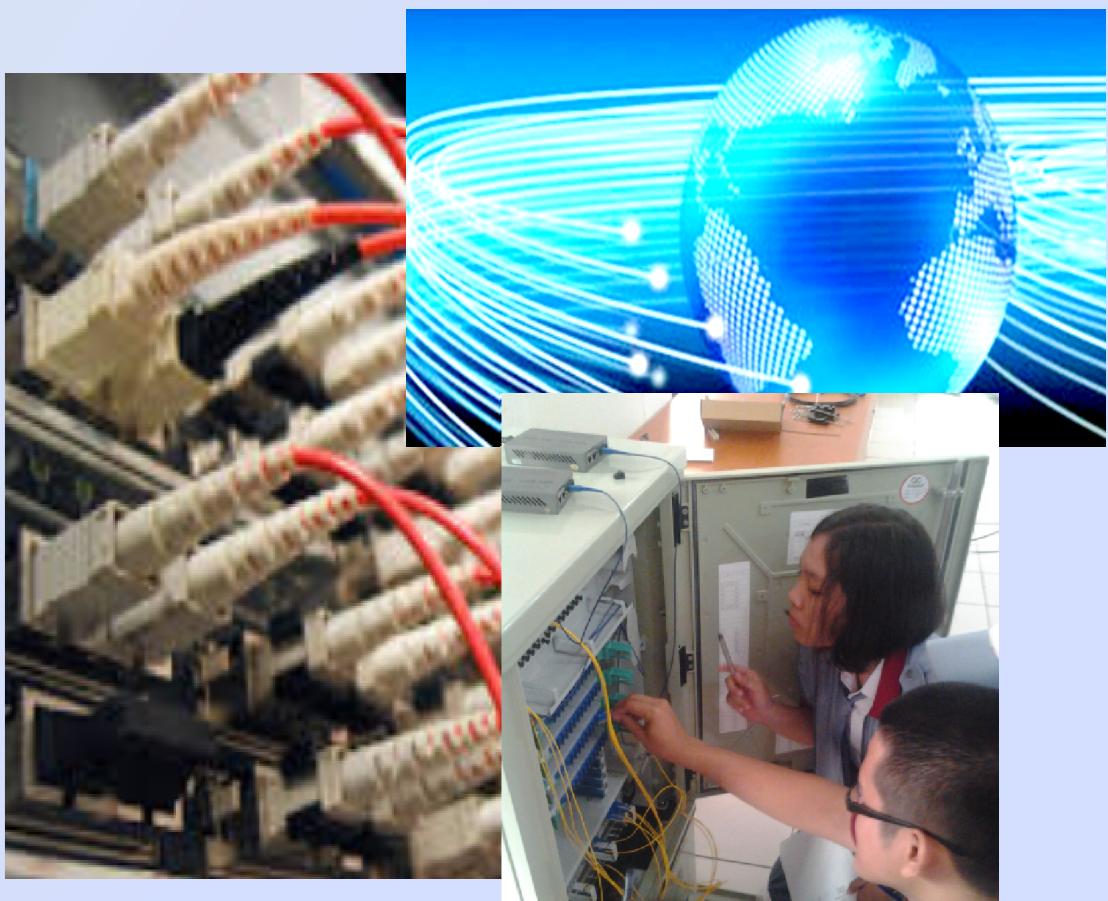


DASAR TEKNIK SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK

EDISI-2016

Sukhendro Ir

.



**KELAS XI
Teknik Transmisi & Teknik Jaringan Akses**



**SMK TELKOM JAKARTA
Jln Daan Mogot KM-11 Jakarta Barat**

PENGESAHAN MODUL PEMBELAJARAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putut Purwanto S.Mb
N I K : 7748087
Jabatan : Kepala Sekolah
Sekolah : SMK Telkom Sandhy Putra Jakarta

Mengesahkan bahwa Modul Pembelajaran/Bahan Ajar berikut ini yang berjudul "**Dasar Teknik Sistem Komunikasi Serat Optik**" telah disusun sesuai dengan Silabus dan Kompetensi Dasar untuk pencapaian Standard Kompetensi Lulusan Jurusan Teknik Transmisi Telekomunikasi dan Teknik Jaringan Akses.

Modul Pembelajaran Mata Pelajaran "*Dasar Teknik Sistem Komunikasi Serat Optik*" telah memenuhi standar dan layak untuk digunakan oleh Pendidik dan Peserta Didik SMK Telkom Sandhy Putra Jakarta mulai tahun pelajaran 2016/2017

Demikian pengesahan ini kami buat untuk diketahui dan digunakan sbagaimana mestinya.

Jakarta, 30 Juni 2016

Kepala Sekolah



Putut Purwanto S.Mb

Kata Pengantar

Dengan mengucap puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, buku modul pembelajaran yang berjudul Dasar Teknik Jaringan Serat Optik, ini dapat diselesaikan untuk bahan pelajaran kelas XI tahun ajaran 2016 - 2017 pada jurusan Teknik Jaringan Akses dan Teknik Transmisi Telekomunikasi.

Buku ini ditulis didasarkan pada kebutuhan sumber daya manusia yang terampil teknologi Jaringan Serat Optik oleh pihak industri serta kebutuhan untuk meneruskan ke jenjang perguruan tinggi.

Buku ini ditulis dimulai dari dasar pengetahuan tentang teknik serat optik, karakteristik dan standard serat optik, komponen komponen utama, penyambungan serat optik, aplikasi jaringan serat optik pada dunia Telekomunikasi, metode instalasi, metode pengukuran, sampai membahas sistem operasi dan pemeliharaan Sistem Jaringan.

Buku ini ditulis dari pengalaman penulis selama bekerja dan dari beberapa pustaka, dengan bahasa yang disesuaikan untuk memudahkan penyerapan belajar siswa.

Tentunya masih ada yang belum sempurna dalam penulisan, baik dari isi maupun tata bahasa, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk penyempurnaan.

Akhir kata, penulis mengharapkan buku ini dapat bermanfaat baik untuk menambah pengetahuan dan meningkatkan ketrampilan teknik jaringan serat optik

Jakarta, 30 Juni 2016

Penulis:

Sukhendro Pragulo

DAFTAR ISI

1	Lembar Pengesahan Kepala Sekolah	i
2	Kata Pengantar	ii
3	Daftar Isi	iii
Bab.I	Prinsip Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik.....	1
I.1	Sejarah Teknologi Serat Optik	1
I.2	Cara Kerja Sistem Komunikasi Serat Optik.....	1
I.3	Kelebihan dan Kekurangan Sistem Komunikasi Serat Optik.....	3
I.4	Struktur Dasar Fisik Serat Optik	4
I.5	Sifat Perambatan Cahaya Pada Serat Optik	5
Bab II	Konstruksi Kabel Serat Optik	11
II.1	Konstruksi Dasar Kabel Serat Optik,.....	11
II.2	Identifikasi Standard Warna Serat Optik	13
II.3	Jenis jenis kabel serat optik,.....	14
II.4	Standard yang digunakan Kabel Serat Optik,.....	17
Bab III	Instalasi Kabel Serat Optik	22
III.1	Prinsip dasar dan persyaratan instalasi Kabel Serat Optik ,.....	22
III.2	Instalasi Kabel Udara,.....	24
III.3	Instalasi Kabel Tanah Tanam Langsung ,.....	32
III.4	Instalasi Kabel Tanah Duct dan Manhole,.....	33
III.5	Instalasi Kabel Laut atau kabel Sungai,.....	37
III.6	Instalasi Kabel akses pelanggan dropp optik / imdorr cable,.....	41
Bab IV	Komponen Utama pada Sistem Komunikasi Serat Optik,.....	46
IV.1	Komponen Utama Sistem Komunikasi Serat Optik,	46
IV.2	Komponen Aktive Sistem Komunikasi Serat Optik,.....	46
VI.3	Komponen Passive Sistem Komunikasi Serat Optik	50

BAB V	Penyambungan Kabel Serat Optik Permanen Dengan Menggunakan Fusion Splicer	59
V.1	Persiapan Alat dan Bahan Penyambungan Permanen.....	59
V.2	Alat dan Bahan Yang digunakan untuk Penyambungan Kabel Serat Optik.....	60
V.3	Mengoperasikan Fusion Splicer.....	63
BAB VI	Penerapan desibell dan peritungan Link Budget Pada Jaringan Komunikasi Serat Optik	78
VI.1	Rumus desibell.....	78
VI.2	Konversi desibell secara prakti tanpa daftar Logaritma dan Kalkulator.....	81
VI.3	Link Bugdet Jaringan Serat Optik.....	83
BAB VII	Gangguan Cacat Sinyal Optik Pada Serat Optik	88
VII.1	Jenis Penyebab Gangguan Cacat Sinyal Optik	88
VII.2	Terjadinya Loss Sinyal Optik	88
VII.3	Terjadinya Dispersi Sinyal Optik	91
BAB VIII	Pengukuran Daya/Level dan Loss Pada Serat Optik	95
VIII.1	Alat Ukur Yang Digunakan Pengukuran Daya dan Loss	95
VIII.2	Penggunaan OPM dan OLS untuk Pengukuran.....	96
VIII.3	Trouble Shooting dengan Menggunakan OPM dan OLS.....	99
BAB IX	Topologi, Hirarkhi dan Sistem Proteksi Pada Jaringan Serat Optik	105
IX.1	Topologi Pada Jaringan Serat Optik	105
IX.2	Hirarkhi Jaringan Serat Optik	110
IX.3	Sistem Proteksi Jaringan Serat Optik	111
BAB X	Optical Transport Network dan FTTX	117
X.1	Optical Transport Network	117
X.2	Teknologi FTTx pada Jaringan Serat Optik	122
X.3	Teknologi FTTH berbasis G-PON	124
BAB XI	OTDR, OSA dan NMS pada Sistem Komunikasi Serat Optik	133

XI.1	Penggunaan Optical Time Domain Reflectometer	139
XI.2	Penggunaan Optical Spectrum Analyzer	139
X.3	Fungsi Network Management System	140
	Soal soal	147
	Daftar Pustaka	155
	Tentang Penulis,.....	156

BAB I.

