BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil PT. HARRITZ ALIYA

Profil PT. HARRITZ ALIYA merupakan pembahasan mengenai sejarah, visi dan misi.

2.1.1 Sejarah PT. HARRITZ ALIYA

Harritz Aliya didirikan dengan akte notaris H. Dana Sasmita, SH. No. 06 pada tanggal 2 Juli 2008. yang kemudian disahkan oleh Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia No. AHU-17852.AH.01.01.Tahun.2008 tertanggal 21 Juli 2008.

Berawal dari perusahan yang bergerak dibidang jasa telekomunikasi, dengan spesialisasi jaringan telekomunikasi baik primer maupun sekunder dan kemudian akan berkembang di bidang general trading maupun investasi.

Disisi usia Harritz Aliya adalah perusahaan yang masih sangat muda, tetapi karena didukung oleh sumber daya manusia (SDM) yang profesional dan sarat akan pengalaman di bidangnya masing-masing, serta ditunjang dengan tekad dan spirit perusahaan, PT. Harritz Aliya sangat pantas untuk menjadi mitra usaha yang baik dan profesional.

2.1.2 Visi dan Misi

PT. HARRITZ ALIYA memiliki Visi dan Misi sebagai berikut :

1. Visi

   " Menjadikan Harritz Aliya perusahaan terdepan dalam penyedia barang dan jasa pada dunia industri di Indonesia. ".

2. Misi
   a. Membangun dan memperluas jaringan mitra kerja yang profesional dan terpercaya dibidangnya.Memperluas jangkauan usaha melalui pola marketing yang inovatif, efektif dan profesional.
   b. Menjaga kepercayaan customer dengan memberikan kualitas kerja/jasa yang bertanggungjawab, efektif, dan memiliki nilai jual yang kompetitif.

2.1.3 Logo PT. HARRITZ ALIYA

Logo PT. HARRITZ ALIYA dapat terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Logo PT. HARRITZ ALIYA

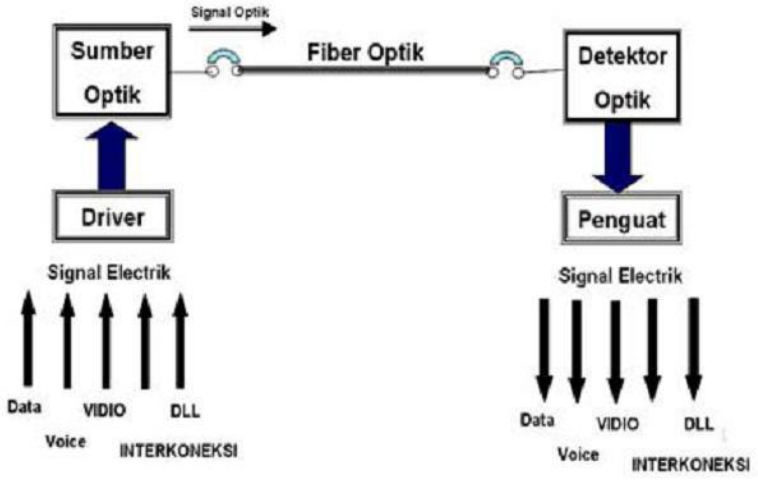
2.2 Landasan Teori

Jaringan komputer adalah suatu sistem yang terdiri dari komputer, *software*, dan perangkat jaringan lainnya yang saling berhubungan sehingga dapat bersama-sama mencapai tujuan tertentu. Tujuan dari jaringan komputer antara lain membagi sumber daya (pemakaian *printer, CPU, harddisk*), komunikasi antar komputer, dan akses informasi atau *browsing*. Untuk mewujudkan tujuan tersebut, setiap bagian dari jaringan komputer saling meminta dan memberikan layanan. Pihak yang meminta layanan disebut klien, dan pihak yang memberikan layanan disebut pelayan *server*.

Selama ini *fiber* hanya dipakai untuk transmisi antar sentral, sebagai jaringan *backbone*, dan digunakan untuk komunikasi jarak jauh. Lalu mulai dikembangkanlah suatu jaringan local bahkan sampai ke terminal pelanggan dengan media *fiber*. Sistem transmisi serat optik yang digunakan pada jaringan local tersebut dinamakan Jaringan Lokal *Akses Fiber* (Jarlokaf). Jarlokaf merupakan sebuah solusi strategis bagi jaringan akses pelanggan. Namun, ketepatan dalam segi perencanaan dan operasional, serta pemilihan arsitektur dan teknologi jaringan yang digunakan akan sangat mempengaruhi kesuksesan kegiatan operasi, perawatan, efektivitas investasi, serta kemudahan pengembangan jaringan dan layanan jasa [9].

2.2.1 Konsep Dasar

Sistem transmisi serat optik memilki tiga komponen, yaitu sumber cahaya, media *transmisi* dan *fotodetektor*. Dengan memasang sumber cahaya di salah satu ujung serat optik dan sebuah *fotodetektor* di ujung yang lainnya maka akan diperoleh sistem *tranmisi*, seperti yang terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Konfigurasi Sistem Komunikasi Optik

Media optik sebagai media transmisi memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan kabel tembaga maupun gelombang radio. Media serat optik memiliki *bandwidth* yang lebih lebar dibandingkan dengan kabel tembaga, sehingga memiliki *bit rate* yang lebih tinggi. Serat optik memiliki redaman yang rendah dibandingkan dengan redaman pada kabel tembaga, sekalipun pada *frekuensi* tinggi. Media transmisi serat optik tahan terhadap *interferensi elektromagnetik* sehingga tidak menyebabkan *distorsi*. Kelebihan yang lain dari media transmisi serat optik adalah ukurannya kecil, ringan dan aman atau tidak mudah disadap.

Tujuan dari sebuah sistem komunikasi adalah mengirimkan sinyal pesan dari sebuah sumber informasi dalam bentuk yang telah dikenal oleh *user*. Untuk melakukannya, *transmitter* memodifikasi sinyal pesan ke dalam bentuk yang cocok sesuai dengan kanal yang dilaluinya yaitu sinyal pembawa (sinyal *carrier*). Proses ini pada akhirnya kita sebut sebagai modulasi. *Receiver* kemudian mengembalikan sinyal pesan yang sudah ditransmisikan melalui kanal menjadi sinyal pesan seperti bentuk yang semula[1].

Proses yang terjadi pada *receiver* ini disebut dengan demodulasi. Kanal transmisi merupakan medium yang melewatkan informasi dari *transmitter* ke *receiver*. Sistem komunikasi optik secara konsep sama dengan sistem komunikasi

jenis lain pada umumnya, namun yang membedakannya adalah pada sistem komunikasi optik, sinyal informasi dibawa oleh cahaya.

2.3 GPON (Gigabit Passive Optical Network)

GPON adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai Broadband Access berbasis kabel serat optik evolusi dari *BPON*. *GPON* merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh *ITU-T* via G.984 dan hingga kini bersaing dengan *GEPON (Gigabit Ethernet PON*), yaitu PON versi *IEEE* yang berbasiskan teknologi *ethernet*. *GPON* mempunyai dominansi *market* yang lebih tinggi dan *roll out* lebih cepat dibanding penetrasi *GEPON*. Standar G.984 mendukung *bit rate* yang lebih tinggi, perbaikan keamanan, dan pilihan *protokol layer 2 (ATM, GEM, atau Ethernet)*. Baik *GPON* ataupun *GEPON*, menggunakan serat optik sebagai medium transmisi. Satu perangkat akan diletakkan pada sentral, kemudian akan mendistribusikan *traffic Triple Play* (Suara/*VoIP*, *Multi Media/Digital Pay TV* dan *Data/Internet*) hanya melalui media 1 *core* kabel optik disisi *subscriber* atau pelanggan. Yang menjadi ciri khas dari teknologi ini dibanding teknologi optik lainnya semacam SDH adalah teknik distribusi *traffic* nya dilakukan secara pasif. Dari sentral hingga ke arah *subscriber* akan didistribusikan menggunakan pasif splitter (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64). GPON menggunakan *TDMA* sebagai teknik multiple access upstream dengan data rate sebesar 1.2 *Gbps* dan menggunakan *broadcast* kearah *downstream* dengan data rate sebesar 2.5 *Gbps*. Model paketisasi data menggunakan *GEM (GPON Encapsulation Methode)* atau *ATM cell* untuk membawa layanan *TDM* dan *packet based*. *GPON* jadi memiliki efisiensi *bandwidth* yang lebih baik dari *BPON* (70 %), yaitu 93 %.

