

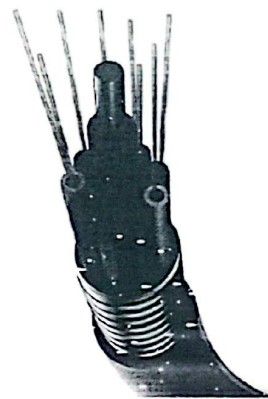
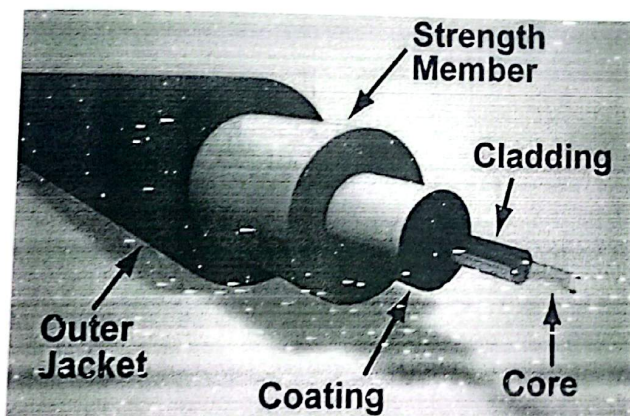
## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Kabel Fiber Optic [2]

*Kabel Fiber Optic* adalah suatu jenis kabel yang diperuntukan sebagai media transmisi terarah (guided/wireline) guna kepentingan perpindahan arus data dalam dunia jaringan computer. Sebagai kabel yang sarat akan teknologi canggih, fungsi kabel jaringan fiber optik diantaranya yaitu untuk kepentingan jaringan biasa seperti LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network) atau MAN. Biasanya kabel jaringan fiber optik lebih banyak ditemukan pada instalasi jaringan tingkat menengah ke atas seperti perusahaan-perusahaan besar atau instansi pemerintahan yang menuntut adanya struktur jaringan dengan kemampuan yang benar-benar cepat.

#### 2.1.1. Karakteristik Kabel Jaringan Fiber Optic [1]

Karakteristik kabel jaringan fiber optik yakni bagian dalamnya terdiri dari inti yang terbuat dari kaca dengan beberapa lapisan yang memiliki fungsinya sendiri-sendiri. Tak berbeda jauh dengan kabel jaringan lain seperti kabel UTP atau kabel STP, pada kabel jaringan fiber optik ini juga terdapat insulator (disebut coating) yang dirancang dengan beraneka ragam warna.



Untuk lebih jelasnya, *karakteristik kabel jaringan fiber optik* dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar sederhana di atas. Dari gambar tersebut dapat dilihat jika kabel fiber optik terdiri dari :

- Inti (Core)

Tepat di tengah-tengah kabel fiber optik terdapat bagian utama dalam struktur kabel fiber optik yakni 'core' alias inti yang terbuat dari serat kaca. Umumnya core ini memiliki diameter sekitar  $2\ \mu\text{m} - 50\ \mu\text{m}$  (tergantung dari jenis serat optiknya), dimana ukuran core ini sendiri berpengaruh besar terhadap kualitas dan kemampuan dari sebuah kabel fiber optik. Fungsi core pada kabel fiber optik ini adalah sebagai tempat berlangsungnya perambatan cahaya dari satu ujung ke ujung kabel lainnya, sehingga proses pengiriman cahaya dapat dilakukan.

- **Jaket (Cladding)**

Lapisan yang menyelubungi core pada kabel fiber optik disebut cladding yang terbuat dari kaca. Indeks bias yang dihasilkan cladding ini lebih kecil dari core, dimana hubungan indeks bias antara core dan cladding akan mempengaruhi perambatan cahaya pada core (mempengaruhi besarnya sudut kritis). Diameter cladding berkisar antara  $5\ \mu\text{m} - 250\ \mu\text{m}$  serta berfungsi sebagai pelindung core sekaligus menjadi cermin yang terpencar keluar kembali ke dalam core. Bisa dibayangkan cladding merupakan bagian yang punya peran penting karena berkat cladding inilah cahaya dapat merambat dalam core serat optik.

- **Mantel (Coating)**

Di bagian luar setelah cladding, terdapat mantel atau coating yang umumnya terbuat dari bahan plastik. Adapun fungsi coating pada kabel fiber optik adalah sebagai pelindung mekanis yang menjaga serat optik dari kerusakan yang dapat terjadi karena lengkungan kabel atau gangguan luar lainnya seperti kelembaban. Coating ini memiliki warna yang beragam untuk mempermudah dalam penyusunan urutan core.

- **Strength Member & Outer Jacket**

Strength Member (material penguat) dan Outer Jacket (jaket luar) merupakan lapisan terluar dari sebuah kabel fiber optik. Fungsi atau kegunaannya tentu saja sebagai pelindung yang menjaga kabel dari gangguan luar yang bisa menyebabkan kerusakan pada bagian core.

### 2.1.2. Karakteristik Kabel Fiber Optik Secara Umum

Selain beberapa komponen di atas, karakteristik kabel jaringan fiber optik secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Bagian dalam kabel jaringan fiber optik terdiri dari inti yang terbuat dari serat kaca dan diselubungi oleh beberapa lapisan yang bersifat sebagai pelindung.
- Konektor yang umum digunakan untuk kabel jaringan fiber optik adalah konektor ST, namun baru-baru ini ada konektor lain yang diperkenalkan sebagai pasangan kabel jaringan fiber optik yakni konektor SC.
- Kecepatan transfer data yang mampu dilakukan kabel fiber optik berada di angka 100 Mbps ke atas (bahkan dapat mencapai 1000 Mbps).
- Biaya rata-rata pernode cukup mahal.
- Diameter kabel jaringan fiber optik dan ukuran konektornya relatif kecil sehingga fleksibel dalam proses instalasi.
- Panjang kabel jaringan fiber optik sangat panjang yakni mencapai 2 km (mengalahkan kabel jaringan lainnya seperti Coaxial dan Twisted Pair).

### 2.1.3. Cara Kabel Fiber Optik Mentransmisikan Data

Kabel jaringan fiber optik memiliki cara kerja yang sangat berbeda dengan kabel jaringan lainnya seperti *kabel Coaxial* ataupun *kabel Twisted Pair*. Pasalnya kabel jaringan fiber optik bukan mentransmisikan sinyal listrik seperti kabel-kabel jaringan lainnya, melainkan mentransmisikan cahaya dengan cara mengkonversi sinyal listrik menjadi gelombang cahaya. Dengan begitu maka kabel jaringan yang satu ini punya keunggulan dalam hal mengurangi masalah gangguan gelombang frekuensi bahan elektrik, sehingga sangat ideal untuk digunakan pada kawasan yang dikelilingi gelombang frekuensi cukup tinggi.

Prinsip menggunakan gelombang cahaya pada kabel jaringan fiber optik membuatnya mampu membawa informasi lebih banyak dan menghantarkannya ke jarak yang jauh dibanding kabel jaringan lainnya yang masih menggunakan prinsip sinyal listrik. Hal ini dapat terjadi karena bahan baku yang digunakannya merupakan serat kaca murni yang dapat terus memancarkan cahaya tak peduli berapa panjang kabel yang ada.