PRINSIP DASAR

SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siwa mengetahui sejarah teknologi serat optik, dan perkembangannya.
2. Siswa memahami cara kerja sistem komunikasi serat optik
3. Siswa memahami kelebihan dan kekuangan sistem komunikasi serat optik.
4. Siswa mampu menjelaskan Struktur Dasar Fisik Serat Optik
5. Siswa mampu menjelaskan sifat perambatan cahaya pada Serat Optik.

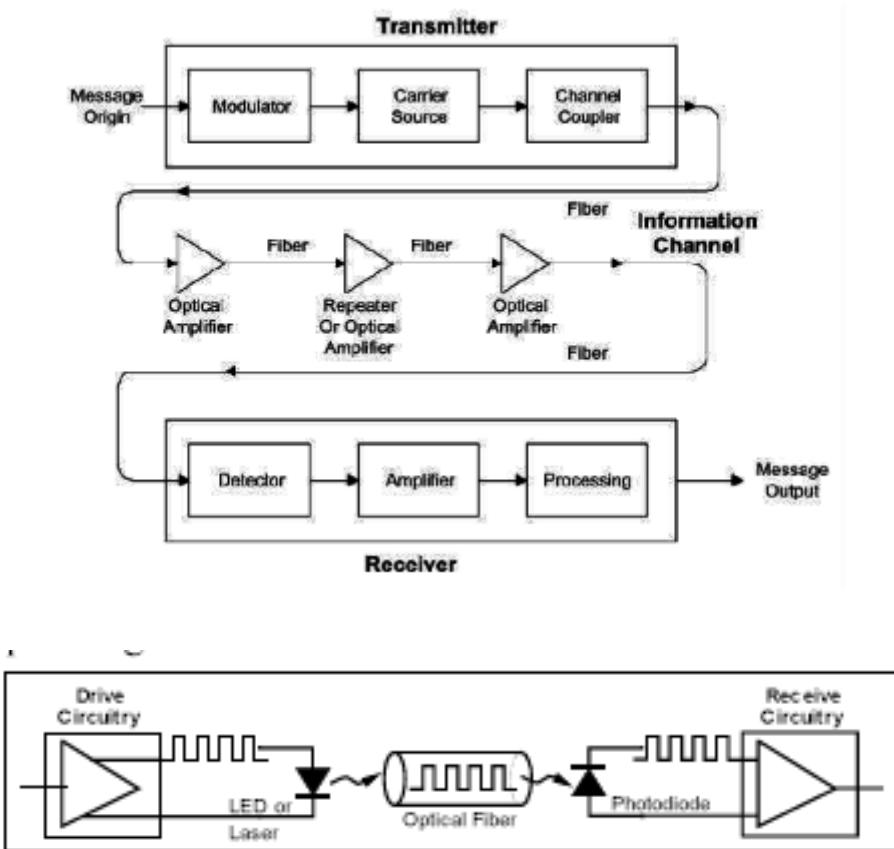
B.1. Sejarah teknologi serat Optik.

Pada awalnya sistem telekomunikasi dengan menggunakan cahaya yaitu untuk mengirimkan kode semaphore dengan cermin pada tahun sekitar 1790 oleh insinyur Perancis Caude Chappe. Kemudian pada tahun 1929 oleh seorang sarjana kedokteran Jerman bernama Heinrich Lamm menemukan cara menyalurkan cahaya melalui serat kaca atau gelas untuk mentransmisikan bayangan gambar tubuh manusia melalui televisi, dan memang perkembangan serat optik awalnya digunakan untuk teknologi kedokteran, pada tahun 1957 serat optik digunakan sebagai endoscope. Baru setelah perang dunia II serat optik digunakan sebagai sarana media telekomunikasi yaitu pada tahun 1960 an, mulai berkembang pesat penggunaan serat optik setelah diketemukan teknologi digital atau PCM dan bahkan sampai saat ini media telekomunikasi didominasi oleh media serat optik sebagai media transmisi.

Awal dari teknologi serat optik pada tahun 1989 digunakan untuk jaringan Telepon Digital Sambungan Langsung Jarak Jauh (SLJJ) atau jaringan backbone oleh PT TELEKOMUNIKASI INDONESIA yang menghubungkan kota Jakarta - Bandung - Semarang - Surabaya.

B.2. Cara kerja komunikasi dengan serat optik.

Fungsi dari serat optik sebagai media transmisi telekomunikasi adalah sebagai media untuk menyalurkan sinyal informasi dalam bentuk sinyal cahaya dari satu tempat ke tempat yang lain. Ada tiga elemen pada sistem telekomunikasi dengan serat optik yaitu;



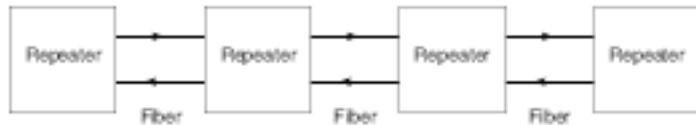
Gambar : 1.1 Bagian atau Elemen sistem serat optik.

Transmitter atau pemancar yaitu berfungsi menerima input yang berbentuk sinyal elektrik yang kemudian memberikan arus pada LED atau Laser, selanjutnya LED atau LASER mengeluarkan cahaya sesuai arus sinyal input.

Kabel serat Optik dan komponennya ; Cahaya yang berubah ubah intensitasnya atau padam dan nyala akan disalurkan pada serat optik atau gelas yang berbentuk kabel serat optik dan komponennya.

Receiver atau penerima. ; menerima sinyal cahaya dari serat optik yang mengandung sinyal informasi. Sinyal tersebut menyinari photo diode atau photo sensor, photo diode akan mengeluarkan arus sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Selanjutnya arus tersebut adalah merupakan sinyal output elektrik yang identik atau sama dengan sinyal input elektrik.

Optical Amplifier, kabel serat optik bila digunakan pada jarak yang jauh, akibatnya sinyal cahaya akan semakin melemah sebelum sampai tujuan, sehingga penerima tidak dapat mengenali. Oleh sebab itu dilakukan penguatan dan perbaikan sinyal cahaya, agar sinyal yang diterima masih dapat dikenali. Alat yang memperkuat dan memperbaiki sinyal cahaya disebut repeater atau pengulang atau juga disebut Optical Amplifier atau disingkat OP AMP



Gambar 1. 2 . Untuk Jarak Jauh maka perlu Repeater
Isi dari Optical Amplifier sebetulnya adalah Transmiter dan Receiver.

B.3 Kelebihan dari kabel serat optik dibanding kabel tembaga.

Kabel serat optik mempunyai kelebihan (advantages) dibanding dengan kabel tembaga yaitu ;

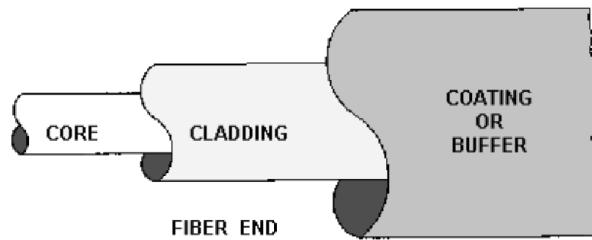
- 1). Kebal terhadap gangguan dari sinyal elektrik, karena tidak mengandung sinyal elektrik, sehingga terbebas dari induksi atau interensi sinyal elektrik.
- 2). Untuk penyaluran atau transmisi jarak jauh karena mempunyai nilai redaman sangat kecil sekali. Saat ini kabel transmisi backbone antar kota pulau dan antar negara menggunakan kabel serat optik yang berupa kabel laut.
- 3). Mempunyai kemampuan penyaluran dengan kapasitas yang sangat besar. Saat ini dalam satu serat dengan teknologi multipleksing cahaya (DWDM) bisa menyalurkan kecepatan informasi sampai dengan 800 Giga bit/detik atau setara = 9.676.800 sirkit telepon.
- 4). Ukuran kecil dan berat sangat ringan dibanding dengan kabel tembaga. Kabel serat optik lebih mudah dan praktis instalasinya dibanding dengan dengan kabel tembaga.
- 5). Lebih aman dari , karena kabel serat optik tidak ada permasalahan dengan grounding sehingga bebas dari petir atau kebocoran arus listrik.
- 6). Lebih murah karena terbuat dari pasir kaca atau silika yang bahannya lebih mudah.
- 7). Tidak dapat dilakukan penyadapan, karena kabel serat optik tidak dapat dilakukan tapping atau sambungan

Sedangkan kelemahan dari kabel serat optik, adalah

- a. Mudah mengalami retak, sehingga menurunkan kualitas transmisi.
- b. Tidak tahan terhadap teukukan atau lengkungan yang kecil
- c. Proses penyambungan dan instalasi yang rumit.