Prinsip kerja dari *GPON* itu sendiri ketika data atau sinyal dikirimkan dari *OLT*, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan *serat optik* tunggal dapat mengirim ke berbagai *ONT*, untuk *ONT* sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan *user*. Pada prinsinya, *PON* adalah sistem *point to multipoint*, dari *fiber* ke arsitektur *premise network* dimana *unpowered optical splitter (spitter fiber)* serat optik tunggal[4].

Arsitektur sistem *GPON* berdasarkan pada *TDM* (*Time Division Multiplexing*) sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3. Tidak seperti sistem *multiplekser* lainnya, *GPON* mempunyai *layer PMD (Physical Media Dependent)* yang dilengkapi dengan *FEC (Forward Error Corection). ONT* mempunyai kemapuan untuk mentransmisikan data di 3 *mode power*. Pada *mode* 1, *ONT* akan mentransmisikan pada kisaran daya output yang normal. Pada *mode* 2 dan 3 *ONT* akan mentransmisikan 3-6 dB lebih rendah daripada mode 1 yang mengizinkan *OLT* untuk memerintahkan *ONT* menurunkan daya apabila *OLT* mendeteksi sinyal dari *ONT* terlalu kuat atau sebaliknya, *OLT* akan member perintah *ONT* untuk menaikkan daya jika terdeteksi sinyal dari *ONT* terlalu rendah[6].

2.3.1 Komponen *GPON*

Komponen-komponen pada teknologi *GPON* antara lain yaitu :

2.3.1.1 Optical Line Terminal (OLT)

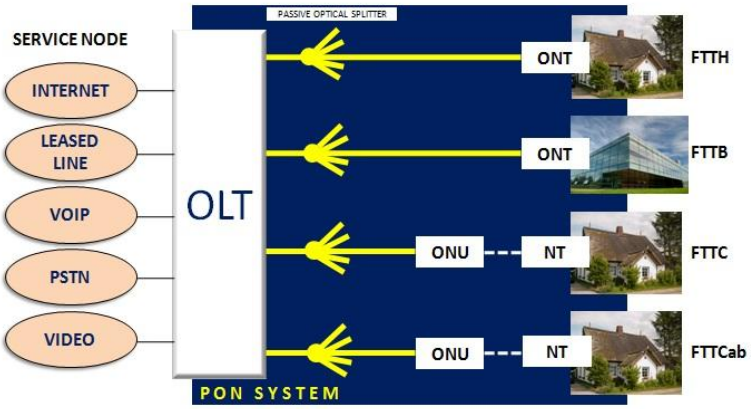
Optical Line Terminal (OLT) atau biasa disebut juga dengan *Optical Line Termination* adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir (*end-point*) dari layanan jaringan optik pasif. Perangkat ini mempunyai dua fungsi utama, antara lain:

a. Melakukan konversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh penyedia layanan dan sinyal optik yang digunakan oleh jaringan optik pasif.
b. Mengkoordinasikan multiplexing pada perangkat lain di ujung jaringan, atau biasa disebut dengan *Optical Network Terminal (ONT*) atau *Optical Network Unit (ONU).*

OLT menyediakan interface antara sistem *Passive Optical Network (PON)* dengan penyedia layanan (*service provider*) *data, video*, maupun *voice*/telepon seperti pada gambar 2.3. Perangkat *OLT* meliputi:

a. *DCS (Digital Cross-connect),* yang melayani *nonswitched* dan *non-locally switched TDM trafik* ke jaringan telepon.
b. *Voice Gateway,* yang melayani *locally switched TDM/voice trafik* ke *PSTN*.
c. *IP Routers* atau *ATM Edge Switch*, yang melayani trafik data.

d. *Video Network Device*, yang melayani trafik video.



Gambar 2.3.3. Jaringan *OLT* sebagai interface

Internet (kependekan dari *interconnection-networking*) adalah seluruh jaringan komputer yang saling terhubung menggunakan standar sistem *global Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite (TCP/IP*) sebagai protokol pertukaran paket *(packet switching communication protocol*) untuk melayani miliaran pengguna di seluruh dunia. Rangkaian internet yang terbesar dinamakan Internet. Cara menghubungkan rangkaian dengan kaidah ini dinamakan *internetworking* (antar jaringan).

Leased line merupakan layanan komunikasi *data* dan *voice* dari satu lokasi ke lokasi yang lain, khusus untuk satu pelanggan. Dengan mengalokasikan kanal khusus untuk tiap pelanggan akan menjamin ketersediaan *bandwidth* dan layanan tersebut.

Voice over Internet Protocol (VOIP) 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*.

PSTN atau *Public Switched Telephone Network* adalah jaringan *circuit-switched* yang digunakan terutama untuk komunikasi suara di seluruh dunia, dengan lebih dari 800 juta pelanggan. Awalnya jaringan *fixed-line analog sistem* telepon, maka

sekarang *PSTN* hampir seluruhnya *digital* dan juga termasuk ponsel maupun telepon tetap.

Video adalah teknologi pengiriman sinyal *elektronik* dari suatu gambar bergerak. Aplikasi umum dari sinyal video adalah televisi, tetapi diadapat juga digunakan dalam aplikasi lain di dalam bidang teknik, *saintifik*, produksi dan keamanan[6].

Optical Line Termination yang digunakan dalam perancangan ini sesuai dengan *standard ITU-T G.984* dan yang direkomendasikan oleh PT.Mora Quatro Multimedia gambar perangkat *OLT* seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4. perangkat *OLT* yang terpasang

2.3.1.2 Sumber cahaya

Sumber cahaya yang digunakan untuk memancarkan cahaya yang membawa informasi merupakan hasil pengubahan sinyal listrik menjadi sinyal optik. Sumber cahaya yang digunakan dalam teknologi *GPON* adalah Injection *Laser Diode (ILD)*. Jenis *ILD* yang digunakan pada sistem *GPON* antara lain *Fabry Perot Laser* dan *Distributed Feddback Laser (DFB)*, dengan lebar spektrum masing – masing 3nm dan 1nm.[13]

2.3.1.3 Serat Optik (*Fiber Optik*)

Fungsi Serat optik *(Fiber optik)* dimaksudkan untuk mengarahkan gelombang cahaya dalam satu arah melalui proses pembiasan cahaya. Pada

dasarnya, kabel serat optik mengirimkan gelombang cahaya dari satu titik fisik yang lain dengan menangkap cahaya dalam kabel dan memantulkannya kembali ke dalam setiap kali ia mencoba untuk melarikan diri. Hal ini membuat serat optik kabel semacam seperti sebuah prisma dari mana gelombang cahaya tidak dapat melarikan diri. Satu-satunya tempat untuk gelombang cahaya untuk pergi, maka, adalah ujung dari kabel serat optik .

Serat optik yang digunakan adalah serat optik yang sesuai dengan standar *ITU-T G.652* dan *drop fiber G.657*. Serat optik yang digunakan pada perancangan ini adalah perangkat dari *FAT* sampai ke pelanggan menggunakan serat optik *ITU-T G.657*[5].

2.3.1.4 Splitter

Serat optik splitter adalah perangkat yang membagi cahaya serat optik menjadi beberapa bagian dengan rasio tertentu. Misalnya, ketika seberkas cahaya serat optik ditransmisikan dari splitter rasio 1X4 yang sama, maka akan dibagi menjadi 4 serat optic cahaya dengan rasio yang sama yaitu berkas setiap 25% dari yang asli. serat optik splitter berbeda dari WDM. WDM dapat membagi cahaya serat optik panjang gelombang yang berbeda dalam saluran yang berbeda. serat optik splitter membagi kekuatan cahaya dan mengirimkannya ke saluran yang berbeda[5].

Splitter yang akan digunakan ada 2 tipe yaitu *splitter* 1:4 dan *splitter* 1:8. *Splitter* 1:4 diletakan di *FDT,* sedangkan *splitter* 1:8 diletakan di FAT seperti gambar 2.5 dan 2.6.