### 2.1.2. Karakteristik Kabel Fiber Optik Secara Umum

Selain beberapa komponen di atas, karakteristik kabel jaringan fiber optik secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Bagian dalam kabel jaringan fiber optik terdiri dari inti yang terbuat dari serat kaca dan diselubungi oleh beberapa lapisan yang bersifat sebagai pelindung.
- Konektor yang umum digunakan untuk kabel jaringan fiber optik adalah konektor ST, namun baru-baru ini ada konektor lain yang diperkenalkan sebagai pasangan kabel jaringan fiber optik yakni konektor SC.
- Kecepatan transfer data yang mampu dilakukan kabel fiber optik berada di angka 100 Mbps ke atas (bahkan dapat mencapai 1000 Mbps).
- Biaya rata-rata pernode cukup mahal.
- Diameter kabel jaringan fiber optik dan dan ukuran konektornya relatif kecil sehingga fleksibel dalam proses instalasi.
- Panjang kabel jaringan fiber optik sangat panjang yakni mencapai 2 km (mengalahkan kabel jaringan lainnya seperti Coaxial dan Twisted Pair).

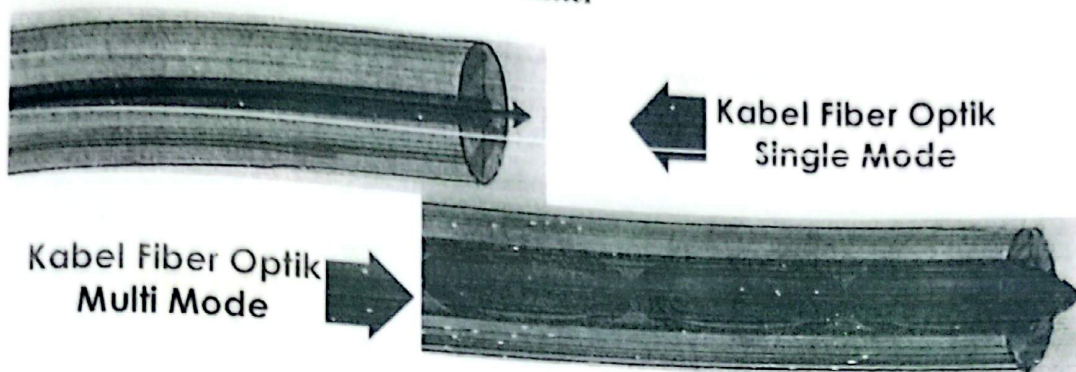
### 2.1.3. Cara Kabel Fiber Optik Mentransmisikan Data

Kabel jaringan fiber optik memiliki cara kerja yang sangat berbeda dengan kabel jaringan lainnya seperti *kabel Coaxial* ataupun *kabel Twisted Pair*. Pasalnya kabel jaringan fiber optik bukan mentransmisikan sinyal listrik seperti kabel-kabel jaringan lainnya, melainkan mentransmisikan cahaya dengan cara mengkonversi sinyal listrik menjadi gelombang cahaya. Dengan begitu maka kabel jaringan yang satu ini punya keunggulan dalam hal mengurangi masalah gangguan gelombang frekuensi bahan elektrik, sehingga sangat ideal untuk digunakan pada kawasan yang dikelilingi gelombang frekuensi cukup tinggi.

Prinsip menggunakan gelombang cahaya pada kabel jaringan fiber optik membuatnya mampu membawa informasi lebih banyak dan menghantarkannya ke jarak yang jauh dibanding kabel jaringan lainnya yang masih menggunakan prinsip sinyal listrik. Hal ini dapat terjadi karena bahan baku yang digunakannya merupakan serat kaca murni yang dapat terus memancarkan cahaya tak peduli berapa panjang kabel yang ada.

## 2.1.4. Jenis – jenis kabel jaringan fiber optic

### Tipe Kabel Fiber Optik Menurut Transmitter



Kabel jaringan fiber optic terdiri dari beberapa jenis, yang biasanya dapat dengan mudah diketahui dengan melihat transmitter (media transmisi data) yang digunakannya. Berikut ini jenis-jenis kabel jaringan fiber optic :

#### 2.1.4.1 Single Mode

Kabel jaringan fiber optic jenis single mode memiliki inti (core) yang relatif kecil, dengan diameter sekitar 0.00035 inch atau 9 micron. Jenis kabel fiber optic yang satu ini menggunakan transmitter laser semi konduktor yang mengirimkan sinar laser inframerah dengan panjang gelombang mencapai 1300-1550 nm. Disebut 'single mode' karena penggunaan kabel fiber optic ini hanya memungkinkan terjadinya satu modus cahaya saja yang dapat tersebar melalui inti pada suatu waktu.

Berikut ini karakteristik kabel jaringan fiber optic jenis *single mode* :

- Laju Data : Tinggi
- Jarak Pengiriman Data : Jauh
- Masa Pakai : Sebentar
- Sensitifitas Suhu : Substansial
- Biaya : Mahal

#### 2.1.4.2 Multi Mode

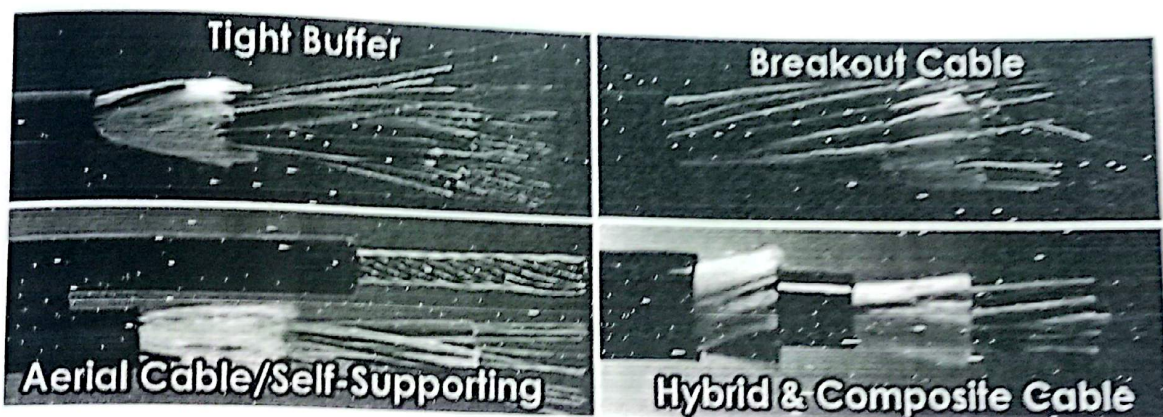
Jenis kabel fiber optic yang satu ini memiliki inti (core) yang lebih besar dibanding milik kabel fiber optic jenis single mode yakni berdiameter sekitar 0.0025 inch atau 62.5 micron. Dengan ukuran yang lebih besar, maka penggunaan kabel fiber optic jenis ini

memungkinkan ratusan modus cahaya tersebar melalui serat secara bersamaan. Kabel fiber optik multi mode ini menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) sebagai media transmisinya, serta lebih ditujukan untuk kepentingan komersial.