B.4. Struktur dasar serat Optik

Konstruksi atau bagian serat optik terdiri dari 3 komponen utama yaitu ;



Gambar 1.3 : Konstruksi atau susunan serat optik.

Serat optik terdiri dari ;

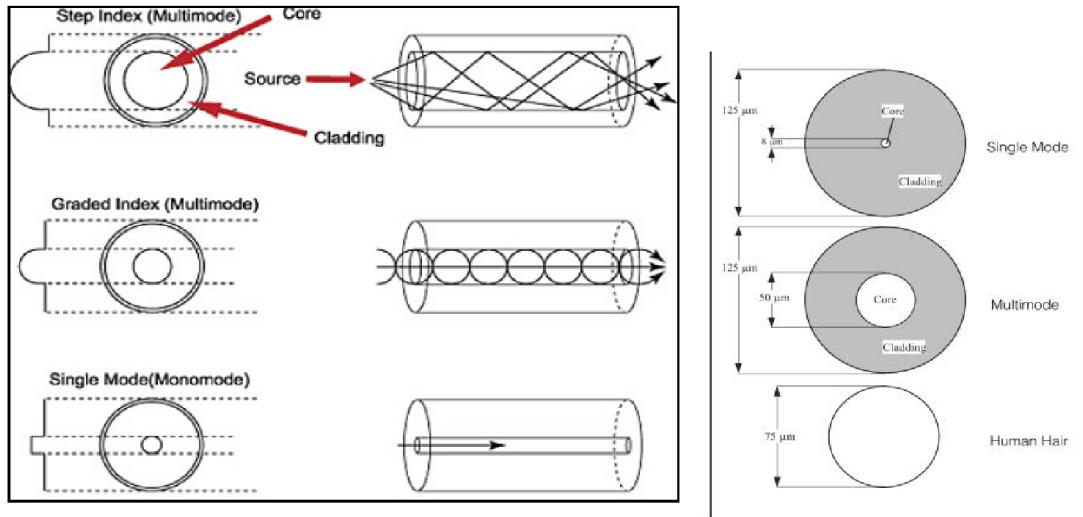
Core atau Inti gelas, yaitu tempat merambatnya sinyal cahaya, inti gelas mempunyai indeks bias yang lebih besar dari pada indeks bias cladding.

Cladding atau pelindung inti yaitu selubung pemandu cahaya fungsinya membantu agar cahaya selalu merambat pada inti saja atau tidak akan terjadi cahaya bias yang keluar dari core, hal ini karena indeks bias lebih kecil dibanding dengan indeks bias core.

Coating atau pelapis fiber yaitu pelapis dari zat plastik yang berfungsi agar serat optik fleksibel tidak mudah retak dan juga sebagai warna untuk kode urutan.

Ada tiga jenis serat optik, yaitu

1. *Serat optik Multi mode step indeks* dimana berkas cahaya melewati core dengan dipantulkan secara patah, digunakan untuk jarak pendek misal untuk kabel LAN antar komputer dalam satu gedung, maksimum jarak 200 meter.
2. *Serat Optik Multi Mode graded Indeks* berkas cahaya melewati core dengan dipantulkan tetapi secara melengkung, digunakan untuk jarak menengah misal kabel WAN dalam kota atau antar gedung (jarak maksimum 30 km)
3. *Serat Optik Single Mode*, berkas cahaya melewati inti secara lurus tidak dipantulkan, digunakan untuk jarak jauh antar kota (back bone), diatas 30 km dan maksimal bisa sampai 300 km.

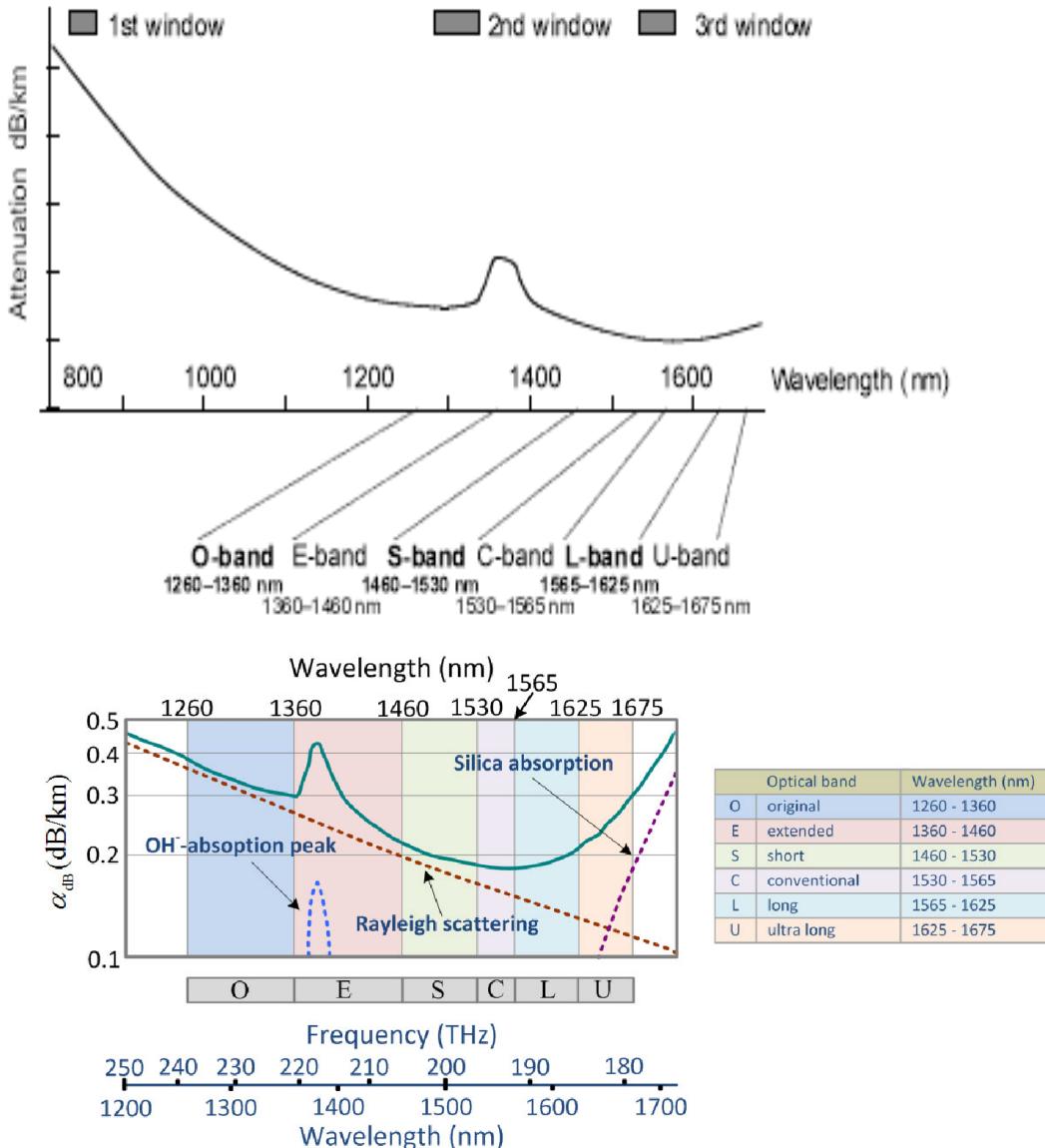


Gambar 1.4 ; Tipe Serat Optik ; Multi mode, graded indeks dan single Mode.

Kecepatan cahaya yang merambat pada fiber optik ditentukan oleh indeks bias serat optik yaitu indeks bias antara cladding dan core. Kecepatan berkas cahaya dalam keadaan lurus adalah 3×10^8 m/detik sedangkan pada serat optik adalah 3×10^8 m/detik : n (indeks bias). Bila indeks bias rata rata serat optik adalah 1,5 maka = Kecepatan rambat lurus cahaya pada core adalah = 3×10^8 m/detik : 1,5 = 2×10^8 m/detik Bila berkas cahaya mempunyai sudut pantul a^0 , maka rumusnya adalah

$$\text{Kecepatan cahaya} = 3 \times 10^8 \text{ m/detik} \times n (\text{indeks bias}) \times \cos a^0 (\text{sudut pantul})$$

Panjang gelombang cahaya yang digunakan untuk sistem komunikasi serat optik tidak semua seluruh panjang gelombang cahaya mempunyai sifat yang sama khususnya redaman akan berbeda beda. Dari hasil penelitian maka dipilih panjang gelombang yang paling optimal untuk penyaluran sinyal cahaya, yaitu panjang gelombang 850 nm (first window) ; 1310 nm (second window) dan 1550 nm (third window).



Gambar 1.5 Panjang gelombang cahaya yang digunakan pada sistem Fiber Optik

Aplikasi setiap jenis dari serat optik pada telekomunikasi adalah seperti ada abel dibawah ini.