Gambar 2.3.5. *Splitter* 1:8



Gambar 2.6. *Splitter* 1:4

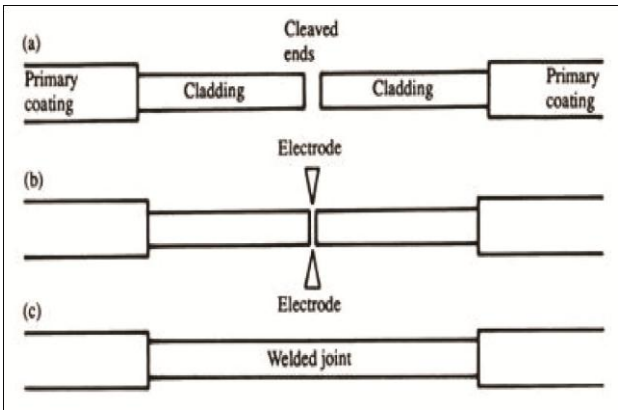
2.3.1.5 Splicing

Penyambungan serat optik atau yang sering disebut dengan splicing serat optik dilakukan pada saat serat putus yang dikarenakan oleh faktor dari luar seperti terkena senar layangan, cangkul, jangkar, dan lain-lain atau untuk menghubungkan ujung serat optik pada saat instalasi dengan jarak yang jauh. Dengan melakukan *splicing* ini kita akan dapat mengurangi redaman. Hal ini disebabkan bila kita menggunakan konektor biasa untuk menghubungkan kedua ujung serat optik, maka kita akan mendapatkan redaman yang lebih besar dibandingkan melakukan teknik *splicing*[5].

Macam-macam teknik penyambungan *splicing* pada serat optik :

1. *Splice Fusion*

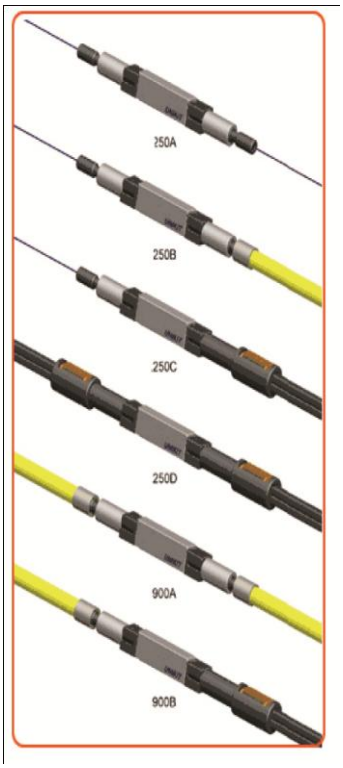
Adalah metode penyambungan serat optik yang memberikan hasil paling permanen dan menimbulkan daya rugi paling rendah. Pada prinsipnya penyambungan dilakukan dengan menyolder ujung-ujung kedua serat optik yang telah disesuaikan posisinya seperti gambar 2.7. Persambungan yang dihasilkan hanya menghasilkan attenuation/redaman sebesar 0,05 db .



Gambar 2.7 Tahap penyambungan dengan metode *Splice Fusion*

2. *Splice Mekanik*

Splice dengan metode ini menjalankan fungsi yang serupa dengan *splice fusion*, hanya saja dalam koneksi serat optik dengan metode ini, masing-masing ujung serat optik dikoneksikan secara mekanik (alat penyambung mekanik) seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Penyambungan dengan *Splice Mekanik*

2.3.1.6 ONT (Optical Network Terminal)

Optical Network Terminal (*ONT*) merupakan perangkat di sisi pelanggan yang menyediakan *interface* baik data, *voice*, maupun *video*. Fungsi utama *ONT* ini adalah menerima *trafik* dalam format optik dan mengkonversinya menjadi bentuk yang diinginkan, seperti data, *voice*, dan *video* perangkat *ONT* seperti pada gambar 2.9[6].



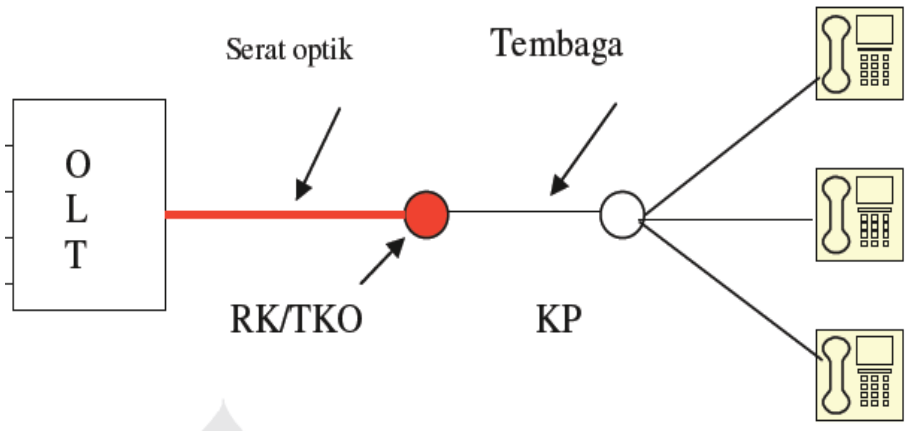
Gambar 2.9. *ONT (Optical Network Terminal)*

2.4 Arsitektur Jaringan Serat optik Secara Umum

Sistem jarlokaf paling sedikit memiliki 2 (dua) buah perangkat *optoelektronik* yaitu 1 (satu) perangkata *optoelektronik* di sisi sentral dan satu lagi (satu) lagi perangkat yang berada di sisi pelanggan yang disebut Titik Konversi Optik (TKO). arsitektur umum dari suatu jaringan *FTTH*. Biasanya jarak antara pusat layanan dengan pelanggan dapat berkisar maksimum 20 km. Dimana 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 *ONT* yang ditempatkan di rumah-rumah pelanggan (*customer's*) melalui jaringan distribusi serat optik *FDT (Fiber Distribution Terminal)*. Perbedaan letak TKO menimbulkan modus arsitektur jarlokaf berbeda pula yaitu :

2.4.1 *Fiber To The Zone* (*FTTZ*)

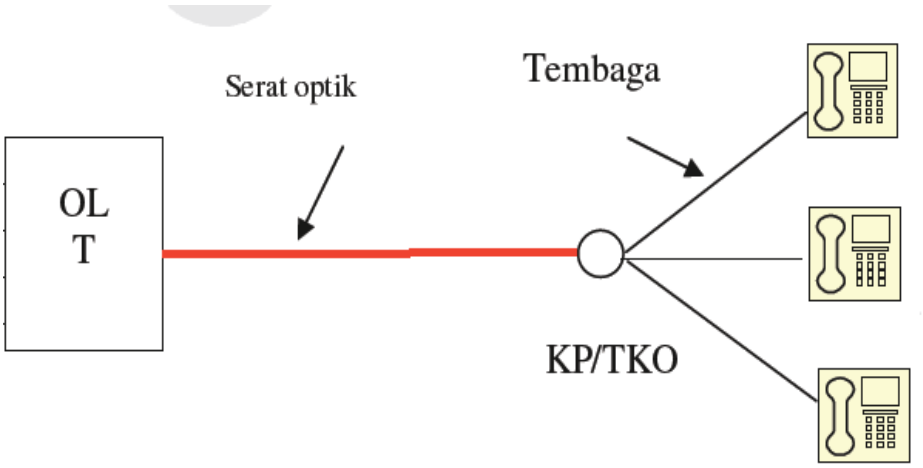
TKO terletak disuatu tempat di luar bangunan, baik didalam kabinet dengan kapasitas besar. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer. *FTTZ* umumnya diterapkan pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral atau infrastruktur *duct* pada arah yang bersangkutan, sudah tidak memenuhi lagi untuk ditambahkan dengan kabel tembaga gambar dari arsitektur *FTTZ* seperti gambar 2.10[10].



Gambar 2.10. ***Arsitektur FTTZ***

2.4.2 *Fiber To The Curb* (*FTTC*)

TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, didalam kabinet dan diatas tiang dengan kapasitas lebih kecil. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO memalui 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 dari arsitektur *FTTC* seperti gambar 2.11.



