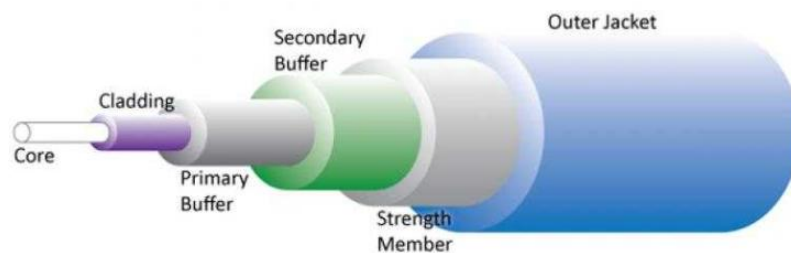


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 FIBER OPTIC

Serat optik merupakan suatu medium transmisi yang memanfaatkan penggunaan kabel untuk mengirimkan informasi. Dalam kabel ini, informasi dikirimkan melalui sinyal cahaya dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Kabel serat optik terdiri dari bahan kaca yang sangat halus dan kecil. Diameter kabel serat optik ini adalah sekitar 120 mikrometer, dan panjangnya berkisar antara 550 meter hingga ratusan kilometer. Teknologi serat optik menggunakan prinsip perambatan dan pemantulan, yang terjadi karena indeks bias inti (*core*) lebih besar daripada indeks bias lapisan pelindung (*cladding*). Kabel serat optik memiliki tiga komponen struktural utama, yaitu inti (*core*), lapisan pelindung (*cladding*), pelindung (*buffer*), dan mantel luar (*jacket*). Inti (*core*) dan lapisan pelindung (*cladding*) terbuat dari bahan kaca, sementara pelindung (*buffer*) dan mantel luar (*jacket*) terbuat dari plastik. [5]. *fiber optic* tidak membawa sinyal elektrik. Jadi diganti dengan sinyal yang mewakili *bit* yang di ubah ke bentuk cahaya. Pada *fiber optic* ini memiliki kecepatan 500 Kbps - 6,4 Tbps [6].



Gambar 2.1 Bagian *fiber optic* [6].

*fiber optic* terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Berikut ini adalah beberapa bagian kabel *fiber optic*:

1. Bagian Inti (*Core*)

Pada bagian *core* berfungsi untuk pemandu cahaya (*guided medium*). *Core* ini berbahan kaca yang memiliki diameter 5 sampai 10  $\mu\text{m}$ . Jadi pada *core* ini informasi yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai *indeks* bias yang lebih besar dari lapisan kedua.

## 2. Bagian *Cladding*

Pada bagian *cladding* berfungsi untuk pembatas dari pantulan cahaya saat pengiriman dilakukan, agar cahaya optik yang dirambatkan dapat dipantulkan lagi ke dalam *core*. *Cladding* ini berbahan gelas dengan *indeks* bias lebih kecil dibandingkan *core*.

## 3. Bagian *Coating* / Pelindung

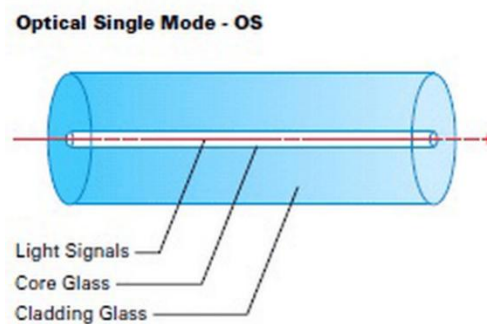
Pada bagian *coating* berfungsi untuk melindungi serat optik dari gangguan yang terjadi diluar, seperti air, kotoran, dan lain sebagainya. Jadi pada *coating* ini melindungi *cladding* dan *core* agar tidak cepat rusak atau putus. *Coating* ini berbahan plastik agar elastis [6].

## 2.2 JENIS-JENIS *FIBER OPTIC*

Pada kabel *fiber optic* memiliki dua jenis mode, yang pertama adalah *single mode* dan yang kedua adalah *multi mode*. Pada *multi mode* juga terbagi beberapa *indeks* yaitu *Multimode Graded indeks* dan *Multimode step indeks*.