Berikut ini karakteristik kabel jaringan fiber optik jenis *multi mode* :

- Laju Data : Rendah
- Jarak Pengiriman Data : Pendek
- Masa Pakai : Lama
- Sensitifitas Suhu : Minor
- Biaya : Rendah (Murah)

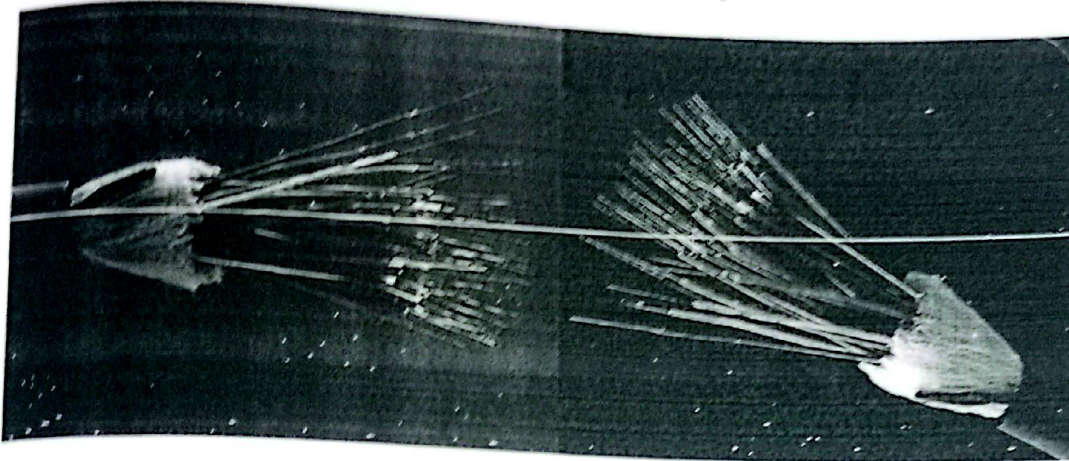
#### 2.1.5. Tipe kabel fiber optic menurut Aplikasi standar



Jika diklasifikasikan menurut aplikasi standar, jenis-jenis kabel fiber optik dibedakan menjadi beberapa tipe. Berikut ini diantaranya :

- Tight Buffer (Indoor/Outdoor)
- Breakout Cable (Indoor/Outdoor)
- Aerial Cable/Self-Supporting
- Hybrid & Composite Cable
- Armored Cable
- Low Smoke Zero Halogen (LSZH)
- Simplex cable
- Zipcord cable

### 2.1.6. Kelebihan dan kekurangan kabel jaringan fiber optik



Sebagai kabel yang dibuat dengan teknologi modern, kabel jaringan fiber optik punya sederet keunggulan jika dibandingkan dengan kabel jaringan lainnya seperti kabel Coaxial ataupun kabel Twisted Pair. Untuk mengetahui apa saja kelebihan dan kekurangan kabel jaringan fiber optik :

#### **Kelebihan Kabel Jaringan Fiber Optik**

- 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.
- Bandwith kabel jaringan fiber optik tak perlu diragukan lagi karena mampu membawa paket-paket dengan kapasitas besar (bisa tembus 1 gigabit per detik).
- Kabel jaringan fiber optik dapat mengirim sinyal lebih jauh dibanding kabel jaringan jenis lainnya, bahkan tanpa memerlukan perangkat penguat sinyal seperti repeater atau lainnya. Kalaupun dibutuhkan, penguat sinyal tidak perlu dipasang setiap 5 km seperti kabel-kabel jaringan lainnya, melainkan cukup dipasang setiap 20 km saja.
- Material yang dipakai untuk membuat kabel jaringan fiber optik memiliki keunggulan untuk bisa bertahan pada banyak gangguan seperti kelembaban udara dan cahaya (panas). Dengan begitu maka dapat disimpulkan bahwa kabel fiber optik relatif awet karena tidak gampang rusak.
- Kemampuan kabel jaringan fiber optik yang tahan lama dan tidak gampang rusak membuatnya jadi lebih efisien dibanding kabel jaringan lainnya, karena biaya perawatan pun jadi kian murah.

- Tak berbeda jauh dengan kabel jaringan STP, kabel jaringan fiber optik juga kuat terhadap interferensi elektromagnetik yang berasal dari sekitar kabel.
- 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.
- Karena bukan mengirim sinyal listrik melainkan gelombang cahaya, kabel jaringan fiber optik mampu mengatasi masalah gangguan gelombang frekuensi bahan elektrik. Dengan begitu maka kabel jaringan jenis ini sangat ideal untuk digunakan pada kawasan yang dikelilingi gelombang frekuensi cukup tinggi.
- Diameter kabel jaringan fiber optik yang relatif kecil dan tipis, ditambah lagi dengan bobotnya yang ringan membuat proses instalasi kabel fiber optik relatif mudah karena bersifat fleksibel.
- Berbeda dengan kabel jaringan lainnya yang berpotensi menyebabkan terjadinya korsleting atau kebakaran, khusus pada kabel fiber optik hal itu tidak akan terjadi karena menggunakan bahan dasar serat kaca yang aman dan tidak mudah terbakar karena: tidak mengalirkan listrik.
- 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.
- Kabel jaringan fiber optic dapat dengan mudah di-*upgrade* bahkan tanpa perlu mengubah sistem kabel yang ada.

### **Kekurangan Kabel Jaringan Fiber Optik**

- Harga kabel jaringan fiber optik masih terlalu mahal, terutama jika dibandingkan dengan kabel jaringan lainnya seperti kabel UTP yang terkenal murah meriah.
- 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.
- 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.

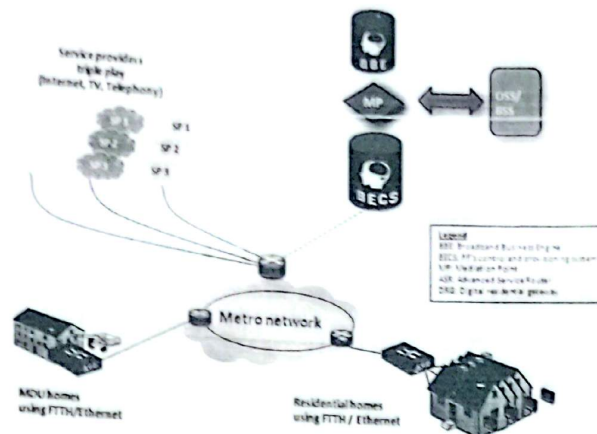
- Jika rusak, perbaikan instalasi kabel jaringan fiber optik yang kompleks memerlukan tenaga yang ahli di bidang ini.
- Kabel jaringan fiber optik ditakutkan bisa menyerap hidrogen sehingga dapat menyebabkan loss data
- Mengingat kabel jaringan fiber optik menggunakan gelombang cahaya untuk mentransmisikan 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.