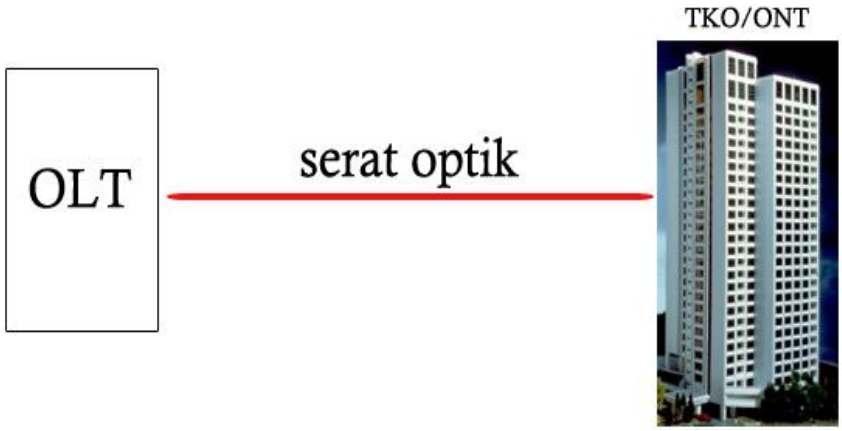
Gambar 2.11. ***Arsitektur FTTC***

2.4.3 *Fiber To The Building* (*FTTB*)

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di *basement* namun juga dimungkinkan diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga i*ndoor*. *FTTB* dalam diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan di apartement.

Pada umumnya *FTTB* dilaksanakan pada kondisi dimana suatu bangunan besar dan tinggi dengan jumlah satuan sambungan telepon yang cukup

banyak tersambung didalamnya. Peletakan TKO atau ONT tersebut biasanya didalam ruangan gedung. Banyaknya titik yang merupakan TKO pada gedung tersebut dapat bervariasi tergantung dengan jumlah pelanggan, dan kebutuhan pelanggan yang berada pada gedung tersebut. TKO dapat berada di salah satu lantai atau beberapa lantais sekaligus, walaupun tentunya hal ini tidak efektif. Setiap terminal pelanggan didalam bangunan tersebut akan terhubung dengan TKO didalam gedung tersebut dengan menggunakan kabel tembaga indoor gambar dari arsitektur *FTTB* seperti gambar 2.12.



Gambar 2.12. ***Arsitektur FTTB***

2.4.4 *Fiber To The Home* (*FTTH*)

Fiber to the Home (disingkat *FTTH*) merupakan suatu format penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat mengantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services* yaitu layanan akan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, *PSTN*) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

Penghantaran dengan menggunakan teknologi *FTTH* ini dapat menghemat biaya dan mampu mengurangkan biaya operasi dan memberikan pelayanan yang lebih baik kepada pelanggan. Ciri-ciri inheren serat optik membenarkan penghantaran isyarat telekomunikasi dengan lebar jalur yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional.

Biasanya jarak antara pusat layanan dengan pelanggan dapat berkisar maksimum 20 km. Dimana 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 *ONT* yang ditempatkan di rumah-rumah pelanggan (*customer's*) melalui jaringan distribusi serat optik *(Fiber Distribution Terminal, FDT*). 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.

2.5 Topologi Jaringan

Secara umum, teknologi *FTTH* terdiri daripada tiga jenis topologi jaringan, jaringan titik ke titik, jaringan serat optik aktif dan jaringan serat optik pasif[1].

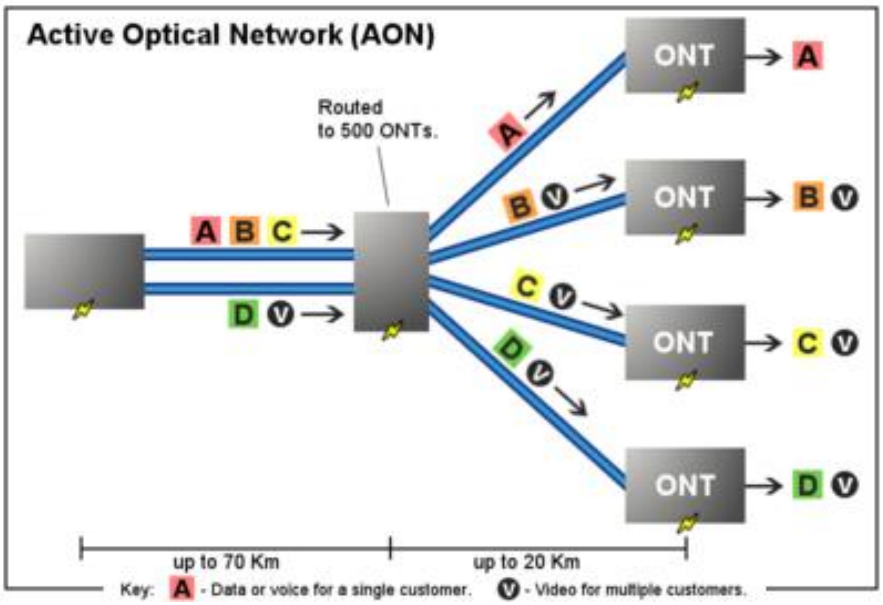
2.5.1 Jaringan titik ke titik (*Point to Point*)

Jaringan titik ke titik (*P2P*) merupakan rancangan jaringan *FTTH* yang paling ringkas, dimana isyarat dihantar terus dari *CO* kepada setiap

pelanggan dengan satu serat optik dan laser yang terpisah berdasarkan *IEEE 802.3ah*. Serat optik bentuk tunggal digunakan untuk isyarat bolak-balik dengan satu kabel serat optik sampai pertukaran setempat (*Local Exchange*) dan kemudian dipisah untuk masing-masing pelanggan pengguna akhir (*End User*)

2.5.2 Jaringan serat optik aktif (*active optical network, AON)*

Jaringan serat optik aktif merupakan rangkaian titik ke banyak titik (*Point to Multi Point, P2MP*), penggunaan teknologi ini terbatas karena biayanya sangat tinggi. Peralatan-peralatan aktif yang digunakan dalam jaringan *AON* termasuk *optical switch*, memerlukan tenaga listrik seperti pada gambar 2.13.

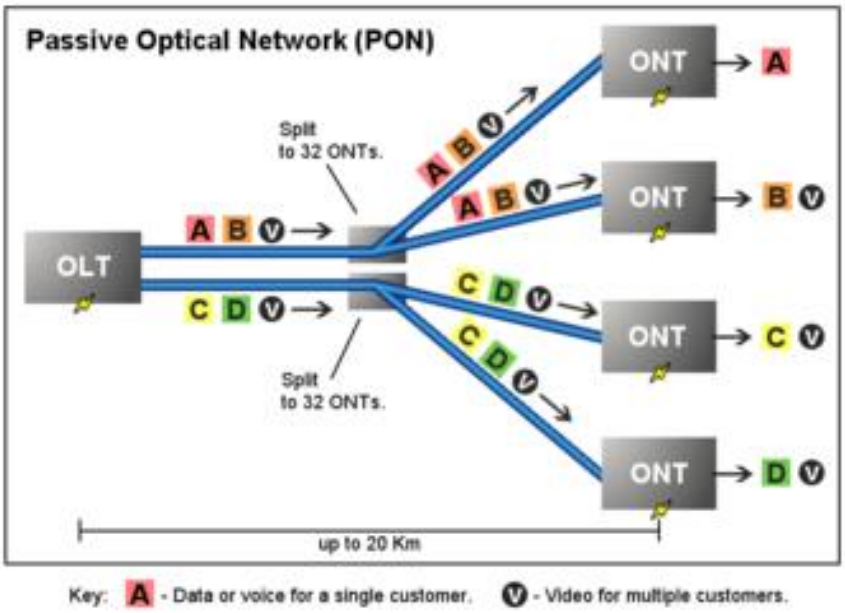


Gambar 2.13. Topologi Jaringan *Active Optical Network (AON)*

2.5.3 Jaringan serat optik pasif (*passive optical network, PON*)

Jaringan serat optik pasif juga merupakan jaringan *P2MP* hampir sama dengan *AON*. Perbedaannya dimana pada titik komponen aktif digantikan oleh pencerai optik pasif (*passive optical splitter*). Jika dibandingkan dengan jaringan jenis *AON*, pemasangan jaringan jenis *PON* adalah lebih mudah dan murah serta tidak menggunakan komponen

elektronik aktif sehingga mengurangi biaya pemeliharaan peralatan gambar dari *PON* seperti gambar 2.14.