Mode FO	Core (μm)	cladding (μm)	Aplikasi
1. Multimode SI	85 - 100	125 - 140	LAN (jarak pendek <200 mtr)
2. Multimode GI	50 - 62,5	125	LAN/MAN /Telecomm(< 30 km)
3. Singlemode	7 - 10	125	Telecomm Backbone (> 30 km)

Sifat perambatan sinyal cahaya pada media gelas atau optik adalah sangat dipengaruhi oleh indeks bias. Indeks Bias adalah perbandingan kecepatan cahaya pada medium yang berbeda dengan mereferensi atau mengacu pada kecepatan cahaya didalam medium ruang bebas atau ruang hampa. Apabila sinyal cahaya melewati medium yang berbeda indeks bias maka sinyal cahaya akan mengalami perubahan arah atau bias, maka disebut sinar bias.

Rumus dari indeksi bias adalah

$$n = c/v$$

dimana :

n = indeks bias

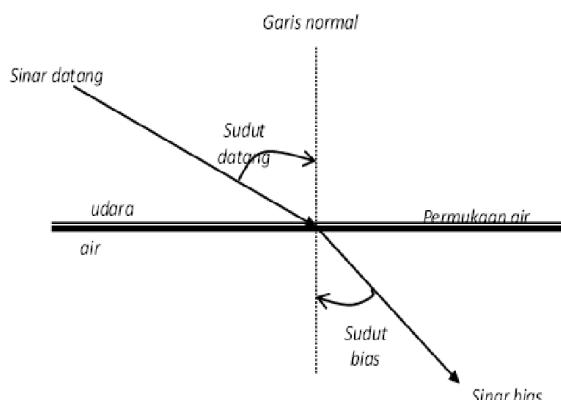
c = kecepatan perambatan cahaya di ruang hampa (3×10^8 m/s)

v = kecepatan perambatan cahaya di medium

Bila berkas cahaya dari udara menuju menuju ke air, maka berkas cahaya tersebut kemungkinan akan terjadi.

Pemantulan kembali atau disebut dengan refleksi Cahaya diteruskan tetapi berkas cahaya mengalami pematahan atau disebut refraksi.

Berkas cahaya yang mengalami perubahan disebut sinar bias, sesuai hukum snellius

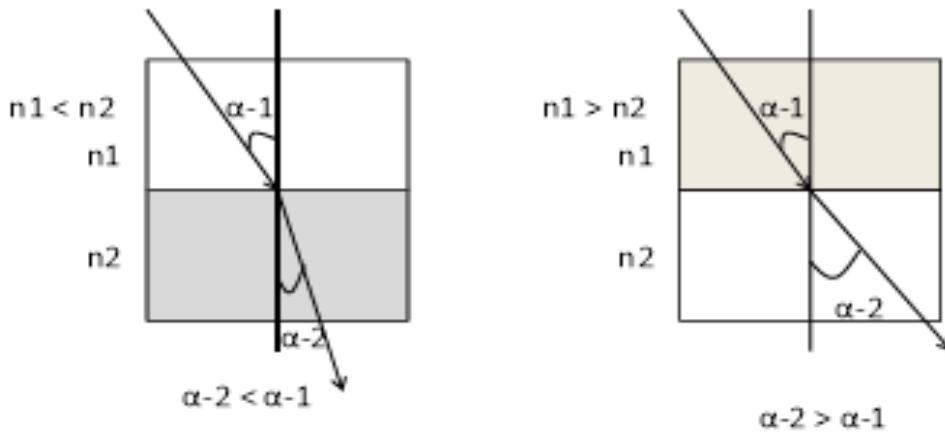


Gambar 2.1 ; Berkas sinar melalui dua medium yang berbeda.

Bila ada berkas cahaya melewati dua medium yang berbeda indeks biasnya, dengan sudut datang tertentu, maka sinar bias akan mempunyai sudut bias tertentu yang berbeda dengan sudut datang hal ini sesuai dengan hukum snellius.

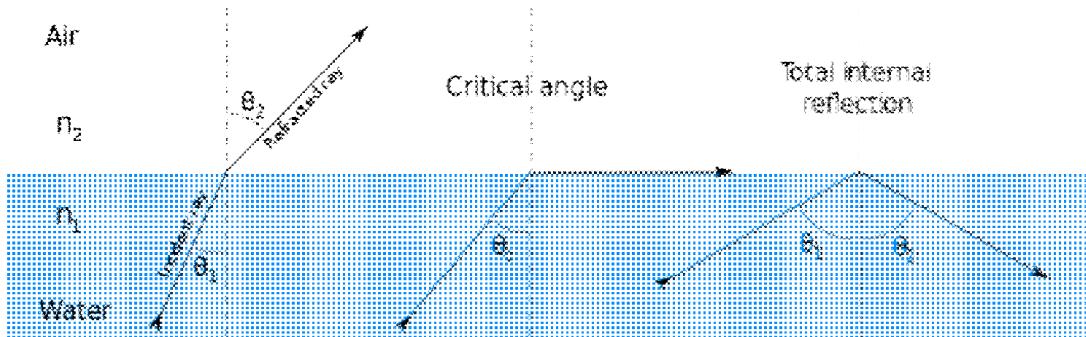
Ada dua kondisi pembiasan yaitu ;

1. Bila berkas sinar dari medium kurang padat ke zat yang lebih padat atau $n_1 < n_2$ (n = indeks nias), maka sudut bias lebih kecil dari sudut datangnya berkas sinar.
2. Bila berkas sinar dari medium lebih padat ke zat yang kurang padat atau $n_1 > n_2$ (n = indeks nias), maka sudut bias lebih besar dari sudut datangnya berkas sinar.



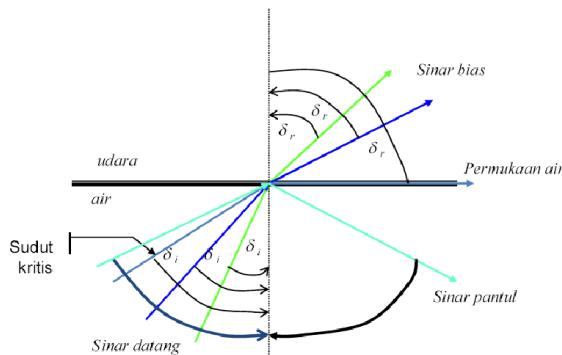
Gambar 2.2. Dua kondisi sudut bias yang menyebabkan refraksi.

Terjadinya sudut kritis yaitu pada kondisi dimana berkas sinar datang dari medium yang lebih padat dan sudut datangnya diperbesar sehingga sudut biasnya akan merambat pada batas kedua medium tersebut atau sudut biasnya sebesar 90^0 .



Gambar 2.3. Terjadinya sudut kritis atau proses defraksi.

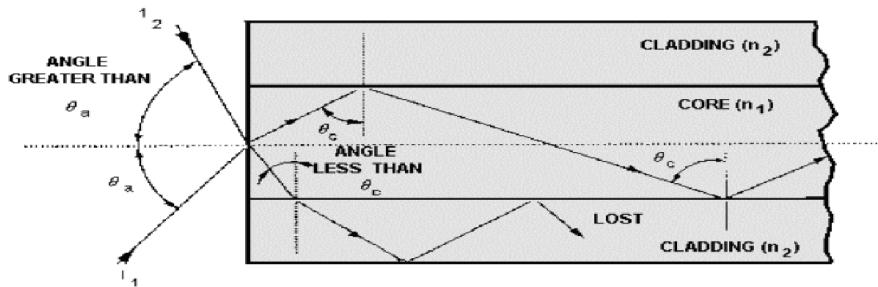
Bila sudut datang diperbesar terus maka sudut bias melebihi sudut kritis akan terjadi berkas akan dipantulkan kembali atau proses refleksi, dimana sudut datang sama dengan sudut pantul.



Gambar 2.4. Terjadinya sinar pantul atau refleksi.

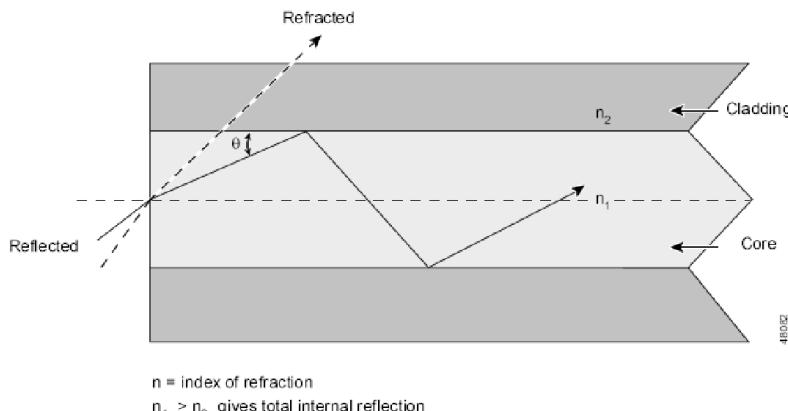
Pada aplikasi serat optik telekomunikasi untuk perambatan sinyal cahaya maka adalah diperlukan proses refleksi cahaya pada core atau inti gelas dan dicegah terjadinya proses

refraksi pada cladding, sehingga sumber cahaya LASER atau LED yang diterima pada core atau inti gelas harus mempunyai sudut yang lebih besar dari sudut kritis (θ_c).



Gambar 2.5. Terjadinya refleksi sinar ada serat optik, sudut datang > sudut kritis.