## 2.2. Fiber To The Home (FTTH) [5]

*Fiber To The Home (FTTH)* merupakan penyelenggaraan jaringan dengan medium penghantaran kabel Serat optik hingga mencapai ke titik pelanggan (customer premise). Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional berupa kabel tembaga (Cu). Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah Triple Play Services yaitu layanan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

Berbeda dengan jaringan kabel optik konvensional yang memerlukan dua core kabel optik untuk transmit (Tx) dan receive (Rx) data informasi yang dilewatkan, maka pada FTTH digunakan cukup satu core saja kabel optik untuk Tx dan Rx. Hal ini dimungkinkan dengan menggunakan perbedaan panjang gelombang cahaya yang digunakan pada Tx maupun Rx. Teknologi yang digunakan ini dikenal sebagai PON (Passive Optical Network). Dalam standarisasi teknologi PON terdapat dua institusi internasional ternama yang berbeda basis pengembangannya. ITU (International Telecommunication Union) dengan basis teknologi telekomunikasi menstandarkan pertama kali APON, A merefer dari ATM (Asynchronous Transfer Mode) dan berkembang hingga saat ini sebagai GPON. Sedangkan IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering).

## FTTH Solutions



Gambar 2. 1 Topology FTTH (Fiber To The Home)

Teknologi FTTH ini dapat menghemat biaya dan mampu menekan biaya operasi dan memberikan layanan yang lebih baik (Service excellent) kepada customer. Ciri-ciri inherent serat optik membenarkan penghantaran isyarat telekomunikasi dengan lebar jalur yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional (tembaga).

Pusat penghantaran penyelenggara layanan (service provider) yang berada di kantor utama disebut juga dengan central office (CO), disini terdapat peralatan yang disebut dengan OLT. Kemudian dari OLT ini dihubungkan kepada ONU yang ditempatkan di rumah-rumah pelanggan (customer's) melalui jaringan distribusi serat optik (Optical Distribution Network, ODN).

Isyarat optik dengan panjang gelombang (wavelength) 1490 nm dari hilir (downstream) dan isyarat optik dengan panjang gelombang 1310 nm dari hulu (upstream) digunakan untuk mengirim data dan suara.

Sedangkan layanan video dikonversi dahulu ke format optik dengan panjang gelombang 1550 nm oleh optik pemancar video (optical video transmitter). Isyarat optik 1550 nm dan 1490 nm ini digabungkan oleh pengabung (coupler) dan ditransmisikan ke pelanggan

secara bersama. Singkatnya, tiga panjang gelombang ini membawa informasi yang berbeda secara simultan dan dalam berbagai arah pada satu kabel serat optik yang sama.

### 2.3. Teknologi Arsitektur FTTH [7]

Ketika akan memutuskan arsitektur FTTH yang akan dipilih, provider memiliki beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan termasuk *outside plant* yang telah ada, lokasi jaringan, biaya untuk penyebaran jaringan, kepadatan pelanggan, dan pengembalian modal. Adapun terdapat pilihan teknologi yang tersedia untuk arsitektur FTTH. Jaringan dapat membentuk Active Optical Network (AON) maupun Passive Optical Network (PON).

#### 2.3.1. (AON) Active Optical Network [8]

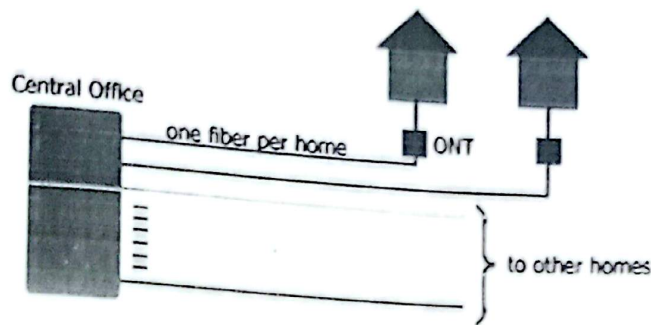
Implementasi dari AON lebih dikenal sebagai Active Node, penggunaan teknologi ini terbatas karena biayanya sangat tinggi. Peralatan-peralatan aktif yang digunakan dalam jaringan AON termasuk optical switch, memerlukan tenaga listrik. Keuntungan yang didapatkan dengan sistem AON adalah :

- Biaya infrastruktur yang relatif murah untuk jangka panjang.
- Cakupan daerah pelayanan yang relative lebih luas dibandingkan dengan sistem copper / tembaga.
- Daerah cakupan yang luas, bisa dilayani dengan distribusi yang merata. Bagi pelanggan yang terletak jauh dari node (rumah gardu), active splitter memberikan daya optik yang lebih besar, sehingga layanan yang diberikan untuk semua pelanggan relative sama.
- Dapat menempuh jarak yang lebih jauh daripada PON.

Adapun AON memiliki 2 susunan, yaitu:

#### Home Run Fiber (Point-to-Point) Architecture

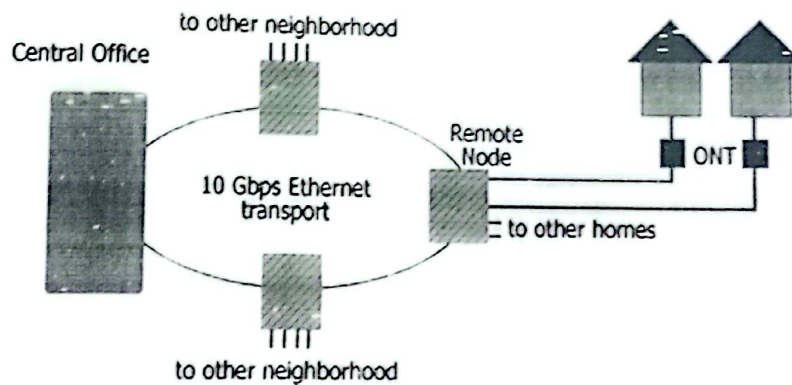
Arsitektur *Home Run Fiber* adalah satu jenis arsitektur fiber optik yang terkoneksi di *Central Office (CO)* ke peralatan *Optical Line Terminal (OLT)*. Pada lokasi pelanggan, fiber dihubungkan dengan perangkat lain yaitu *Optical Network Terminal*. Baik *OLT* maupun *ONT* bersifat aktif dan masing - masing dilengkapi dengan laser optik. Arsitektur ini menawarkan bandwidth yang besar kepada pelanggan dan juga menawarkan potensi yang sangat baik untuk pertumbuhannya. Untuk waktu yang lama, Home Run Fiber adalah arsitektur yang paling fleksibel; akan tetapi arsitektur ini mungkin kurang menarik ketika biaya lapisan fisiknya dipertimbangkan juga. Dikarenakan fiber dihubungkan point-to - point ke pelanggan maka arsitektur ini membutuhkan instalasi dengan lebih banyak fiber optik dibandingkan bentuk yang lain.



Gambar 2. 2 Arsitektur Home Run Fiber [8]

### Active Star Ethernet (Point-to-Multi Point) Architecture

Arsitektur *Active Star Ethernet (ASE)* merupakan bentuk *point-to-multipoint* dimana sejumlah pelanggan bersama-sama menggunakan satu feeder fiber melewati switch ethernet yang ditempatkan diantara CO dan pelanggan. Seperti pada *Home Run Fiber*, pelanggan dapat terletak jauh dari switch ethernet dan masing-masing pelanggan disajikan fiber yang menyediakan bandwidth penuh *bidirectional*. ASE mengurangi jumlah fiber yang dibutuhkan sehingga juga mengurangi biaya instalasinya.