Gambar 2.14. Topologi Jaringan *Passive Optical Network (PON)*

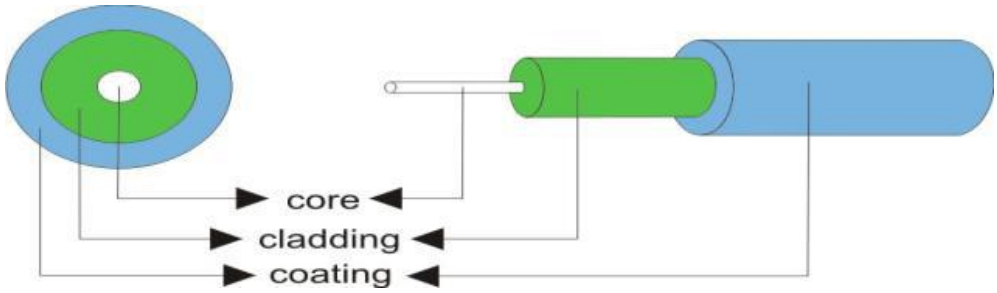
2.6 Serat Optik

Serat optik merupakan suatu dielektrik pandu gelombang yang digunakan untuk merambatkan energi *elektromagnetik*. Stuktur serat optik biasanya terdiri atas 3 bagian, yaitu :

a. Bagian yang paling utama dinamakan inti (*core*)
   Gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua, dan terbuat dari kaca. Inti (*core*) mempunyai diameter yang bervariasi antara 5 – 50 *micro* meter tergantung jenis serat optiknya.
b. Bagian kedua dinamakan lapisan selimut / selubung (*cladding*)
   Bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibanding dengan bagian inti, dan terbuat dari kaca.

c. Bagian ketiga dinamakan jacket (*coating*)
   Bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastik.

   Struktur dari serat optik ini dapat diperlihatkan dari gambar 2.15 berikut ini :



Gambar 2.15. Struktur Serat optik

Prinsip kerja Serat optik adalah nama untuk proses dimana data ditransfer melalui pulsa cahaya, yang dikirim melalui untaian tipis dari kaca atau plastik. Ini semacam helai kaca atau plastik, juga disebut kabel optik, setipis rambut manusia, yang berarti banyak dari mereka dapat terikat bersama. Ini juga berarti mereka dapat rusak sangat mudah.

Gelombang cahaya tidak menekuk dengan sendirinya, mereka tidak bisa pergi sekitar sudut tanpa memantul dari cermin atau permukaan reflektif lainnya. Serat optik menekuk lampu dengan memantul pulsa cahaya sepanjang dinding kabel. Ini disebut refleksi internal total. Ini pulsa cahaya, penuh dengan data, dapat melakukan perjalanan cepat melalui jarak yang jauh[12].

Sebuah pemancar di salah satu ujung dari sistem serat optik mengirim data dengan mengubah sinyal elektronik menjadi pulsa cahaya, yang dipancarkan ke dalam serat. Sebuah penerima di ujung lain menerima dan decode pulsa, mentransformasikannya menjadi sinyal listrik, yang kemudian dikirim ke televisi, komputer dan perangkat elektronik lainnya.

2.6.1 Karakteristik Serat Optik

Performansi sistem komunikasi serat optik dipengaruhi oleh parameter redaman yang menentukan jarak tempuh sinyal optik yang dapat ditransmisikan dan dispersi yang menentukan besarnya laju data.

Redaman dalam merancang sistem transmisi serat optik, redaman mempunyai peranan yang sangat penting. Redaman menentukan jarak trasmisi maksimum antara *transmitter* dan *receiver*, dan juga menentukan margin daya yang diperlukan dalam sebuah *link*. Redaman sinyal dalam serat optik dinyatakan dalam *decibel*. Redaman pada serat optik disebabkan oleh tiga mekanisme, yaitu *absorpsi*, hamburan *Rayleigh* dan *Bending*

2.6.2 Perambatan Cahaya Dalam Serat Optik

Prinsip perambatan cahaya dalam serat optik dan lintasan sinar terlihat pada gambar 2.16 dibawah ini :



Gambar 2.16. Perambatan Cahaya Dalam Serat Optik

Penjelasan Gambar diatas :

1. Sinar optik merambat lurus tanpa mengalami refleksi sepanjang sumbu serat optik.
2. Sinar mengalami refleksi total karena memiliki sudut datang yang lebih besar dari sudut kritis dan akan merambat sepanjang serat melalui pantulan-pantulan.
3. Sinar akan mengalami refleksi dan tidak akan dirambatkan sepanjang serat karena memiliki sudut datang yang lebih kecil dari sudut kritis.

Berdasar ketiga hal yang didapat diatas dapat disimpulkan bahwa prinsip pemantulan dalam serat harus memenuhi persyaratan pantulan dalam total serat optik (*total internal reflection*). Adanya cahaya yang merambat didalam suatu serat optik melalui sejumlah lintasan yang disebut dengan *mode*. Hal lain yang mempengaruhi jumlah *mode* yang ada di dalam serat adalah ukuran dari diameter *core*. Serat optik yang memiliki lebih dari suatu *mode* disebut *multi mode*, sedangkan yang hanya memiliki satu *mode* disebut dengan *single mode*[9].

2.6.3 Jenis – Jenis Serat Optik

Jenis – jenis serat optik dibagi 3 yaitu :

1. *Single Mode Step Index*
2. *Multi Mode Step Index*
3. *Multi Mode Graded*

2.6.3.1 Single Mode Step Index

Pada jenis *single mode step index* baik *core* maupun *cladding* nya dibuat dari bahan *silica glass*. Ukuran *core* yang jauh lebih kecil dari *cladding* nya dibuat demikian agar rugi-rugi transmisi berkurang akibat *fading*[5] seperti pada gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17. Perambatan gelombang pada *single mode step index*

Single *mode step index* mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Serat optik *single mode step index* memiliki diamater *core* yang sangat kecil jika dibandingkan dengan *cladding* nya.
2. Ukuran diameter *core* antara 8 μm – 12 μm

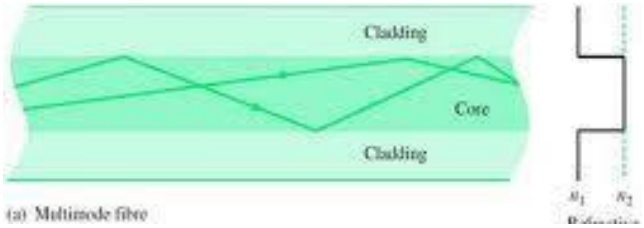
3. Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan serat sumbu optik.
4. Memiliki redaman yang sangat kecil.
5. Memiliki *bandwidth* yang lebar.
6. Digunakan untuk transmisi data dengan *bit rate* tinggi.
7. Dapat digunakan untuk transmisi jarak dekat, menengah dan jauh.

Secara garis besar tipe serat optik ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Diameter core lebih kecil dibandingkan diameter cladding.
2. Digunakan untuk transmisi jarak jauh, bisa mencapi 120 km, band frekuensi lebar, dan penyusutan transmisi sangat kecil.

2.6.3.2 Multi Mode Step Index

Serat optik *multi mode* step pulsa disisi terima akan lebih besar dibandingkan dengan pulsa disisi kirim. Pelebaran pulsa mengakibatkan adanya perbedaan bit-bit data yang ditransmisiskan. Pada jenis *multi mode step index* ini, diameter *core* lebih besar diameter *cladding* nya. Dampak dari besarnya diameter *core* menyebabkan rugi-rugi dispersi waktu *transmitter* nya besar. Penambahan presentase bahan *silica* pada waktu pembuatan tidak terlalu berpengaruh dalam menekan rugi-rugi dispersi waktu pengiriman. Serat optik *multi mode graded index* digunakan dalam transmisi jarak pendek dengan laju data yang rendah dan memiliki loss yang besar. Gambar 2.18 dibawah ini menunjukan perambatan gelombang dalam serat optik *multimode step index*[5].



Gambar 2.18. Perambatan gelombang pada *multi mode step index*

Berisi sebuah *core* besar dengan diameter lebih dari 100 mikron. Hasilnya, beberapa cahaya membuat sinyal digital melewati rute utama (*direct route*), sedangkan yang lainnya berliku-liku (*zig zag*) ketika sinar tersebut memantul *cladding*. Alternatif jalan kecil ini menyebabkan pengelompokan cahaya yang berbeda yang dikenal sebagai sebuah mode, tiba secara terpisah pada sebuah titik penerima. Kebutuhan untuk meninggalkan jarak antar sinyal untuk mencegah *overlap* batas *bandwith* adalah jumlah informasi yang dapat dikirim ke titik penerima. Sebagai konsekuensinya, serat optik tipe ini lebih cocok untuk jarak yang pendek/singkat[5].