Oleh sebab itu pada serat optik, indeks bias pada core atau inti gelas akan selalu dibuat lebih besar dibanding indeks bias cladding dengan tujuan agar cahaya selalu mengalami refleksi dan menghindari proses refraksi.



Gambar Kabel Fiber Optik, Indeks bias Core > indeks bias cladding

C. Soal Soal

1. Sejak kapan Indonesia menggunakan kabel Serat Optik untuk Sistem Komunikasi, dan digunakan untuk jenis komunikasi apa?
2. Komponen utama apa saja yang diperlukan untuk sistem Komunikasi Serat Optik, dan jelaskan masing masing fungsinya !
3. Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem komunikasi Serat Optik ?
4. Sebutkan tiga elemen dari struktur dasar serat optik, dan jelaskan masing masing fungsinya !
5. Sebutkan tiga jenis serat optik yang diunakan untuk sistem komunikasi serat optik, dan jelaskan masing masing sifatnya (gambarkan sifat rambatan cahayanya)

D. Tugas

Buat blok diagram sederhana Sistem Komunikasi Serat Optik dan cara kerjanya dengan menggunakan animasi Power Point, dan presentasikan.

BAB II

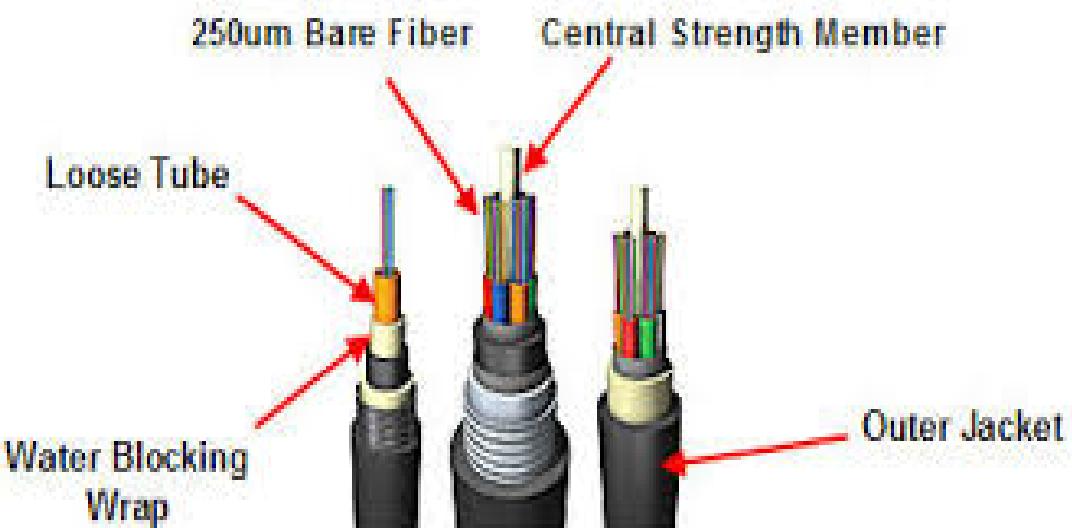
KONSTRUKSI KABEL SERAT OPTIK

A. Tujuan Pembelajaran

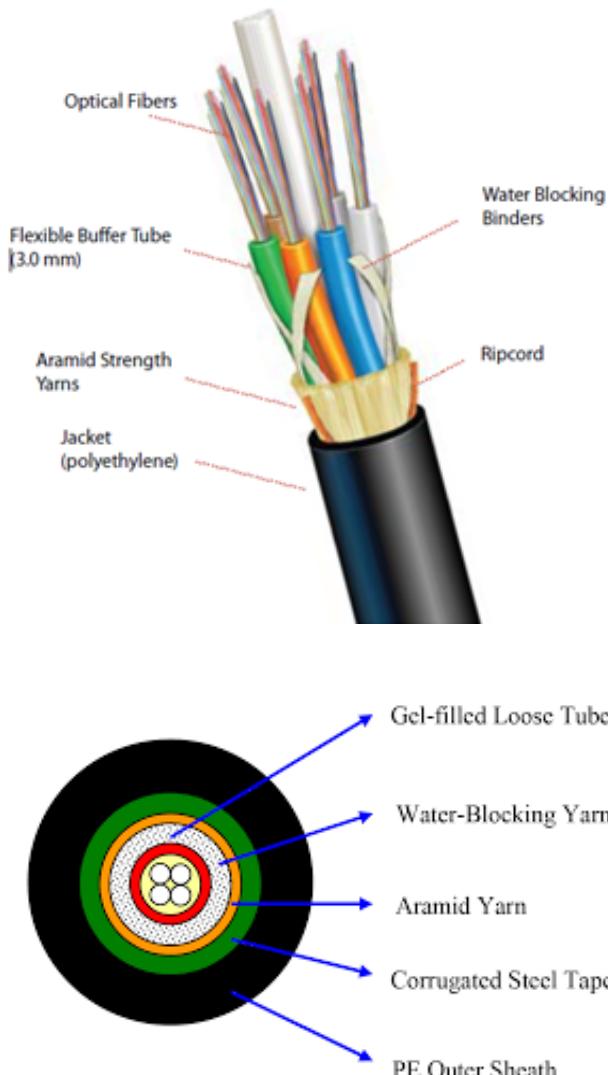
1. Siswa mampu mengidentifikasi konstruksi dasar kabel Serat Optik.
2. Siswa mampu mengidentifikasi penggunaan Sistem standard warna untuk urutan serat optik.
3. Siswa mampu menggunakan berbagai Jenis kabel Serat Optik
4. Siswa mampu menggunakan kabel serat optik berdasarkan Standard Internasional yang digunakan untuk Kabel Serat Optik.

B.1 Konstruksi Dasar Kabel Serat Optik.

Kabel Serat Optik merupakan kumpulan serat optik yang terdiri dari dua atau lebih serat optik. Pada umumnya kumpulan dari serat optik dibundel dan diberi bahan yang melindungi serat optik yang disebut dengan Tube, kemudian kumpulan beberapa tube dibundel kedalam pembungkus sebagai pengaman atau melindungi pengaruh dari luar.



Gambar II.1 Konstruksi Dasar Kabel Serat Optik



Gambar II.2 Elemen elemen dari Kabel Serat Optik

Fungsi dari masing masing bagian adalah

1. *Strength member* adalah agar kabel serat optik mempunyai gaya tarik yang kuat.
2. *Tube* yaitu untuk melindungi serat optik tidak mudah patah saat kabel melengkung
3. *Aramid yarn* adalah terbuat dari benang nylon yang sangat kuat sekali gaya tariknya, fungsinya adalah untuk melindungi beban tarikan pada saat kabel dilakukan penarikan. Disamping itu juga sebagai peahan air.
4. *Steel Tape* atau juga disebut Alumunium Foil yang digunakan sebagai pelindung dari benturan atau tekanan yang keras ataupun daya puntir

pada saat dilakukan penarikan. Bila tidak terdapat outer sheath digantikan dengan filler rod yaitu batang plastik yang keras dan kuat.

5. *PE jacket* sebagai pelindung luar agar kabel terhindar dari panas, dingin dan benturan dari lingkungan luar.
6. *Gell Filled*, yaitu jelly yang ditempatkan dalam kabel dan dalam ube, yang gunanya sebagai pelindung temperatur panas agar gelas tidak mudah retak, dan melindungi dari kebocoran atau masuknya serangga.
7. *Rip Cord*, yaitu benang yang ditempatkan dibawah PE Outer Jacket yang digunakan untuk

B.2 Susunan dan urutan kode warna kabel serat optik

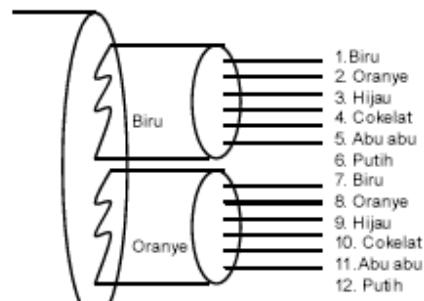
Untuk pengurutan serat optik maka menggunakan standard berdasarkan warna yang digunakan pada tube dan serat optik.