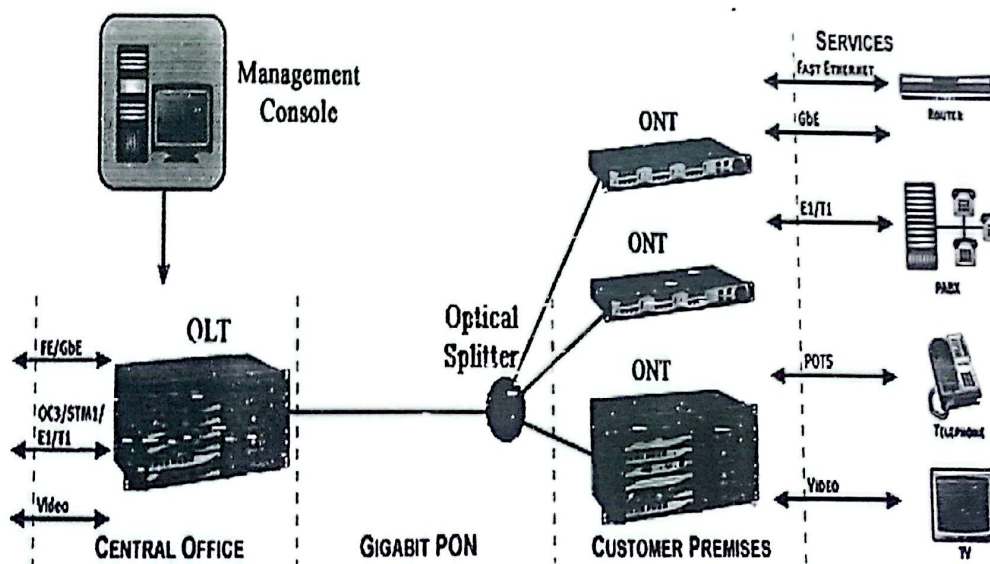
Gambar 2. 3 Arsitektur Active Star Ethernet [8]

### 2.3.2. Passive Optical Network

*Passive Optical Network* mendasarkan pada bentuk arsitektur *point-to-multipoint*. *PON* merupakan sistem akses fiber optik yang memiliki biaya efektif dan menyediakan layanan broadband, suara, video, data, dan servis lainnya yang biasanya disebut dengan *Next Generation Play Network (NGPN)*. *PON* menggunakan fiber optik dan splitter untuk menghubungkan *OLT* di *Central Office* dengan *ONU* yang terletak pada sisi pelanggan.

*Splitter* pasif diletakkan untuk keperluan downstream dari *CO* dan dapat membagi sinyal fiber sampai 64 dengan maksimum jarak 20 km. Arsitektur ini disebut pasif karena semua *splitter* dan peralatan yang berada diantara *CO* dan *ONU* merupakan perangkat pasif; sehingga tidak ada komponen elektronik aktif, tidak membutuhkan power, dan mengurangi biaya pemeliharaan peralatan. Perangkat optik pasif yang dipakai adalah *konektor*, *passive splitter* dan kabel optik itu sendiri. Sistem *OLT* berfungsi untuk pengumpulan dan men-switch fungsi antara jaringan kabel dengan interface *PON* serta untuk fungsi manajemen. Sedangkan *ONU* berfungsi sebagai akses kepada pengguna. Perbedaan panjang gelombang digunakan dalam proses upstream dan downstream. *PON* memudahkan dalam hal operasional dan perawatannya serta biaya yang lebih rendah dibandingkan *AON*.

Metode akses yang digunakan pada *PON* salah satunya adalah *TDMA (Time Division Multiplexing Access)*. Pada arah downstream, sinyal *TDM* dari *OLT* memuat semua informasi pelanggan dalam slot yang ditentukan dan disebarkan ke semua *ONU* yang terhubung oleh *OLT*. Pada arah upstream, sinyal optik dari setiap *ONU* ditransmisikan secara sinkron dengan metode *TDMA* untuk menghindari tabrakan, karena jarak antara *OLT* dan semua *ONU* berbeda-beda.

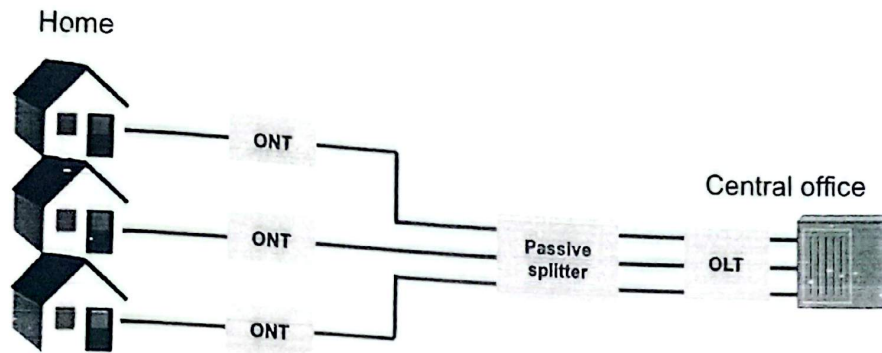


Gambar 2. 4 Passive Optical Network

Ada dua konfigurasi *splitter* yang digunakan untuk arsitektur *PON* yaitu Pendekatan centralized dan cascade. Pada bentuk centralized, secara khas menggunakan *splitter 1x32*

pada bagian luar bangunan, seperti pada terminal distribusi fiber. Pada kasus splitter 1x32 ini, masing-masing perangkat terhubung ke OLT yang ada di CO. Pada pendekatan ini, splitter rumah pelanggan.

Konfigurasi cascade mendorong splitter lebih dalam pada jaringan. PON memanfaatkan pemasangan splitter yang seperti itu untuk menambah jumlah rumah dari sebuah fiber. Pada cascade, terdapat lebih dari satu splitter yang berada diantara CO dan pelanggan. Seperti contoh digunakan splitter 1x4 lalu splitter 1x8 selanjutnya untuk *downstream* di 4 lokasi yang terpisah.



Gambar 2. 5 Konfigurasi Passive Splitter pada PON

Adapun teknologi PON memiliki beberapa jenis, seperti APON (ATM PON), BPON (Broadband PON), EPON (Ethernet PON), dan GPON (Gigabit PON) yang mengantarkan bandwidth gigabit per sekon sedangkan menawarkan biaya rendah dan tahan uji.

#### 2.4. GPON (Gigabit Capable Passive Optical Network) [8]

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik. Prinsip kerja dari GPON itu sendiri ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan fiber optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan pelanggan. Pada prinsipnya, PON adalah sistem *point to multipoint*, yang dimana menggunakan splitter sebagai pembagi jaringannya. Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada TDM (Time Division Multiplexing) sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3.