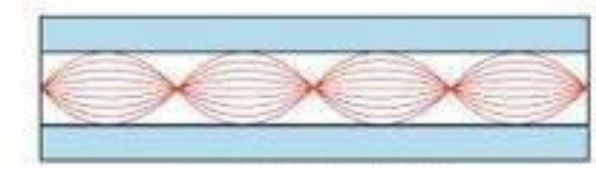
Ciri-ciri tipe serat optik jenis ini adalah:

1. Ukuran intinya berkisar 50 mm – 125 mm dengan diameter *cladding* 125 mm – 500 mm
2. Diameter *core* yang besar digunakan agar penyambungan kabel lebih mudah
3. Hanya baik digunakan untuk data atau informasi dengan kecepatan rendah dan untuk jarak yang relatif dekat.

2.6.3.3 Multi Mode Graded Index

Pada jenis serat optik *multi mode graded index* ini *core* terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias yang tertinggi terdapat pada pusat *core* dan berangsur-angsur turun hingga yang terendah terdapat pada batas antar *core-cladding*. Akibatnya

dispersi waktu berbagai *mode* cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan. Gambar 2.19 dibawah ini menunjukan perambatan gelombang dalam *multimode graded index*[5].



Gambar 2.19. Perambatan gelombang pada *multi mode graded index*

Multi mode graded index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

e. Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada *core* sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
f. Dispersi minimum sehingga baik untuk digunakan untuk jarak menengah.
g. Ukuran diamater *core* antara 50 μm – 100 μm, lebih kecil dari *multi mode step index* dan dibuat dari bahan *sillica glass.*
h. Harganya lebih mahal dari serat optik *multi mode step index* karena proses pembuatannya yang lebih sulit.

Fiber multimode Graded Index mempunyai redaman mulai dari 3 sampai dengan 10 dB /km dan *bandwidth* 1 GHz. Meskipun mempunyai banyak keuntungan, *fiber multimode graded index* sukar pembuatannya dan oleh karena itu harganya menjadi mahal dari pada *fiber multimode step index.*

Berisi sebuah *core* dimana *refraksi* indeks mengurangi secara perlahan - lahan dari poros pusat ke luar *cladding*. Refraksi indeks tertinggi pada pusat membuat cahaya bergerak lebih perlahan pada porosnya dibandingkan cahaya yang lebih dekat dengan *cladding*. Alur yang dipendekkan dan kecepatan yang tinggi mengijinkan cahaya di bagian luar untuk sampai ke penerima pada waktu yang sama secara perlahan tetapi

cahaya lurus langsung melalui inti *core*. Hasilnya sinyal digital mengalami distorsi yang sedikit[5].

Ciri-ciri tipe serat optik jenis ini adalah:

1. Merupakan penggabungan *fiber single mode* dan *fiber multimode step index*
2. Biasanya untuk jarak transmisi 10 – 20 km à pentransmisian informasi jarak menengah seperti pada LAN

2.6.4 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Serat Optik

Beberapa hal yang mempengaruhi performance serat optik[8] :

1. *Loss,* yang diakibatkan oleh panjang span fiber dan banyaknya splicing di sepanjang span *fiber* tersebut. Besarnya loss dari suatu span fiber bisa diukur dengan menggunakan *OTDR.*
2. *Dispersi*, Dispersi disebabkan oleh melebarnya pulsa optik karena merambat sepanjang serat optik. Dispersi akan membatassi *bit rate* maksimum yang dapat ditransmisikan oleh system. Dalam serat optic terdapat dua macam dispersi yaitu :
    1. Dispersi *intermodal*

       Dispersi *intermodal* adalah pelebaran pulsa yang terjadi pada serat *multimode* sebagai akibat dari perbedaan delay propagasi antara satu *mode* dengan *mode* penjalaran lainnya. Gangguan ini tidak terjadi pada serat optic *single mode*
    2. Dispersi *intramodal*

       Dispersi *intramodal* ini disebut juga disperse kromatik yang telah mencakup pengaruh dispersi material yang diakibatkan adanya variasi indeks bias sebagai fungsi yang tidak linier dari panjang gelombang dan dispersi pandu gelombang yang diakibatkan adanya variasi kecepatan group terhadap panjang gelombang suatu modus.pelebaran pulsa akibat dispersi ini didefinisikan sebagai :

*t*in *ra* mod = $D.\sigma\lambda.L$ (2.1)

Dimana $D, \sigma \lambda, L$ berturut-turut adalah dispersi kromatik serat optik dalam ps/nm.km,lebar spektral cahaya sumber dalam nm dan panjang link serat optic dalam km.

3. Rusaknya Sealed dan Jacket Fiber, seiring bertambahnya usia fiber Sealed dan Jacket Fiber akan semakin jelek, misalnya mengeras kemudian pecah sehingga serat optik tidak terlindungi dari suhu dan lembab.

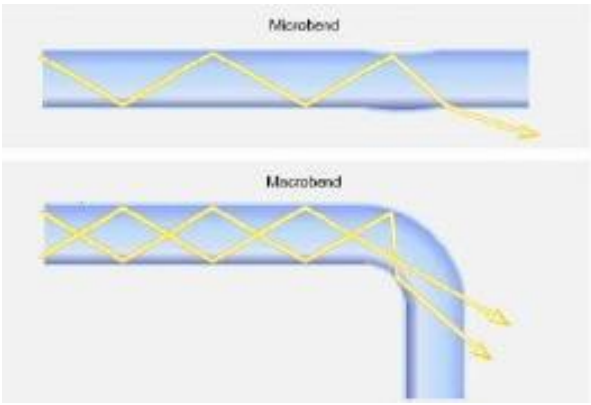
Karakteristik mekanis :

1. *Fibre Bending* (tekukan serat)

   Tekukan serat yang berlebihan (terlalu kecil) dapat mengakibatkan bertambahnya *optical loose*.

2. *Cable Bending*

   Tekukan kabel pada saat instalasi juga harus dijaga agar tidak terlalu kecil, karena hal ini dapat merusak serat sehingga menambah *optical loss*, gambar 2.20 ilustrasikan kabel *bending*.



Gambar 2.20. *cable bending*

3. *Tensile Stregh*

   Tensile Stregh yang berlebihan dapat mengakibatkan rusaknya kabel atau serat.

4. *Crush*

   Crush atau tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak / patah sehingga dapat menambah *optical loos.*

5. *Impact*

   Imapct adalah beban dengan berat tertentu yang dijatuhkan dan mengenai kabel optik. Berat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak atau patah dan juga dapat menambah *optical loos.*

6. *Cable Torsion*

   Torsi yang berlebihan diberikan kepada kabel dapat merusak selubung kabel dan serat.

2.6.5 Parameter Unjuk Kerja Sistem

Parameter untuk menghitung *Loss* dalam jaringan serat optik apakah jaringan yang di instalisai sudah layak digunakan atau belum.

2.6.5.1 Nilai Redaman

Redaman yang terjadi pada serat optik dapat diakibatkan oleh fenomena absorbsi (penyerapan) dan hamburan *rayleight*, juga dapat diakibatkan oleh *splice* dan konektor. Secara matematis redaman sepanjang L km pada serat optik dapat[1] dituliskan :

1. Loss Fiber (L_f)

   $\alpha_f = L \times L_f$

2. Loss Splice (L_s)

   $\alpha_s = N_s \times L_s$

3. Loss Konektor (L_c)

   $\alpha_c = N_c \times L_c$

(2.2)

Keterangan : αf = Loss serat optic (dB/Km)

αs = Loss splice (dB/splice)

Lc = Loss konector (dB)

2.6.5.2 Power Link Budget

Power Budget adalah perhitungan daya yang dilakukan pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran (redaman), sumber optik dan sensitivitas fotodetektor[1]. Perhitungan daya sinyal diformulasikan dengan persamaan[8]:

$P_r = P_t - \alpha_f - \alpha_s - \alpha_c$ (2.3)

Keterangan : (P_r) = Daya Receiver

(P_t) = Daya Transmitter

αf = Loss serat optic (dB/Km)

αs = Loss splice (dB/splice)

Lc = Loss konector (dB)

Dalam perancangan jaringan,untuk memenuhi performansi yang diinginkan maka dilakukan perhitungan anggaran daya (*link power Budget*) yang digunakan untuk menentukan jarak terjauh tanpa penguat dengan sensitivitas yang telah ditentukan dan jarak antar penguat dengan menghitung *loss* system

2.6.5.3 Rise Time Budget

Rise Time Budget bertujuan untuk menganalisis kemampuan komponen sistem yang menjamin bahwa sistem yang didesain dapat melayani *bit rate*

transmisi yang ditrasmisikan, maka dilakukan perhitungan *rise time budget* ini[8]. Dalam persamaan berikut ini dituliskan perhitungan untuk *rise time budget* sistem yang didesain[1].

$$t_f = D.\ \sigma\lambda.\ L_{sist} \qquad (2.4)$$

Maka nilai rise time sistem sebagai berikut :

$$t_{sist}^2 = t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2 \qquad (2.5)$$

t_{sist} = Hasil rise time

Keterangan : (t_{tx}) = Rise time transmitter
(t_{rx}) = Rise time receiver
(D) = Dispersi kromatis
($\sigma\lambda$) = Lebar spectral
L_{sist} = Total Jarak

2.7 OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengevaluasi suatu serat optik pada domain waktu. OTDR dapat menganalisis setiap dari jarak akan insertion loss, reflection, dan loss yang muncul pada setiap titik, serta dapat menampilkan informasi pada layer tampilan[2].