Susunan kabel serat optik untuk komersial mempunyai standard internasional 12 dua belas warna, dengan urutannya sebagai berikut;

1. *Biru*
2. *Oranye*
3. *Hijau*
4. *Cokelat*
5. *Abu abu*
6. *Putih*
7. *Merah*
8. *Hitam*
9. *Kuning*
10. *Violet*
11. *Pink*
12. *Toska*

Pada umumnya setiap kabel terdiri dari kumpulan tube, dan dalam setiap tube terdiri dari kumpulan serat optik. Untuk mengenali urutan serat maka dimulai dari urutan warna tube kemudian disusul urutan warna serat optik. Banyaknya tube dan serat biasanya pada kabel atau kemasan tertulis kode tube dan serat optik yaitu xF/yT artinya x = jumlah serat optik dalam kabel dan y = jumlah tube dalam kabel. Bila pada kabel serat optik dinyatakan 12F/2T artinya kabel tersebut berisi 12 serat optik/fiber dan terdiri dari 2 Tube. Maka artinya dalam 1 tube

berisi = $12 : 2 = 6$ serat optik/fiber. Sedangkan urutan dari serat optik atau fiber seperti pada gambar dan tabel dibawah ini;



Kabel Fiber Optik 12F/2T

Urutan Fiber Optik	Warna Tube	Warna Fiber
1	BIRU	Biru
2		Oranye
3		Hijau
4		Cokelat
5		Abu Abu
6		Putih
7	ORANYE	Biru
8		Oranye
9		Hijau
10		Cokelat
11		Abu Abu
12		Putih

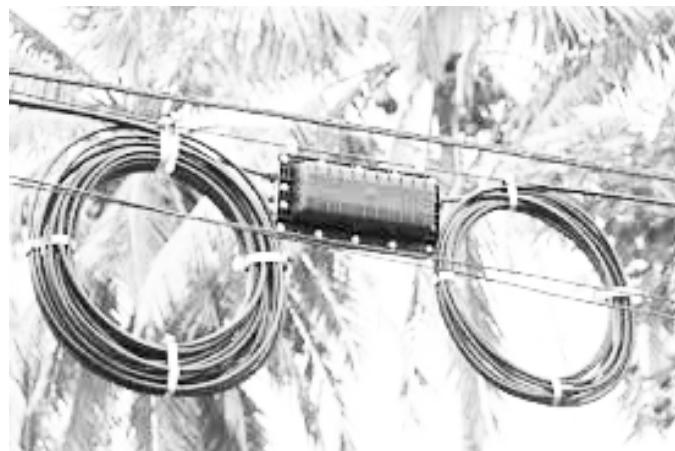
Gambar II.3 Contoh urutan warna kabel serat optik 12 F/ 2T

Dengan demikian pada kabel serat optik maksimum kapasitasnya adalah 144 fiber karena terdiri 12 tube dengan masing masing tube berisi 12 fiber / serat.

B.3 Jenis Jenis Kabel Serat Optik berdasarkan penggunaannya.

Jenis kabel Serat Optik berdasarkan penggunaannya ada 6 jenis, yaitu;

1. *Kabel Udara*, yaitu kabel yang ditempatkan di atas tiang



Gambar II. 5 Kabel Serat Optik jenis kabel udara

2. *Kabel Tanah Tanam Langsung*, yaitu kabel yang ditempatkan di bawah tanah tanpa pelindung pipa.



Gambar II.6 Penggelaran kabel serat optik jenis Kabel Tanah Tanam Langsung

3. *Kabel Duct*, yaitu kabel yang ditempatkan di bawah tanah dengan menggunakan pelindung pipa PVC.



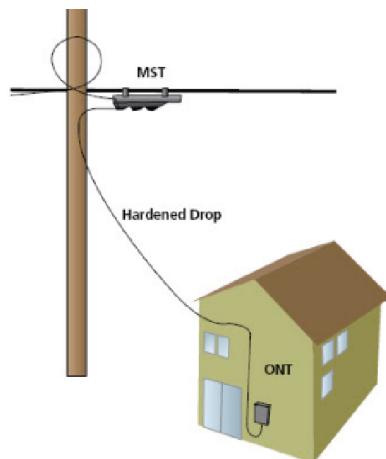
Gambar II.7 Penggelaran kabel Serat Optik jenis kabel Duct

-
4. *Kabel Laut atau Sungai*, yaitu kabel yang ditempakan di dalam laut atau sungai.



Gambar II.8 Penggelaran Kabel Serat Optik jenis Kabel Laut / Sungai

5. *Kabel Dropped optik*, yaitu kabel yang digunakan untuk akses ke rumah/ bangunan yang akan dipasang Premises.



Gambar II.9 penggunaan dropped optik untuk akses pelanggan

6. *Kabel Indoor optik*. yaitu kabel yang digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan perangkat lainnya dalam satu gedung



Gambar II.10 penggunaan indoor optik untuk CPE

B.4 Standard Kabel Serat Optik.

Kabel serat optik yang digunakan oleh telekomunikasi harus memenuhi standard dari badan Internasional PBB, yaitu ITU-T (International Telecommunication Union-Telephony). Maksud dilakukan standard adalah untuk;

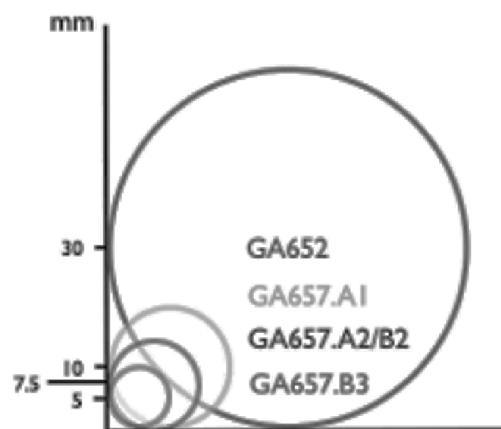
Agar kabel serat optik hasil dari produsen dapat berfungsi bila dilakukan integrasi (hubungan) dengan sistem komunikasi optik yang lain, atau disebut interoperability.

Agar kabel serat optik memenuhi standard kualitas minimal, misal ketentuan standard kabel single mode maksimal redaman tiap kilometer adalah = 0,3 dB km.

Beberapa standar Kabel Optik yang dikenal dari ITU-T antara lain adalah;

1. ITU-T G 651 standard kabel optik multi mode graded indeks.
2. ITU-T G-652 standard kabel optik single mode.
3. ITU-T G653 standard kabel fiber optik single mode dengan shift dispersion.
4. ITU-T G654 standard kabel fiber optik single mode untuk kabel laut
5. ITU-T G-655 standard kabel optik singel mode dengan Non Zero Shift Dispersion yang digunakan untuk DWDM
6. ITU-T G-657 standard kabel optik single mode dengan loss macro bending yang kecil yang digunakan untuk kabel akses pelanggan .

	Specified loss in dB for 1 turn at 1550 nm for radius:			
ITU-T	30 mm	15 mm	10 mm	7.5 mm
G. 652	< 0.005*	-	-	-
G. 657A	-	< 0.03*	<0.75	-
G. 657B	-	< 0.01*	<0.1	<0.5



Tabel Standard ITU-T untuk penggunaan Kabel Serat Optik

Application	<i>Typical range (km)</i>	G.652 .D	G.655 .D .E	G.656	G.657 .A .B	G.654
Premises	<0.3				Smiley	Smiley
Access	<60				Smiley	
Metropolitan (G/DWDM)	<200		Smiley	Smiley	Smiley	
Regional	<600	Smiley				
Long/Ultra Long Haul	>600	Smiley				
Submarine	6000-9000					Smiley



Conference 2011, Milan, 2011-02-08

11

C. Soal soal.

1. Sejak kapan serat optik digunakan sebagai media telekomunikasi ?
2. Sebutkan bagian atau elemen sistem serat optik dan jelaskan fungsinya !
3. Gambarkan konstruksi serat optik serta jelaskan fungsinya.
4. Sebutkan jenis serat optik dan jelaskan masing masing jenis dengan gambar !
5. Jelaskan kelebihan kabel serat optik dibanding kabel tembaga.!
6. Jelaskan konstruksi kabel serat optik secara umum !
7. Mengapa serat optik perlu dilakukan distandardkan ?
8. Lembaga apa di PBB yang mengeluarkan standard bidang telekomunikasi? Dan berikan contoh standard untuk kabel serat optik !
9. Sebutkan urutan warna standard pada kabel serat optik !
10. Bila kabel serat optik tertulis 24F/2T, jelaskan urutan dari serat optik yang dimaksud.

D. Tugas .

Cari artikel mengenai teknologi kabel serat optik untuk media telekomunikasi khususnya di indonesia, apa yang dapat disimpulkan aplikasi dari kabel serat optik untuk perkembangan teknologi telekomunikasi di Indonesia.

E. Praktik.

Membuka dan menguraai kabel Fiber Optik.

Alat yang diperlukan :

1. *Pipe Cutter*



2. *Cable sheath cutter*



3. *Gergaji Besi*
4. *Tang universal*
5. *Obeng sedang panjang 10"*
6. *Meteran*
7. *Sarung Tangan Wool*

Bahan :

1. *Bensin untuk pembersih jelly*
2. *Lap Majun*

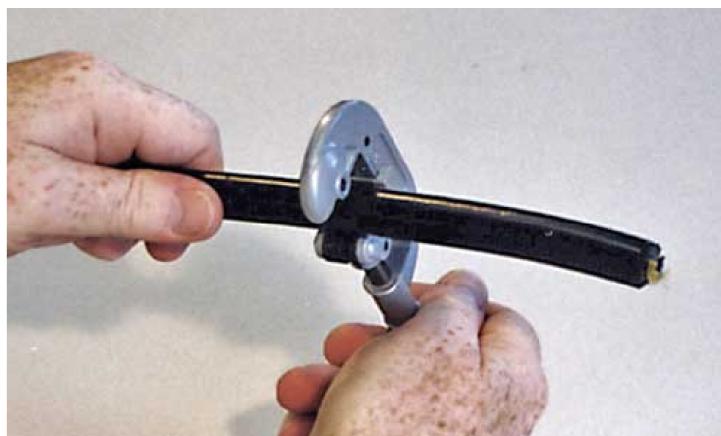
Langkah Kerja

1. Gunakan sarung tangan wool untuk keselamatan kerja

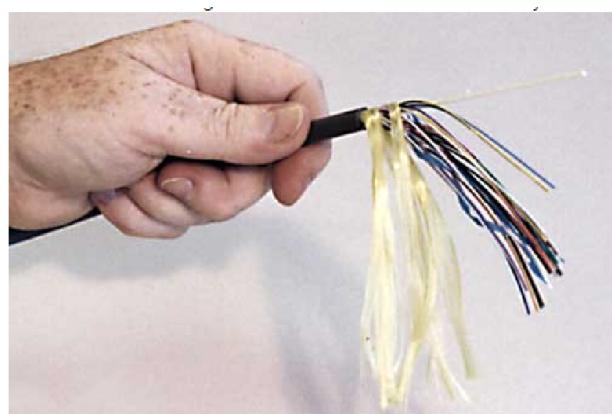
2. Bersihkan kabel dengan bensing menggunakan lap kemudian ukur kabel panjang 120 cm dan beri tanda.
3. Buat keratan pada PE Jacket di ukuran 120 cm dengan pipe cutter.