## Keunggulan GPON

Adapun beberapa keunggulan yang dimiliki oleh teknologi GPON adalah:

- a. Mendukung aplikasi *triple play* (suara, data, dan video) pada layanan FTTx yang dilakukan melalui satu *core* fiber optik.
- b. Dapat membagi *bandwidth* sampai 32 ONT.
- c. GPON mengurangi penggunaan banyak kabel dan peralatan pada kantor pusat bila dibandingkan dengan arsitektur *point to point*. Hanya satu port optik di *central office* (menggantikan *multiple port*).
- d. Alokasi *bandwidth* dapat diatur.
- e. Biaya *maintenance* yang murah karena menggunakan komponen pasif.
- f. Transparan terhadap laju bit dan format data.

GPON dapat secara fleksibel mentransferkan informasi dengan laju bit dan format yang berbeda karena setiap laju bit dan format data ditransmisikan melalui panjang gelombang yang berbeda. Laju bit 1.244 Gbit/s untuk *upstream* dan 2.44 Gbit/s untuk *downstream*.

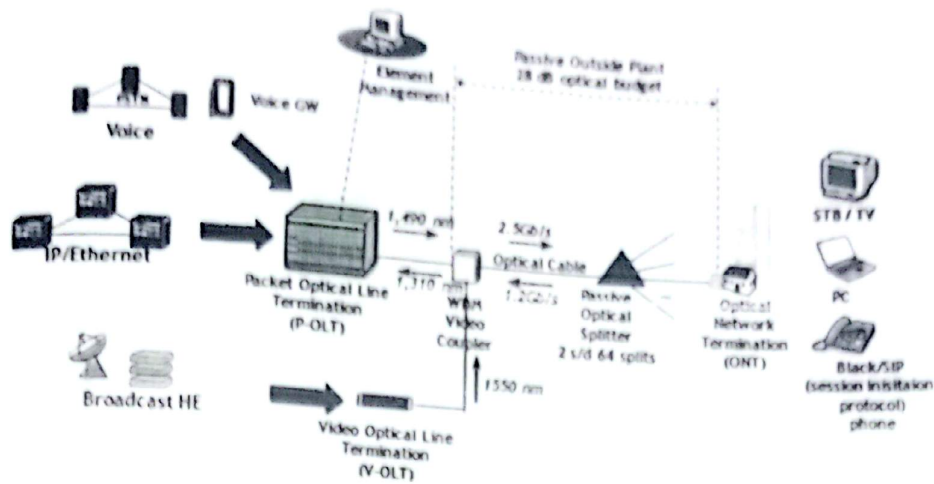
- g. Biaya pemasangan, pemeliharaan dan pengembangan lebih efisien.

Hal ini dikarenakan arsitektur jaringan GPON lebih sederhana dari pada arsitektur jaringan serat optik konvensional.

### 2.4.1. Komponen GPON [10]

Konfigurasi network GPON intinya dapat dibagi menjadi 5 bagian :

- *Network Management System* (NMS)
- *Optical Line Terminal* (OLT)
- *Optical Distribution Cabinet* (ODN)
- *Optical Distribution Pack* (ODP)
- *Optical Network Termination/Unit* (ONT).



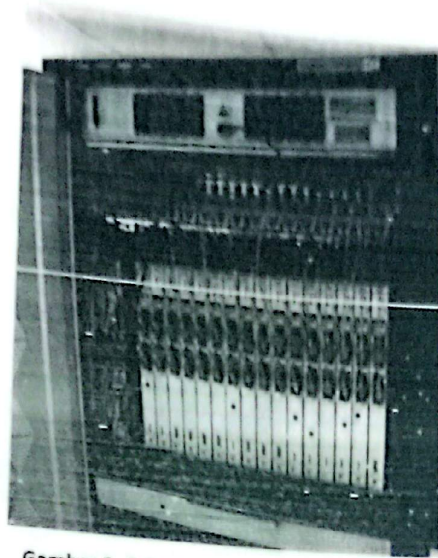
Gambar 2. 6 Gigabit PON

#### 2.4.1.1. Network Management System (NMS) [10]

NMS merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengontrol dan mengkonfigurasi perangkat GPON. Letak NMS ini bersamaan di dekat OLT namun beda ruangan. Konfigurasi yang dapat dilakukan oleh NMS adalah OLT dan ONT. Selain itu NMS dapat mengatur layanan GPON seperti POTS, VOIP, dan IPTV. NMS ini menggunakan platform Windows dan bersifat GUI (*Graphic Unit Interface*) maupun comment line. NMS memiliki jalur langsung ke OLT, sehingga NMS dapat memonitoring ONT dari jarak jauh.

#### 2.4.1.2. Optical Line Terminal (OLT)[10]

OLT menyediakan interface antara sistem PON dengan penyedia layanan (service provider) data, video, dan jaringan telepon. Bagian ini akan membuat link ke system operasi penyedia layanan melalui *Network Management System* (NMS).



Gambar 2. 7 Optical Line Terminal

#### 2.4.1.3. Optical Distribution Cabinet (ODC)/Rumah Kabel [10]

ODC (*Optical Distribution Cabinet*) adalah jaringan optik antara perangkat OLT sampai perangkat ODC. Letak dari ODC ini adalah terletak di rumah kabel . ODC menyediakan sarana transmisi optik dari OLT terhadap pengguna dan sebaliknya. Transmisi ini menggunakan komponen optik pasif.

ODC menyediakan peralatan transmisi optik antara OLT dan ONT. Perangkat Interior pada ODC terdiri dari :

##### - Konektor

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung serat. Dalam operasinya konektor mengelilingi serat kecil sehingga cahayanya terbawa secara bersama-sama tepat pada inti dan segaris dengan sumber cahaya (serat lain). Konektor yang digunakan pada Optical Access Network dapat dipasang di luar dan di lokasi pelanggan.

##### - Splitter

*Splitter* merupakan komponen pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat. *Splitter* pada PON dikatakan pasif sebab tidak memerlukan sumber energi eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya berbeda dari node splitter, sehingga cara kerjanya membagi daya optik sama rata.

Passive Splitter atau splitter merupakan *optical fiber coupler* sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa *path (multiple path)* atau sinyal-sinyal kombinasi dalam satu jalur. Selain itu *splitter* juga dapat berfungsi untuk merutekan dan mengkombinasikan berbagai sinyal optik. Alat ini sedikitnya terdiri dari 2 port dan bisa lebih hingga mencapai 32 port. Berdasarkan ITU G.983.1 BPON Standard direkomendasikan agar sinyal dapat dibagi untuk 32 pelanggan, namun rasio meningkat menjadi 64 pelanggan berdasarkan ITU-T G.984 GPON Standard. Hal ini berpengaruh terhadap redaman sistem, seperti pada tabel dibawah ini.