### 1. *Single Mode*

Pada *single mode* memakai inti kaca sempit dengan satu *mode* atau jalur untuk mentransmisikan cahaya. Pada kecepatan *bandwidth* bisa membawa data yang cukup besar dibandingkan *multi mode*.

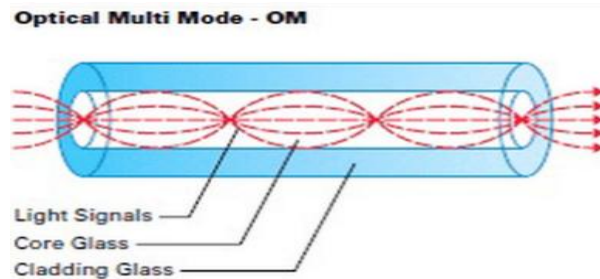


Gambar 2.3 Single Mode [7].

*fiber optic single mode* memiliki diameter yang sangat kecil. Karena ukurannya yang sangat kecil, hanya satu berkas cahaya saja yang dapat melaluinya, maka tidak ada pengaruh *indeks* bias terhadap pengiriman cahaya. Serat optik ini biasa digunakan pada sistem transmisi *fiber optic* jarak jauh (*long haul transmission system*).

## 2. Multi Mode

Serat *multi mode* lebih tebal sehingga bisa mengakomodasi peringatan yang lebih besar untuk *bandwidth* yang lebih tinggi. Jadi, kecepatannya lebih besar.



Gambar 2.4 *Multi Mode* [7].

Pada *fiber optic multi mode* memiliki beberapa lintasan cahaya dari pengirim ke penerima. Pada *multi mode* ini terdapat susunan *indeks bias* serat optik yaitu *Graded indeks* dan *Step indeks*.

### A. Multimode Graded indeks

Pada bagian ini serat optik memiliki *indeks bias* yang merupakan fungsi dari jarak terhadap sumbu serat optik. Jadi cahaya menjalar melalui beberapa lintasan ke tujuan yang sama dan sampai tujuan dengan waktu yang sama.

### B. Multimode Step indeks

Pada bagian ini cahaya yang dikirimkan dari pengirim ke penerima akan cepat sampai karena lintasan yang melalui poros lebih pendek dibandingkan cahaya yang mengalami pemantulan. Tetapi terjadi pelebaran pulsa atau mengurangi lebar bidang frekuensi.

## 2.3 KODE WARNA *FIBER OPTIC*

Kabel serat optik memiliki inti (*core*) yang beraneka warna. Saat mengupas kabel serat optik, akan terlihat banyak inti atau tabung dalam kabel serat optik yang memiliki berbagai warna berulang. Warna-warna pada inti kabel serat optik adalah *code* yang digunakan untuk memudahkan teknisi serat optik selama proses instalasi atau perbaikan. Penggunaan warna inti yang berbeda telah diatur secara internasional sesuai dengan standar TIA/EIA598, yang mencakup 12 warna dan memiliki singkatan dengan nama "BOHCAP MEHIKUVIPITOS," yang mewakili urutan

warna inti kabel serat optik. Urutan ini adalah standar dan dapat ditemukan dalam Gambar 2.4.

TUBE/CORE	BIRU	ORANGE	HIAU	COKLAT	ABU-ABU	PUTIH	MERAH	HITAM	KUNING	UNGU	PINK	TOSKA
BIRU	1	13	25	37	49	61	73	85	97	109	121	133
ORANGE	2	14	26	38	50	62	74	86	98	110	122	134
HIAU	3	15	27	39	51	63	75	87	99	111	123	135
COKLAT	4	16	28	40	52	64	76	88	100	112	124	136
ABU-ABU	5	17	29	41	53	65	77	89	101	113	125	137
PUTIH	6	18	30	42	54	66	78	90	102	114	126	138
MERAH	7	19	31	43	55	67	79	91	103	115	127	139
HITAM	8	20	32	44	56	68	80	92	104	116	128	140
KUNING	9	21	33	45	57	69	81	93	105	117	129	141
UNGU	10	22	34	46	58	70	82	94	106	118	130	142
PINK	11	23	35	47	59	71	83	95	107	119	131	143
TOSKA	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144

Gambar 2.4 Urutan Warna 144 Core [8].