4. Buka keratan pada PE Jacket dengan ukuran +/- 10 cm dengan pipe cutter.



5. Lepas PE Jacket dengan menarik.
6. Cari benang pengupas atau rip cord,biasnya berwarna kuning.



7. Lilitkan benang / rip cord pada batang obeng, dan tarik sampai keratan di ukuran 120 cm, sampai kulit kabel PE Jacket terkupas.

-
8. Jika tidak diketemukan benang rip cord, maka belah kulit kabel PE Jacket dengan Sheat Cutter, sepanjang 120 cm.



9. Lepas kulit kabel yang sudah terkupas.
10. Lepas aramid yarn, benang pengikat dari tube, dan potong semua.
11. Sisakan potongan strenght member sepanjang 10 cm
12. Bersihkan tube yang ada dengan bensin sampai tidak terdapat jelly.



Kabel Serat Optik yang sudah dikupas.

BAB III.

INSTALASI KABEL SERAT OPTIK.

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu menerapkan prinsip dasar dan persyaratan instalasi kabel serat optik.
2. Siswa mampu menerapkan Instalasi Kabel Udara
3. Siswa mampu menerapkan Instalasi Kabel Tanah Tanam Langsung
4. Siswa mampu menerapkan Instalasi Kabel Tanah dengan Duct dan Manhole
5. Siswa mampu menerapkan Instalasi Kabel Laut
6. Siswa mampu menerapkan instalasi kabel akses pelanggan/ dropp optik dan indoor.

B1. Prinsip dasar dan persyaratan instalasi kabel serat optik

Kabel Serat Optik, media penyalurannya adalah menggunakan serat gelas dengan kualitas yang sangat tinggi, karena harus dapat merambatkan sinyal cahaya dengan sempurna, secara prinsip sinyal cahaya dapat merambat dengan sempurna jika;

- a. Tidak ada hambatan pada inti (core) serat baik itu partikel, gelembung, lengkungan, atau patahan rambatan cahaya.
- b. Tidak ada pembiasan sinyal cahaya pada inti serat optik, yang dikarenakan perbedaan indeks bias

Beberapa faktor yang mengakibatkan menurunnya kualitas transmisi pada serat optik, yaitu (*optical fibers, cables and system, ITU-T manual 2009*)

- a. Degradasi akibat tarikan yang merubah bentuk serat optik yang menimbulkan loss daya.
- b. Degradasi akibat pukulan atau tekanan yang mengakibatkan keretakan serat optik.
- c. Macro Bending atau lengkungan atau gulungan yang berlebihan
- d. Micro Bending atau tekukkan / keretakan gelas

Penurunan kualitas Serat Optik ditandai dengan hilangnya daya sinyal atau disebut dengan *loss*.

Ada dua penyebab yang menimbulkan menurunnya kualitas transmisi serat optik, yaitu;

1. Faktor Alam : Temperatur, Badai, Salju Banjir, Gempa Bumi, dan Petir.

artinya :

Kabel Fiber Optik

- a. standard ITU-T G-652
- b. LT = loose Tube ; TT = Tight Tube
- c. SM = Single Mode ; MMSI = Multi Mode Step Indeks MMGI =Multi Mode Graded Indeks
- d. A = Aireal (kabel udara) B = Direct Burried (Tanam langsung) D = Duct /Kabel Duct SSA = Submarine Single Armoured SDA = Submarine Double Armoured
- e. 36 / 3T = terdapat 36 fiber dengan 3 tube, artinya setiap tube di dalamnya terdapat 12 Serat Optik / Fiber

B.2. Instalasi Kabel Udara

1. Penggelaran Kabel Udara.

Instalasi Kabel Udara, adalah menempatkan kabel serat optik di atas tanah, atau dengan kata lain penggelarannya menggunakan Tiang Telepon, yang berupa Tiang Besi atau Tiang beton.

Beberapa ketentuan mengenai penggunaan tiang besi, yaitu ada tiga jenis tiang besi ;

- a. Tiang Panjang 7 meter atau disebut dengan T-7
- b. Tiang panjang 9 meter atau disebut dengan T-9
- c. Tiang panjang 12 meter atau disebut dengan T-12

T-7 pada umumnya digunakan untuk jaringan ditepi jalan atau jaringan akses ke rumah pelanggan. Jarak antar tiang maksimum adalah 50 meter.

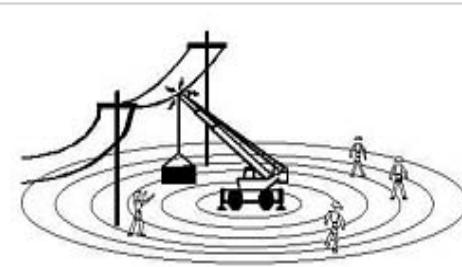
T-9 digunakan untuk melintasi atau menyeberang jalan raya, atau digunakan di luar kota dengan jarak antar tiang maksimum 70 meter.

T-12 digunakan untuk melintas rel Kereta Api atau melintas sungai dengan lebar > 50 meter. Sedangkan tiang beton digunakan untuk luar kota dan digunakan untuk Kabel Serat Optik Jaringan Metro atau Backbone/ Core.

Perlu diperhatikan pada saat pemasangan Tiang telepon, Keselamatan Kerja harus diutamakan, khususnya pada jaringan Listrik. *Agar dihindari penanaman Tiang dibawah jalur listrik dari PLN !*



Gambar 3.1 Perhatikan saat akan melakukan instalasi kabel udara, apakah terdapat jaringan listrik.



Gambar 3.2 Kelalaian pemasangan tiang akan menimbulkan kecelakaan yang fatal

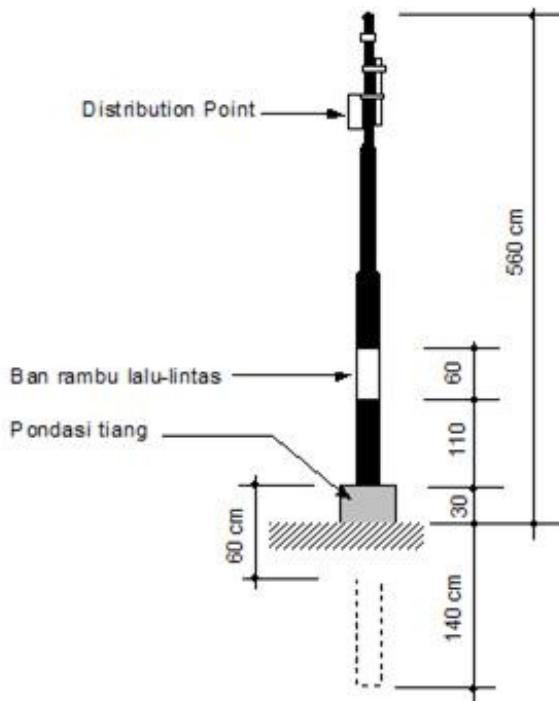
Untuk pengamanan lintasan kabel Serat Optik dengan jaringan Listrik PLN tegangan Menengah, maka harus sesuai tabel keamanan tegangan listrik yang dikeluarkan oleh Persyaratan Tegangan Menengah PLN seperti di bawah ini.

Tabel 3.2 Persyaratan Jarak aman terhadap tegangan menengah jaringan PLN

Rated Volatage kV Ph tp Ph rms	Minimum safe clearance	
	Meter	Feet
> 6.6 kV	2.57	8.5
> 6.6 kV	<= 11 kV	2.59
> 11 kV	<= 22 kV	2.64
> 22 kV	<= 33 kV	2.75
> 33 kV	<= 66 kV	3
> 66 kV	<= 132 kV	3.43
> 132 kV	<= 245 kV	4.57
> 245 kV	<= 400 kV	5.48

(sumber : PT PLN Indonesia)

Tiang Telepon ditanam di dalam tanah 1/5 bagian dari panjang tiang, misal T-7 yang ditam adalah $1/5 \times 700 \text{ cm} = 140 \text{ cm}$



Gambar 3.3 Penanaman Tiang Telepon

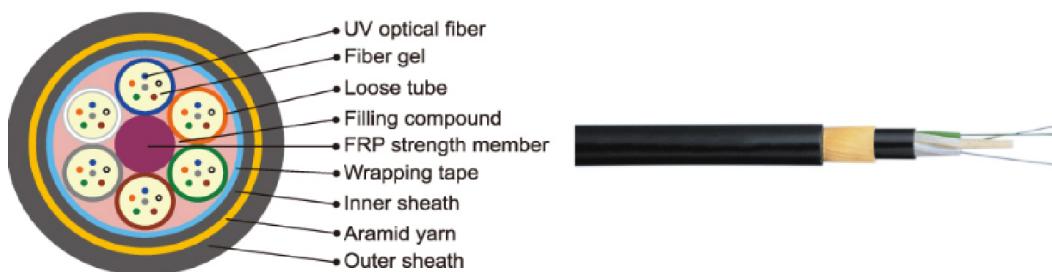
2. Konstruksi Kabel Udara.