2.7.1 Pengukuran Kabel Serat Optik dengan OTDR

Pengukuran kabel serat optik dengan OTDR **(***Optical Time Domain Reflectometer***)** adalah suatu metode pengukuran serat optic yang dutujukan untuk memahami dan mengetahui rugi rugi yang terjadi pada jaringan kabel serat optic serta rugi rugi penyambungan pada setiap titik penyambungan serat optic dan bending atau belokan yang terjadi pada saat instalasi.

Teknik pengukuran ini dilakukan ketika sesudah pemasangan semua kabel serat optik dan perangkat lainya dan dalam melakukan maintenance atau

pengecekan kerusakan rutin yang setiap sebulan dilakukan oleh PT Mora Quatro Multimedia Indonesia. Hal ini ditujukan agar pada saat terjadi suatu patahan atau suatu belokan yang terlampau ekstrem pada instalasi serat optic dapat ditangani dengan cepat dan tidak menimbulkan kerusakan yang berkelanjutan sehingga tidak mengganggu jaringan antar back bone yang ada.

Dan pengertian OTDR **(***Optical Time Domain Reflectometer***)** merupakan suatu peralatan optoelektronik yang digunakan untuk mengukur parameter-parameter seperti pelemahan (attenuation), panjang, kehilangan pencerai dan penyambung, dalam sistem telekomunikasi serat optik. OTDR pada dasarnya terdiri dari satu sumber optik dan satu penerima (receiver), modul akuisisi data, CPU, media penyimpanan data, dan layar monitor[2].

2.7.2 Prinsip pengukuran OTDR

Prinsip pengukuran OTDR adalah berdasarkan radar optik, dengan menghantarkan denyutan sumber optik (biasanya laser) ke dalam satu masukan serat optik yang sedang diuji dan mengukur waktu yang diperlukan untuk dipantul balik pada penerima.

Dengan mengetahui indeks biasan (Index of Refraction, IoR) serat optik dan waktu pantulan balik yang diperlukan, OTDR dapat menghitung jarak yang dilalui oleh pantulan denyutan cahaya tadi. Selanjutnya OTDR dapat juga menentukan kuat pantulan denyutan cahaya dan memberi paparan hasil pelemahan melawan jarak serat optik yang diuji[2].

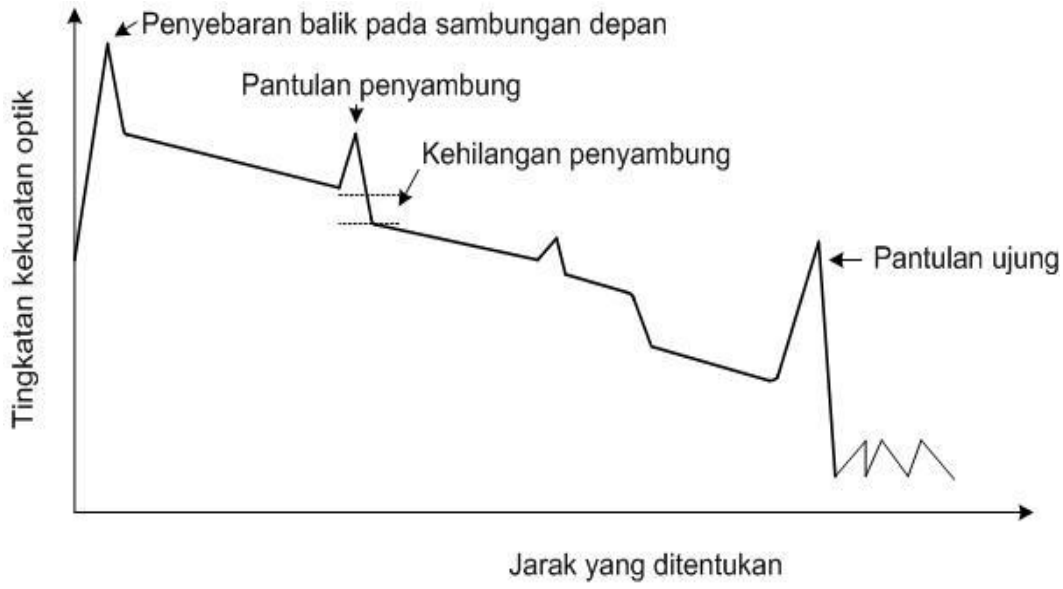
Hasil perhitungan OTDR diberikan dari persamaan berikut:

$$jarak = \frac{c}{n}.\frac{t}{2} \qquad (2.6)$$

dimana:
c = kecepatan cahaya dalam ruang hampa (299,792,458 m/s)
t = waktu
n = indeks bias

2.7.3 OTDR Trace

Hasil pengukuran dari OTDR biasanya ditampilkan dalam representatif bentuk grafik pada layar monitornya, dari pengukuran dengan OTDR didapatkan perwakilan ciri-ciri isyarat pemantulan balik bagi suatu serat optik melalui panjangnya dalam bentuk grafik. Sifat-sifat jaringan serat optik ditentukan dengan menganalisa amplitudo dan ciri-ciri temporari dalam bentuk gelombang cahaya penyebaran balik. OTDR memplot ciri-ciri ini dalam bentuk grafik pada hasil skrin paparannya, dimana untuk jarak ditunjukkan oleh sumbu-x dan sedangkan isyarat pemantulan balik ditunjukkan pada sumbu-y dalam unit dB. Selanjutnya informasi seperti pelemahan serat optik, kehilangan pencerai, kehilangan penyambung dan lokasi kecacatan dapat ditentukan dari hasil paparan ini, gambar 2.21 memperlihatkan grafik OTDR[7].



Gambar 2.21. grafik OTDR

2.7.4 Pemantulan Fresnel dan Penyebaran Balik Rayleigh

Pengukuran fenomena cahaya dalam serat optik dikelompokan atas 2 bagian, yaitu:

1. Pemantulan Fresnel (Fresnel reflection)
2. Penyebaran Balik Rayleigh (Rayleigh back-scatter, RBS)

Pemantulan Fresnel berlaku apabila cahaya memasuki medium-medium bahan yang mempunyai IoR yang berbeda, fenomena ini dapat diperhatikan pada tampilan grafik ujung serat optik. Pemantulan Fresnel juga berlaku pada retakan, bengkokan dan sambungan fisik yang terjadi pada sepanjang saluran kabel transmisi serat optik. Sedangkan RBS terjadi disebabkan oleh pelemahan serat optik akibat pengaruh adanya benda luar, dan pengaruh dari perubahan keadaan bahan serat optic[8].

2.8 Rugi-Rugi Serat Optik

Ada beberapa komponen yang menjadi bahan pertimbangan dalam mendisain suatu jaringan. Salah satunya adalah rugi-rugi transmisi serat optik (*attenuation*). Rugi-rugi transmisi ini adalah salah satu karakteristik yang penting dari Serat optik. Rugi-rugi ini menghasilkan penurunan dari daya cahaya dan juga penurunan *bandwidht* dari sistem, transmisi informasi yang dibawa, efisiensi, dan kapasitas sistem secara keseluruhan. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi serat optik tersebut ataupun karena gangguan ataupun tambahan pada jaringan serat optik tersebut. Selain itu, rugi-rugi pada suatu saluran transmisi yang mempergunakan serat optik juga didapat dari pemasangan komponen-komponen pendukung yang dibutuhkan dalam suatu jaringan seperti konektor, *splice*, ataupun komponen lain yang disambungkan pada saluran transmisi.