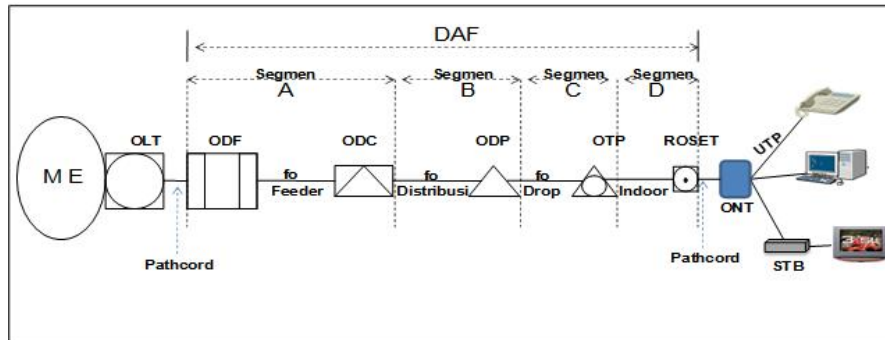
Pada gambar 2.4 terdapat *Tube* yang artinya sebagai pengelompokan *core*. Dimana satu *tube* terdapat 12 warna kabel *fiber optic core*. Jadi pada *fiber optic* 24 *core* akan memiliki 2 *tube* yang masing - masing *tubenya* berisi 12 warna kore serat optik yang berbeda [8].

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

FTTH (*Fiber To The Home*) adalah jenis jaringan akses yang menghubungkan penyedia layanan dengan pelanggan melalui penggunaan media transmisi berbasis serat optik. FTTH juga termasuk dalam kategori teknologi transmisi serat optik yang dikenal dengan sebutan FTTx, yang mampu mengirimkan data dengan kecepatan dan kestabilan yang tinggi hingga ke pelanggan.

Jaringan FTTx terdiri dari berbagai jenis kabel, seperti kabel *feeder*, kabel distribusi, kabel *drop*, dan kabel *indoor*, serta perangkat seperti *Optical Line Terminal* (OLT) dan ONU/ONT. Titik Konversi Optik (TKO) adalah titik akhir kabel serat optik menuju pelanggan, yang berperan dalam mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik. Biasanya, TKO terletak di dalam rumah pelanggan, dan terminal pelanggan terhubung dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor* yang berjarak beberapa meter saja. Teknologi serat optik ini sangat berkembang dan memiliki potensi untuk menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dengan FTTx, pelanggan dapat menikmati layanan yang disebut *Triple Play Services*, yang mencakup akses internet

yang cepat, layanan suara (telepon jaringan tetap, PSTN), dan layanan video (TV Kabel), semuanya disediakan dalam satu infrastruktur pada perangkat pelanggan [9].



Gambar 2.5 Konfigurasi FTTH [9].

Konfigurasi Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH), pada umumnya konfigurasi jaringan FTTx baik pada jaringan FTTB, FTTZ, FTTC, maupun FTTH sama, hanya saja yang menjadi perbedaan mendasarnya ialah letak Titik Konversi Optik (TKO) pada masing-masing jaringan. *Fiber to the Home* memiliki beberapa keunggulan, antara lain :

1. FTTH menawarkan layanan pelanggan berupa data, video dan suara.
2. FTTH memiliki *bandwith* (lebar pita) yang lebih besar.
3. FTTH memiliki karakteristik lebih aman karena serat optik tidak mudah terbakar.
4. FTTH mendukung pengembangan jaringan masa depan.
5. FTTH tidak memerlukan *repeater* (penguat sinyal).