**Table 2. 1 Redaman Passive Splitter**

| Rasio | Redaman        |
|-------|----------------|
| 1:2   | 2,8 – 4,0 dB   |
| 1:4   | 5,8 – 7,5 dB   |
| 1:8   | 8,8 – 11,0 dB  |
| 1:16  | 10,7 – 14,4 dB |
| 1:32  | 14,6 – 18,0 dB |

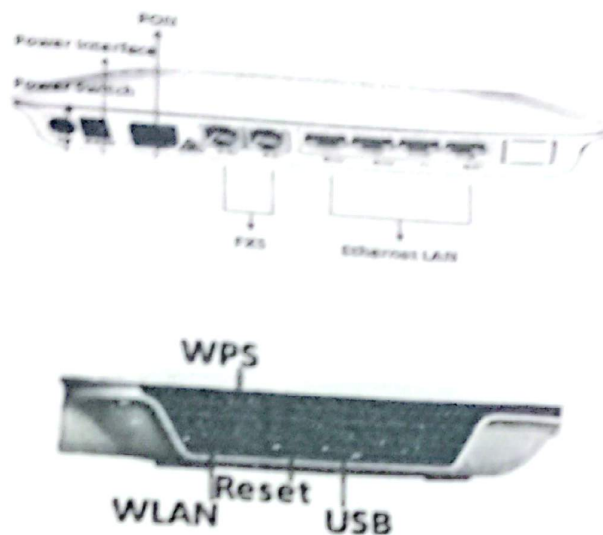
#### 2.4.1.4. Optical Distribution Pack (ODP)

Instalasi atau terminasi yang bagus dari fiber adalah persyaratan utama untuk menjamin kemampuan transmisi pada kabel fiber optik, pada implementasi dari suatu jaringan, beberapa jenis DP yang diperkenalkan. Syarat utama DP adalah :

- DP dapat di ubah tanpa mengganggu kabel yang sudah terpasang dengan cara melebihikan kabel fiber optik beberapa meter.
- Setiap DP harus punya ruangan untuk memuat splitter.
- DP harus memiliki akses dari sisi depan.
- Setiap DP harus memiliki penutup depan untuk melindungi orang dari cahaya laser yang langsung keluar dari ujung fiber.
- DP harus mempunyai ruang untuk memuat dan memandu kabel fiber optik.

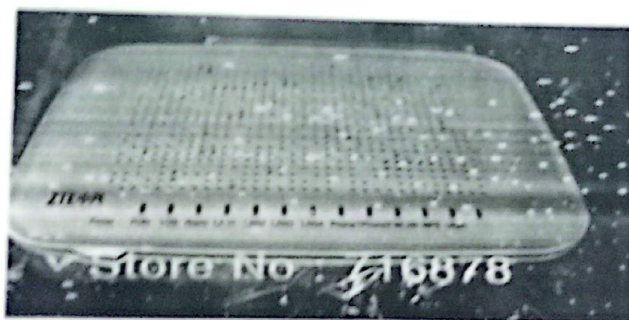
### 2.4.1.5. Optical Network Unit (ONU) [6]

ONU menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN diubah oleh ONU menjadi sinyal elektrik yang diperlukan untuk service pelanggan. Pada arsitektur FTTH, ONU diletakkan di sisi pelanggan. ONU dan sisi pelanggan. ONU berfungsi untuk interfacing dengan ODN (F/O Converter/OLTE), multiplexing/demultiplexing, dan interfacing dengan terminal pelanggan.



Gambar 2. 8 Optical Network Unit

Status Led Pada ONT :



Gambar 2. 9 Status Led ONT

Berikut tabelnya :

Table 2. 2 Status Led Pada ONT

| Indikator | Status      | Deskripsi   |
|-----------|-------------|---|
| POWER     | Mati        | ONT Mati  |
|           | Hijau       | ONT nyala   |
|           | Mati        | ONT gagal registrasi atau sistem tidak hidup  |
|           | Hijau       | ONT sukses registrasi   |
| PON       | Kedip Hijau | ONT sedang melakukan proses registrasi  |
|           | Mati        | ONT menerima power optical dengan normal  |
| LOS       | Merah       | Pemancar Optik pada port ONT Mati   |
|           | Kedip Merah | ONT menerima power optik lebih rendah dari sensitivitas penerimanya                   |
| LAN1-4    | Mati        | ONT mati atau link network tidak terkoneksi   |
|           | Hijau       | link network terkoneksi tetapi tidak ada aliran data yang dipancarkan maupun diterima |
|           | Kedip Hijau | Data telah dipancarkan ataupun diterima   |
|           | Mati        | ONT mati atau ONT belum teregistrasi dengan SS  |
|           | Hijau       | ONT sudah teregistrasi dengan SS namun tidak ada aliran data                          |
|           | Kedip Hijau | Layanan POTS telah bisa digunakan   |
|           | Mati        | ONT mati atau fitur Wifi do non aktifkan  |
|           | Hijau       | Fitur Wifi aktif  |
|           | Kedip Hijau | Fitur Wifi aktif dan terdapat aliran data   |
|           | Kuning      | negosiasi sedang berjalan   |
| POTS 1-2  | Hijau       | negosiasi sukses  |
|           | Merah       | negosiasi gagal   |
| WLAN      | Mati        | ONT mati atau USB tidak terkoneksi  |
| WPS       | Hijau       | USB terkoneksi dengan USB storage ataupun priter namun tidak ada aliran data          |
| USB       | Kedip Hijau | Data telah dipancarkan ataupun diterima   |
|           | Mati        | ONT Berjalan normal   |
| ALARM     | Merah       | ada kesalahan mekanis pada ONT  |
|           | Kedip Merah | versi software sedang diupdate  |

## 2.5. Link Budget Power [5]

*Link power budget* digunakan untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan daya keluar pemancar dan sensitivitas penerima. Batasan redaman total

tersebut diperhitungkan dari redaman konektor, sambungan, dan redaman dari serat itu sendiri sehingga dengan perhitungan redaman tersebut akan berpengaruh pada :

1. Jarak transmisi dari pengirim sampai ke penerima.
2. Jumlah *splicing*/sambungan yang dibutuhkan.
3. *Margin Loss* yang diberikan.
4. Jumlah konektor yang dibutuhkan.

Untuk menghitung *Link Power Budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + SM$$

Keterangan:

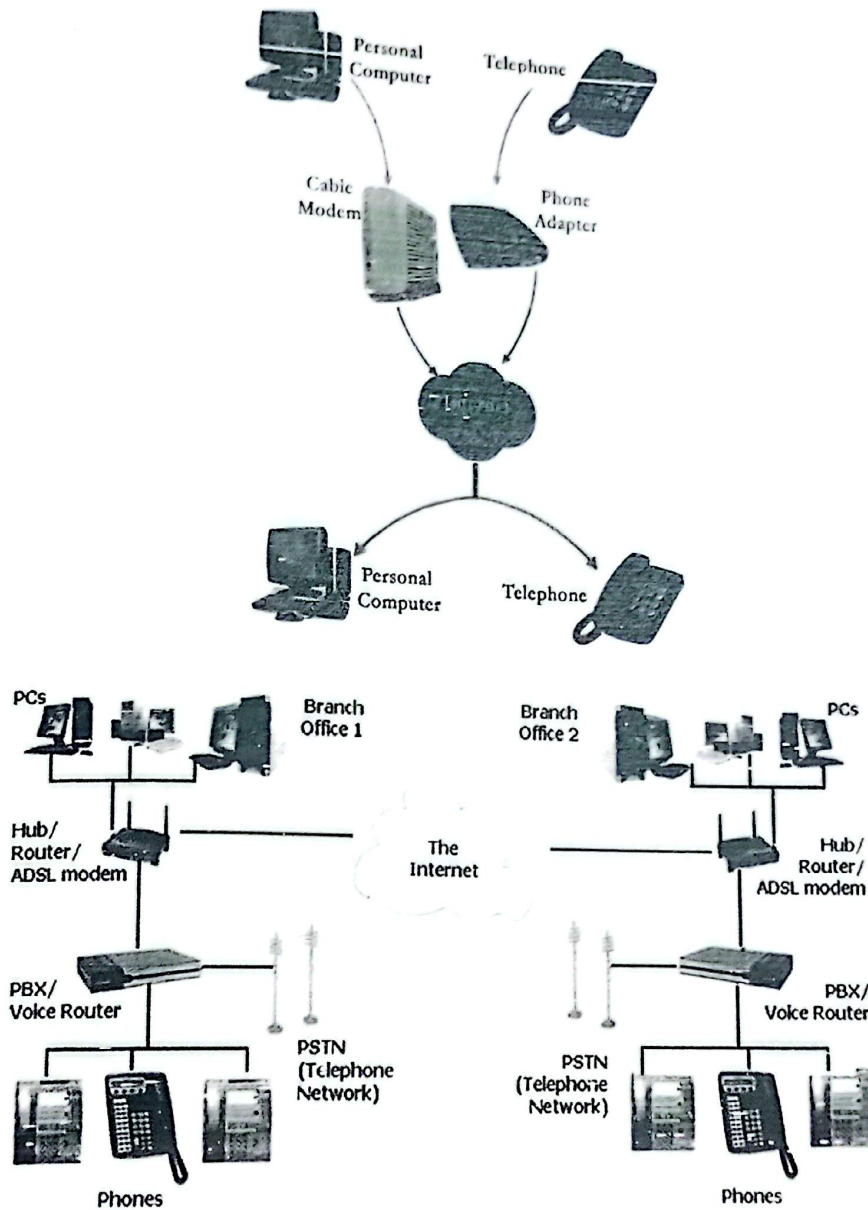
|                  |   |
|------------------|---|
| $P_t$            | = Daya keluaran sumber optik (dBm)          |
| $P_r$            | = Sensitivitas daya maksimum detektor (dBm) |
| SM               | = Safety Margin berkisar 6 - 8              |
| $\alpha_{tot}$   | = Redaman Total Sistem (dB)                 |
| L                | = Panjang serat optik ( Km)                 |
| $\alpha_c$       | = Redaman Konektor (dB/buah)                |
| $\alpha_s$       | = Redaman Sambungan (dB/sambungan)          |
| $\alpha_{serat}$ | = Redaman Serat Optik (dB/Km)               |
| $N_s$            | = Jumlah sambungan                          |
| $N_c$            | = Jumlah konektor                           |

## 2.6. VoIP ( *Voice over Internet Protocol* )<sup>[4]</sup>

*Voice over Internet Protocol* adalah Teknologi yang menjadikan media internet untuk bisa melakukan komunikasi suara jarak jauh secara langsung. Sinyal suara analog, seperti yang anda dengar ketika berkomunikasi di telepon diubah menjadi data digital dan dikirimkan melalui jaringan berupa paket-paket data secara real time.

Dalam komunikasi *VoIP*, pemakai melakukan hubungan telepon melalui terminal yang berupa PC atau telepon biasa. Dengan bertelepon menggunakan *VoIP*, banyak keuntungan yang dapat diambil diantaranya adalah dari segi biaya jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional, karena jaringan *IP* bersifat global. Sehingga untuk hubungan Internasional dapat ditekan hingga 70%. Selain itu, biaya maintenance dapat di tekan karena

voice dan data network terpisah, sehingga *IP Phone* dapat di tambah, dipindah dan di ubah. Hal ini karena *VoIP* dapat dipasang di sembarang *ethernet* dan *IP address*, tidak seperti telepon konvensional yang harus mempunyai port tersendiri di Sentral atau *PBX* (*Private branch exchange*).



Gambar 2. 10 Cara kerja VoIP

Prinsip kerja *VoIP* adalah mengubah suara analog yang didapatkan dari speaker pada Komputer menjadi paket data digital, kemudian dari *PC* diteruskan melalui *Hub/ Router/ ADSL Modem* dikirimkan melalui jaringan internet dan akan diterima oleh tempat tujuan

melalui media yang sama. Atau bisa juga melalui media telepon diteruskan ke phone adapter yang disambungkan ke internet dan bisa diterima oleh telepon tujuan.

Untuk Pengiriman sebuah sinyal ke remote destination dapat dilakukan secara digital yaitu sebelum dikirim data yang berupa sinyal analog diubah ke bentuk data digital dengan *ADC (Analog to Digital Converter)*, kemudian ditransmisikan, dan di penerima dipulihkan kembali menjadi data analog dengan *DAC (Digital to Analog Converter)*. Begitu juga dengan *VoIP*, digitalisasi voice dalam bentuk packets data, dikirimkan dan di pulihkan kembali dalam bentuk voice di penerima. Format digital lebih mudah dikendaika, dalam hal ini dapat dikompresi, dan dapat diubah ke format yang lebih baik dan data digital lebih tahan terhadap noise daripada analog.

Bentuk paling sederhana dalam sistem *VoIP* adalah dua buah komputer terhubung dengan internet. Syarat-syarat dasar untuk mengadakan koneksi *VoIP* adalah komputer yang terhubung ke internet, mempunyai *sound card* yang dihubungkan dengan speaker dan mikropon. Dengan dukungan *software* khusus, kedua pemakai komputer bisa saling terhubung dalam koneksi *VoIP* satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut bisa dalam bentuk pertukaran file, suara, gambar. Penekanan utama dalam *VoIP* adalah hubungan keduanya dalam bentuk suara.

Pada perkembangannya, sistem koneksi *VoIP* mengalami evolusi. Bentuk peralatan pun berkembang, tidak hanya berbentuk komputer yang saling berhubungan, tetapi peralatan lain seperti pesawat telepon biasa terhubung dengan jaringan *VoIP*. Jaringan data digital dengan gateway untuk *VoIP* memungkinkan berhubungan dengan *PABX* atau jaringan analog telepon biasa. Komunikasi antara komputer dengan pesawat (*extension*) di kantor adalah memungkinkan. Bentuk komunikasi bukan Cuma suara saja. Bisa berbentuk tulisan (*chating*) atau jika jaringannya cukup besar bisa dipakai untuk *Video Conference*. Dalam bentuk yang lebih lanjut komunikasi ini lebih dikenal dengan *IP Telephony* yang merupakan komunikasi bentuk multimedia sebagai kelanjutan bentuk komunikasi suara (*VoIP*). Keluwesan dari *VoIP* dalam bentuk jaringan, peralatan dan media komunikasinya membuat *VoIP* menjadi cepat populer di masyarakat umum.