Rugi-rugi pada serat optik merupakan pelemahan *power* dari cahaya yang ditransmisikan mulai dari pemancar sampai jarak tertentu. Misalkan pada suatu transmisi serat optik disalurkan cahaya dengan *power* **P(0)** dari

pemancar, maka pada jarak l km, sinyal tersebut akan mengalami degradasi atau penurunan *power* menjadi **P(l)**. Pelemahan sinyal atau rugi-rugi ini dinyatakan dengan satuan

Prinsip kerja dari serat optic ini adalah sinyal awal/source yang berbentuk sinyal listrik ini pada transmitter diubah oleh transducer elektrooptik (Dioda/Laser Dioda) menjadi gelombang cahaya yang kemudian ditransmisikan melalui kabel serat optic menuju penerima/receiver yang terletak pada ujung lainnya dari serat optik, pada penerima/receiver sinyal optik ini diubah oleh transducer Optoelektronik (Photo Dioda/Avalanche Photo Dioda) menjadi sinyal elektris kembali. Dalam perjalanan sinyal optic dari transmitter menuju receiver akan terjadi redaman cahaya di sepanjang kabel optik, sambungan-sambungan kabel dan konektor-konektor di perangkatnya, oleh karena itu jika jarak transmisinya jauh maka diperlukan sebuah atau beberapa repeater yang berfungsi untuk memperkuat gelombang cahaya yang telah mengalami redaman sepanjang perjalanannya.

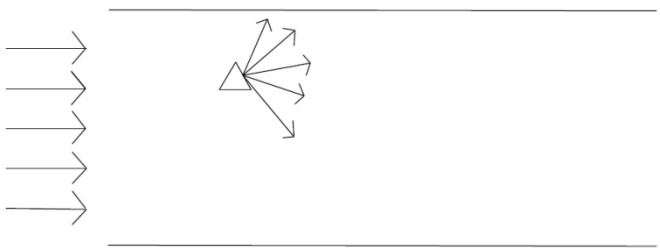
Ada beberapa komponen yang menjadi bahan pertimbangan dalam mendesain suatu jaringan. Salah satunya adalah rugi-rugi transmisi serat optik (attenuation). Rugi-rugi transmisi ini adalah salah satu karakterisktik yang penting dari serat optik. Rugi-rugi ini mengahasilkan penurunan dari cahaya dan juga penurunan bandwidth dari sistem, transmisi informasi yang dibawa, efisien, dan kapasitas sistem secara keseluruhan. Rugi-rugi serat optik meliputi : Rugi-rugi Absorpsi, Rugi-rugi Pada Inti dan Cladding, dan Rugi-rugi Konektor dan Splice[8].

2.8.1 Rugi-Rugi di Dalam Fiber

1. Rugi-Rugi Penyebaran *Rayleigh*

   Penyebaran Rayleigh terjadi sebagai akibat tidak homogennya indeks bias pada core serat optik. Bilamana pada core serat optik terjadi perubahan indeks bias yang lebih pendek dari pada panjang gelombang

sinar yang dirambatkan, maka akan terjadi hamburan seperti pada gambar 2.22[13].

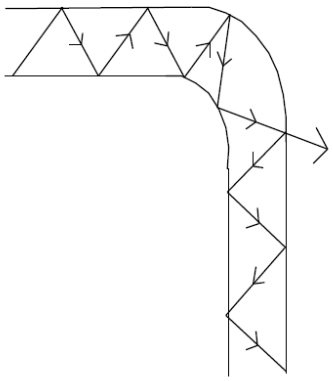


Gambar 2.22. Penyebaran Rayleigh

2. Rugi-rugi Pembengkokan (*Bending Losses*)

   Ada dua jenis pembengkokan yang menyebabkan rugi-rugi dalam fiber, yaitu pembengkokan-mikro (*microbending*) dan pembengkokan-makro (*macrobending*). Keduanya timbul karena alasan yang berbeda, dan menimbulkan rugi-rugi dengan dua macam mekanisme yang berbeda pula. Pembengkokan mikro adalah suatu pembengkokan mikroskopis dari inti fiber yang disebabkan oleh laju penyusutan (*contraction*) thermal yang sedikit berbeda antara bahan inti dan bahan pelapis. Pembengkokan mikro dapat juga timbul bila fiber berulang kali digulung menjadi suatu kabel fiber majemuk (*multifiber cable*), atau bila digulung pada kelos-kelos untuk memudahkan pengangkutannya. Makin tajam belokan itu dibuat, makin banyak pula ragam-ragam yang terlepas pada belokan. Pembengkokan makro adalah pelengkungan serat optik seperti pada gambar 2.23 [13]. Rugi-rugi pembengkokan sebagai berikut:

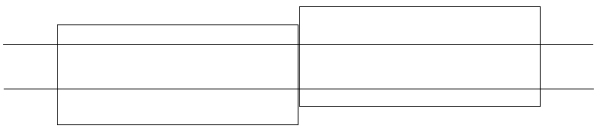
   Loss Pembengkokan = Loss pada kabel tidak dibengkokan – Loss pada kabel dibengkokan



Gambar 2.23. Pembengkokan (bending)

3. Rugi-rugi Penggandengan Ragam (*Mode Coupling Losses*)

   Daya yang sudah dilepaskan dengan baik ke dalam suatu ragam yang merambat mungkin kemudian digandengkan ke dalam suatu ragam bocor atau ragam radiasi pada sebuah titik yang agak jauh pada fiber. Efek penggandengan ini dapat terjadi karena rugi-rugi ini timbul pada saat serat optik dikopel/disambungkan dengan sumber cahaya atau photo detector. Rugi-rugi coupling dapat diperkecil dengan penambahan lensa di depan sumber cahaya atau pembentukan permukaan tertentu (misalnya *spherical-surface*) pada sumber cahaya atau ujung fiber seperti gambar 2.24 [13].



Gambar 2.24. Penggandengan ragam (*Mode Coupling*)

4. Rugi-rugi Penyambungan

   Rugi-rugi penyambungan dengan *fusion splice*, rugi-rugi ini ditimbulkan sebagai akibat tidak sempurnanya kegiatan penyambungan (*splice*) sehingga sinar dari serat optik yang satu tidak dapat dirambatkan seluruhnya ke dalam serat yang lainnya[13]. Beberapa kesalahan menyambungan yang menimbulkan rugi-rugi:

   1. Sambungan kedua serat optik membentuk sudut
   2. Sumbu kedua serat optik tidak sejajar
   3. Sumbu kedua serat optik berimpit namun masih ada celah diantaranya
   4. Ada perbedaan ukuran antara kedua serat optik yang disambung

5. Penyerapan Bahan

   Tiga mekanisme yang berbeda memberikan sumbangannya pada rugi-rugi penyerapan (*absorption losses*) dalam fiber gelas. Ini adalah berturut-turut penyerapan ultraviolet, penyerapan infra merah, dan penyerapan resonansi ion[13].

2.8.2 Perkembangan serat optik di indonesia

Teknologi serat optik telah berkembang pesat di indonesia karena tuntutan pemakaian internet yang terus bertambah tiap tahunnya, sedangkan teknologi yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat dalam jangka waktu kedepan adalah serat optik, tidak menutup kemungkinan nantinya jalur komunikasi yang semula menggunakan teknologi kawat tembaga akan tergeser di gantikan dengan serat optik.

Beberapa kelebihan yang di miliki serat optik adalah mampu menampung kapasitas yang besar dalam jarak yang cukup jauh, sedangkan teknologi kawat tembaga terbatas dengan jarak dan kapasitas. sedangkan jalur komunikasi dengan menggunakan gelombang radio sudah semakin padat dan banyak kelemahannya.

Serat optik memiliki kualitas yang lebih bagus dan lebih stabil di banding teknologi yang lainnya, semula jaringan yang terbuat dari tembaga telah digantikan dengan kabel serat optik guna memenuhi kuota konsumsi pelanggan. tapi sayang teknologi ini masih terbentur dengan biaya pembangunan infrastruktur yang masih mahal, dan hanya operator besar yang mampu menyediakan fasilitas sampai kepelanggan.

Mungkin dalam dua puluh tahun kedepan kabel serat optik telah menggantikan kawat tembaga seutuhnya karena kawat tembaga hanya mampu menampung kapasitas yang kecil seiring peningkatan kebutuhan bisnis yang semakin besar.