## 2.5 OPTICAL LINE TERMINAL (OLT)

*Optical Line Termination* (OLT) adalah suatu perangkat dalam jaringan *Optical Network* yang berperan sebagai titik antarmuka pusat yang menghubungkan ke jaringan distribusi optik, baik yang terhubung ke satu atau lebih jaringan distribusi optik.



Gambar 2.6 Perangkat OLT [10].

OLT juga berfungsi untuk mengubah dari sinyal elektrik menjadi sinyal cahaya yang nantinya dapat ditransmisikan menggunakan kabel *fiber optic* [10].

## 2.6 OPTICAL DISTRIBUTION FRAME (ODF)

*Optical Distribution Frame* (ODF) merupakan perangkat tempat terminasi awal kabel serat *optic* [11].

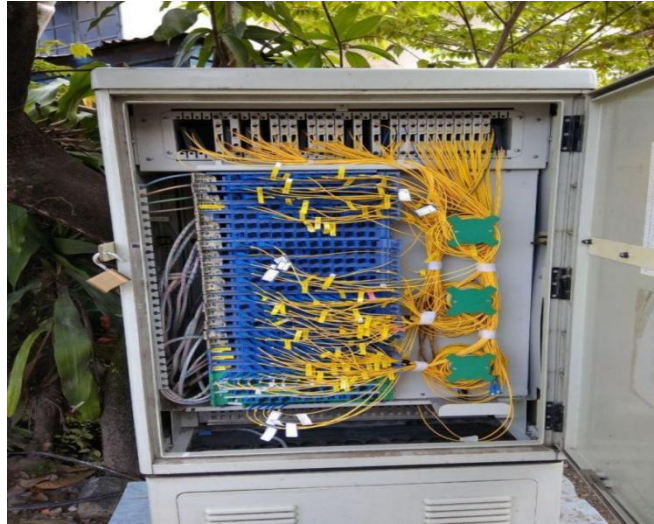


Gambar 2.7 Perangkat ODF [11].

Selain itu, perangkat ini juga berfungsi sebagai lokasi transisi dari kabel serat optik yang berada di luar ruangan (*outdoor*) ke kabel yang berada di dalam ruangan (*indoor*), dan sebaliknya. ODF memiliki peran dalam mengakhiri kabel serat optik *drop* atau dalam membagi satu inti serat optik ke beberapa pelanggan.

## 2.7 OPTICAL DISTRIBUTION CABINET (ODC)

ODC merupakan suatu perangkat *Passive Optical Network* (PON) yang diinstalasi di luar sentral, bisa di lapangan (*outdoor*) maupun di dalam ruangan (*indoor*).



Gambar 2.8 Perangkat ODC [12].

ODC berfungsi sebagai tempat di mana kabel *feeder* berakhir dan kabel distribusi dimulai, sebagai tempat di mana kabel berkapasitas besar (*feeder*) didistribusikan menjadi kabel berkapasitas lebih kecil (distribusi), tempat di mana informasi sinyal optik dibagi (*splitter*), dan sebagai tempat penyambungan. ODC ini dilengkapi dengan konektor, sambungan, dan *splitter*. [12].

## 2.8 OPTICAL DISTRIBUTION POINT (ODP)



Gambar 2.9 Perangkat ODP [12].

Gambar 2.9 menunjukkan *Optical Distribution Point* (ODP), yang merupakan perangkat yang mendukung jaringan serat optik dan berfungsi sebagai titik akhir di mana kabel serat optik jaringan dapat dihubungkan

dengan kabel serat optik distribusi dan kabel *drop* yang menuju ke rumah pelanggan. Di dalam ODP ini, terdapat berbagai komponen seperti konektor, ruang *splitter*, dan *optical pigtail*.

## 2.9 ROSET

Roset adalah titik di mana berakhirnya suatu jalur dalam jaringan serat optik, khususnya kabel *drop* yang menggunakan serat optik. Pada titik ini, biasanya terdapat konektor dan *patch cord* yang digunakan untuk menghubungkan jalur tersebut ke *Optical Network Terminal* (ONT) [12].

