminal klien terhubung ke titik konversi optik (TKO), yang terletak di rumah mereka, menggunakan kabel tembaga di dalam yang panjangnya bisa mencapai puluhan meter. FTTH dapat dibandingkan dengan penggantian *Terminal Block* (TB) jaringan akses tembaga [10].

## 2.5 Perangkat FTTx

### 1. *Optical Line Terminal* (OLT)

Dengan teknologi *Passive Optical Network* (PON), OLT menawarkan antarmuka antara penyedia layanan data, video, dan suara/telepon. Ini foto OLT [11].



Gambar 2.5 Perangkat OLT [11].

Seperti terlihat pada Gambar 2.5, OLT merupakan perangkat aktif (*OptoElectric*) yang berfungsi sebagai *multiplexer* optik untuk ONT (*Optical Network Terminal*) dan mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik dan sebaliknya.

## 2. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

Kabinet distribusi optik (ODC) adalah area berbentuk kotak atau kubah yang dibuat khusus yang digunakan untuk menampung koneksi jaringan optik mode tunggal. Ini foto ODCnya.



Gambar 2.6 Perangkat ODC [11].

Pangkal kabel distribusi dan ujung kabel pengumpan diakhiri pada Kabinet Distribusi Optik (ODC), seperti terlihat pada gambar di atas. Selain itu, ODC berfungsi sebagai posisi *splitter* sekaligus sebagai titik distribusi kabel-kabel yang berpindah dari kabel berkapasitas besar (*feeder*) ke beberapa kabel berkapasitas lebih rendah (distribusi). [11].

## 3. *Optical Distribution Point (ODP)*

Titik Distribusi Optik (ODP) pasif sering kali dipasang di luar STO. ODP dapat digolongkan menjadi tiga kategori berdasarkan lokasinya, antara lain:

- a. Tiang ODP, pemasangan di dinding, atau bahkan bisa juga dipasang pada tiang dalam instalasi *dropcore* yang berada di atas permukaan tanah (*aerial*)
- b. ODP Pedestal dipasang di atas tanah, sedangkan ODP digunakan untuk instalasi *dropcore* di bawah tanah yang dilindungi pipa PVC berukuran 2 cm

- c. Pada kabel distribusi udara, Penutupan ODP dapat dipasang di antara dua kutub dan sangat fleksibel bila ditempatkan dekat dengan kutub [11].

Berikut ini merupakan gambar dari ODC.



Gambar 2.7 Optical Distribution Point [11].

ODP berfungsi sebagai titik tambat awal dan landasan *dropcore*, serta titik terminasi pada ujung kabel distribusi, seperti terlihat pada Gambar 2.7. Selain itu, ODP digunakan sebagai titik terminasi *dropcore*, tempat sambungan kabel distribusi, dan titik distribusi kabel distribusi ke berbagai saluran *dropcore*.

#### 4. Optical Network Terminal (ONT)

Perangkat yang disebut terminal jaringan optik (ONT) adalah perangkat optik-listrik aktif yang dipasang di sisi pelanggan dan berfungsi sebagai konverter antara data optik dan listrik. Port layanan RJ-11, RJ-45, dan RF tersedia di ONT. Selain itu, ONT berfungsi sebagai *demultiplexer*, menghasilkan tiga layanan sebagai *outputnya*: suara, data/internet, dan CATV/IPTV [11].

## 2.6 Alat yang digunakan pada sistem komunikasi optik

### 1. *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*

Instrumen yang disebut OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) digunakan untuk memantau dan mengidentifikasi kerusakan serat optik dalam domain waktu. Gambar instrumen OTDR ditunjukkan di bawah ini.

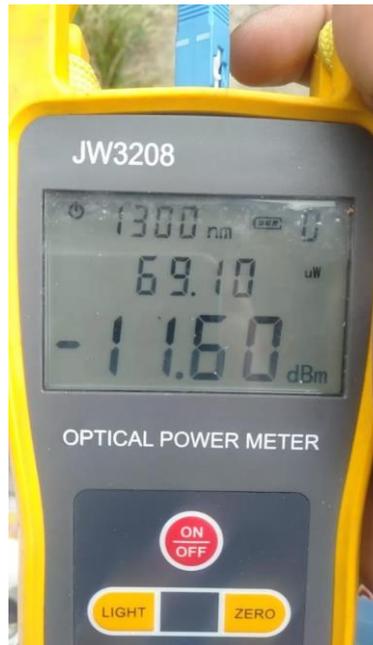


Gambar 2.8 *Optical Time Domain Reflectometer* [12].

Gambar di atas menunjukkan bagaimana OTDR juga dapat digunakan untuk memeriksa jarak penyisipan kerugian, refleksi yang ada, dan kerugian yang terjadi di setiap lokasi. Informasi dari temuan analisis kemudian akan ditampilkan pada layar tampilan OTDR [12].

### 2. *Optical Power Meter (OPM)*

Akronim OPM yang merupakan singkatan dari *Optical Power Meter* adalah instrumen yang digunakan untuk memantau komunikasi dan daya pada kabel serat optik. Gambar alat OPM ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 2.9 *Optical Power Meter* [12].

Gambar 2.9 menunjukkan bahwa redaman diberikan dalam satuan dBm dan daya terukur dinyatakan dalam satuan mikrowatt. Alat pengukur daya kabel serat optik ini dilengkapi dengan sensor terkalibrasi standar, meteran *amplifier*, dan layar. Tingkat daya dan panjang gelombang yang tepat diukur menggunakan sensor fotodiode. Layar alat ini akan menampilkan hasil pengukuran [12].

### 3. *Fusion Splicer*

*Fusion splicer* adalah perangkat yang menghubungkan kedua ujung kabel serat optik. Gambar alat *Fusion Splicer* ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 2.10 *Fusion Splicer* [12].

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10, nilai kehilangan koneksi ditampilkan dan status koneksi dilacak menggunakan layar monitor. Kedua ujung serat optik dengan cepat menyatu menggunakan panas dan perangkat ini. *Fusion splicer* ini digunakan untuk memperbaiki kabel serat optik yang rusak selain untuk membuat jaringan serat optik [12].

#### 4. *Fiber stripper*

Alat yang digunakan untuk menghilangkan lapisan luar atau kulit kabel serat optik disebut *striper/miller*. Ini adalah gambar pengupas serat.



Gambar 2.11 *Fiber Striper* [12].

Pengupas serat pada gambar di atas memiliki tiga lubang berbeda yang dirancang untuk mengakomodasi ketebalan kulit kabel yang bervariasi untuk pengupasan. Inti kabel serat optik yang tipis dan kecil adalah alasan keakuratan alat ini. Kepresisian alat ini berupaya mencegah kerusakan pada inti kabel serat optik selama proses pengelupasan [12].

#### 5. *Fiber Cleaver*

Alat yang disebut *fiber cleaver* digunakan untuk memotong kabel serat optik pada intinya. Tujuan dari penggunaan alat ini untuk memotong inti adalah untuk mendapatkan ujung potongan yang rapi. Berikut adalah foto *Fiber Cleaver*.



Gambar 2.12 *Fiber Cleaver* [12].

Seperti terlihat pada Gambar 2.12, kabel dipotong dengan pemotong berbentuk lingkaran kecil untuk memberikan hasil yang bersih tanpa merusak inti kabel. Lubang pada kabel berukuran sesuai dengan ketebalannya. Karena potongan yang berantakan pada ujung inti kabel serat optik dapat menimbulkan masalah atau bahkan sambungan terputus, golok serat ini sangat presisi [12].