## 2.10 OPTICAL NETWORK TERMINATION (ONT)

*Optical Network Terminal* (ONT) adalah perangkat yang terletak di pihak pelanggan dan memberikan antarmuka untuk data, suara, serta video. Fungsi ONT adalah mengkonversi sinyal optik menjadi sinyal elektrik.



Gambar 2. 10 Perangkat ONT [12].

Fungsi pokok dari ONT adalah menerima lalu lintas dalam bentuk optik dan mengubahnya menjadi format yang diinginkan, seperti data, suara, dan video.

## 2.11 KABEL FEEDER

Kabel *Feeder* adalah kabel serat optik yang dihubungkan dengan *Optical Distribution Frame* (ODF) dan *Optical Distribution Cabinet* (ODC) untuk menghubungkan kedua perangkat tersebut [12].

## 2.12 KABEL DISTRIBUSI

Kabel distribusi, mirip dengan kabel *feeder*, berperan dalam mengalirkan sinyal optik dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) hingga mencapai *Optical Distribution Point* (ODP) [12].



### 2.13 KABEL UDARA

Dalam FTTH, terdapat kabel serat optik yang digunakan baik di atas tanah maupun di bawah tanah. Kabel serat optik di atas tanah biasanya menghubungkan *Base Transceiver Station* (BTS) satu dengan yang lain melalui tiang penyangga khusus untuk mendukung struktur kabel serat optik di udara. Sementara kabel serat optik di bawah tanah ditanam di bawah permukaan tanah. [13].

Kabel udara digunakan ketika menciptakan infrastruktur serat optik di daerah pedesaan, perkotaan, atau tempat-tempat di mana pemasangan kabel bawah tanah mungkin tidak praktis atau ekonomis. Kelebihan menggunakan kabel udara di FTTH adalah:

1. Biaya Pemasangan yang Lebih Rendah, pemasangan kabel udara sering kali lebih murah daripada menggali dan memasang kabel serat optik bawah tanah.
2. Kecepatan Implementasi, pemasangan kabel udara dapat lebih cepat dibandingkan dengan pemasangan bawah tanah, karena tidak perlu proses penggalian.
3. Akses yang Mudah, jika ada masalah dengan koneksi atau perlu perawatan, akses ke kabel udara lebih mudah dibandingkan dengan kabel bawah tanah yang mungkin memerlukan penggalian ulang.

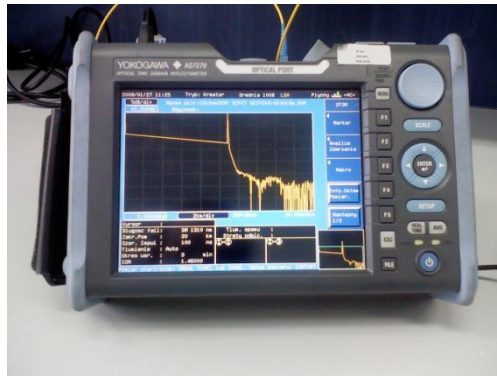
Meskipun demikian, kabel serat optik udara juga memiliki beberapa tantangan, termasuk kerentanannya terhadap cuaca ekstrem, kebutuhan akan perawatan yang lebih intensif untuk menjaga kabel dalam kondisi baik, potensi gangguan dari faktor lingkungan seperti pohon atau benda jatuh, serta potensi gangguan pada saat alat berat masuk dan keluar selama proyek konstruksi jalan atau situasi serupa. Keputusan antara penggunaan kabel serat optik udara atau bawah tanah dalam FTTH seringkali dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pertimbangan biaya, dampak lingkungan, peraturan, dan preferensi dari penyedia layanan [13].

## 2.14 ALAT DAN BAHAN

### A. ALAT

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

*Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)* adalah perangkat pengukur yang digunakan dalam teknologi serat optik untuk mendeteksi dan mengukur kerusakan pada kabel serat optik. Selain itu, alat ini juga digunakan dalam proses instalasi dan pemeliharaan kabel serat optik, sehingga memastikan bahwa kabel serat optik tersebut memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dan mampu mentransmisikan sinyal informasi dengan efisien [14].



Gambar 2.11 *Optical Time Domain Reflectometer* [14].

Prinsip kerja alat ini didasarkan pada konsep hamburan balik (*backscattering*), di mana OTDR mengambil sinyal balik yang dipantulkan dari ujung serat optik yang sedang diuji, dan kemudian melakukan analisis terhadap tingkat *attenuasi* (redaman) pada serat optik tersebut. OTDR memiliki kemampuan untuk mengukur kerugian (*loss*) dalam kabel serat optik dan mengidentifikasi lokasi kerusakan pada kabel serat optik.

#### 2. *Fusion Splicer*

*Fusion Splicer* adalah perangkat yang digunakan untuk menghubungkan serat optik dengan cara meleburkan kedua ujung kabel serat optik secara bersamaan menggunakan panas. Perangkat *Fusion Splicer* ini dilengkapi dengan sinar laser yang digunakan untuk memanaskan ujung kaca yang terputus pada inti

serat optik, sehingga memungkinkan penggabungan kembali dengan kualitas yang baik.



Gambar 2.12 *Fusion Splicer* [15].

Gambar 2.12 menunjukkan keberadaan layar monitor yang bertugas memantau kondisi sambungan dan menampilkan nilai kerugian (*loss*) dari sambungan tersebut. Selain digunakan dalam pembangunan jaringan serat optik, *Fusion Splicer* juga digunakan untuk menggabungkan kembali kabel serat optik yang mengalami putus [15].

### 3. *Fiber stripper*

*Striper/miller* merupakan alat yang digunakan untuk mengupas lapisan luar dari kabel *fiber optic*.



Gambar 2.13 *Fiber Striper* [16].

Gambar di atas, terlihat bahwa *fiber striper* memiliki tiga lubang yang berbeda, yang digunakan untuk menyesuaikan dengan ketebalan lapisan luar kabel yang akan dikupas. Alat ini dirancang dengan presisi yang tinggi, karena kabel serat optik memiliki inti

yang sangat kecil dan tipis. Tingkat ketelitian yang tinggi pada alat ini bertujuan untuk memastikan bahwa saat mengupas lapisan luar kabel, bagian inti (*core*) dari kabel serat optik tidak terganggu atau rusak [16].

#### 4. *Fiber Cleaver*

*Fiber cleaver* adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan pemotongan pada inti (*core*) dari kabel serat optik. Tujuan dari pemotongan ini adalah untuk mendapatkan ujung *core* yang memiliki potongan yang rapi. Di bawah ini, Anda dapat melihat gambar dari *Fiber Cleaver*.



Gambar 2.14 *Fiber Cleaver* [16].

Di dalam gambar 2.12, terlihat bahwa kabel diletakkan dalam lubang yang sesuai dengan ketebalan kabel tersebut, dan kemudian dipotong menggunakan alat pemotong berbentuk lingkaran kecil. Hal ini dilakukan agar hasil pemotongan menjadi rapi dan tidak mengganggu integritas inti kabel. *Fiber cleaver* ini memiliki tingkat presisi yang sangat akurat, karena jika ujung *core* dari kabel serat optik tidak dipotong dengan rapi, dapat mengakibatkan masalah pada proses penyambungan, bahkan mungkin kegagalan dalam penyambungan tersebut [16].

## B. BAHAN

### 1. *Joint closure*

Alat ini digunakan sebagai tempat penyambungan dan pengaturan dua ujung serat optik, selain itu juga sebagai pelindung dari beberapa faktor yang akan membuat sambungan kabel rusak, contohnya terkena air hujan, tertimbun tanah, gangguan dari

binatan-binatan yang menyebabkan kabel *fiber optic* putus, dan lain sebagainya [17].



Gambar 2.15 *Joint Closure* [17].

Pada gambar 2.15 adalah contoh dari tampak dalam *joint closure*, dapat dilihat bagian kabel *fiber optic* yang sudah dikupas akan terlindungi dengan bahan dari *joint closure* yang sangat tebal, selain itu juga akan susah di tarik dari kedua sisi karena kabel yang sudah dikupas akan dirapikan didalam *joint closure*.