Kabel Udara Serat Optik secara konstruksi terdiri dari 3 (tiga) jenis, yaitu ;

- All Dielectric Self Supporting (ADSS)
- Self Supporting (SS)
- Lashed Cables

a. All Dielectric Self Supporting

Kabel udara jenis ini ditengahnya terdapat bahan dielektrik yang gunanya untuk penguatan tambatan pada tiang. Pada umumnya kabel jenis ADSS ini di pasang pada tiang yang menjadi satu dengan jalur aliran listrik, dikarenakan tidak mengandung logam.

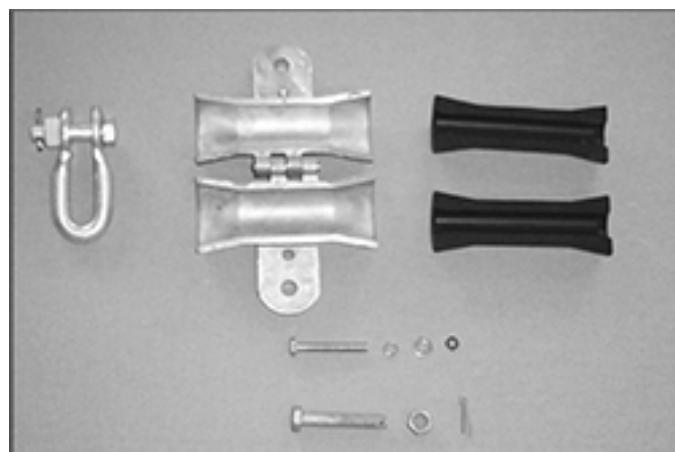


Gambar 3.4 Kabel Udara jenis ADSS



Gambar 3.5 Kabel ADSS yang ditambatkan pada Tiang Listrik

Tambatan dengan tiang dengan cara menjepit pada kabel dengan menggunakan ADSS clamp kit seperti pada gambar dibawah.



Gambar 3.6 ADSS Clamp Kit



Gambar 3.7 Penambatan ADSS pada tiang

b. Self Supporting (SS)

Kabel Udara jenis Self Supporting SS ini paling banyak digunakan oleh pihak operator telekomunikasi, karena ditambatkan pada tiang non listrik.

Kabel jenis SS, pada kulit kabel bagian luar diberi tambahan lilitan baja yang disebut dengan *metallic bearer* yang gunanya sebagai pengikat tambatan atau tempat menjepit tambatan.



Gambar 3.8 Jenis Kabel Udara SS, terdapat tambahan ikatan baja atau bearer

Penambatan kabel SS pada tiang ada 2 (dua) jenis yaitu;

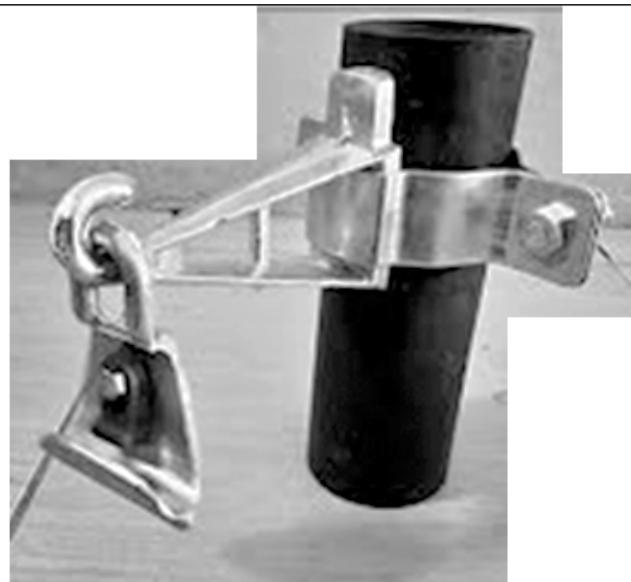
- a. Tambat antar tiang
 - b. Tambat awal akhir Tiang
- a. Tambat antar Tiang.*

Penambatan kabel udara antar Tiang,

- a. Jika lintasan kabel lurus maka dilakukan penjepitan pada bearer baja dengan menggunakan suspension clamp (1) pada gambar dibawah.



Gambar 3.7 Suspension Clamp



Gambar 3.8 Penempatan Suspension Clamp pada Tiang

b. Tambat awal / akhir kabel

Tambat awal dan akhir kabel, ditempatkan pada tiang awal tiang akhir dan jalur yang menyiku, alat yang digunakan.

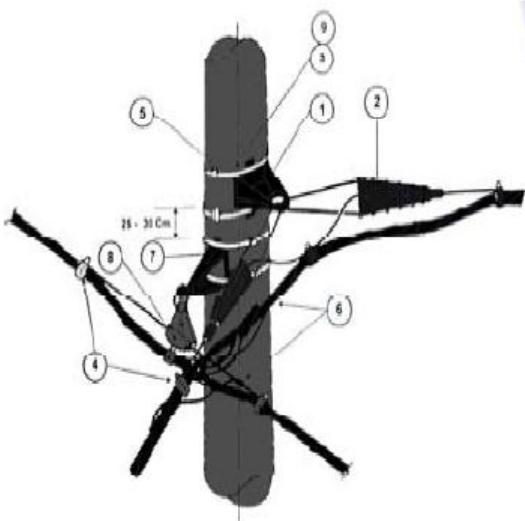
a. *Strain Clamp*



Gambar 3.10 Starin Clamp



Gambar 3.11 Pemasangan Strain Clamp



Keterangan Gambar 4-25:

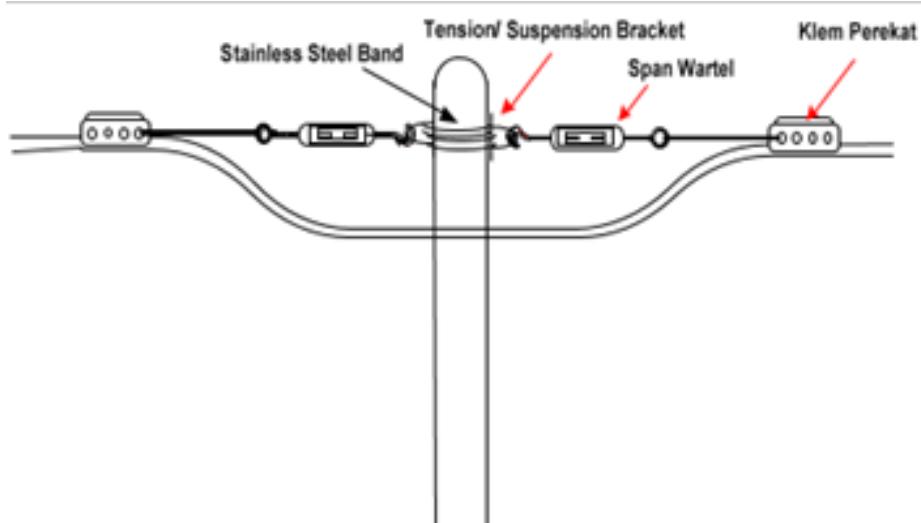
1. Tension Bracket
2. Strain Clamp
3. Stainless Steel Strip 0,75 Meter
4. Plastic Strap
5. Stopping Buckle
6. Bundled Conductor, Connector
70-25/70-25
7. Suspension Clamp Bracket
8. Suspension Clamp
9. Protektip Plastic Strap 0,5 Meter

Gambar 3.12 Penggunaan tambat dengan Strain pada lintasan siku

b. Span Wartel



Gambar 3.13 Span Wartel



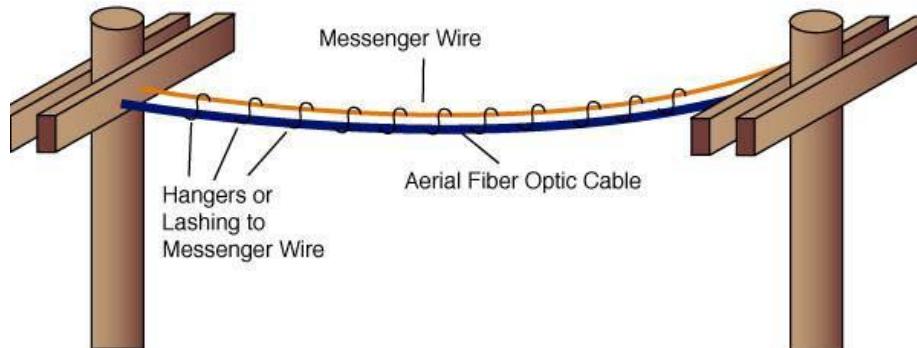
Gambar 3.14 pemasangan span wartel untuk tambat awal akhir

c. Lashed Cables

Lashed Cables atau kabel udara yang tanpa elemen penguat (support). Penggunaan Lashed Cables pada umumnya digunakan antar blok gedung, yang berdekatan atau dalam satu halaman.

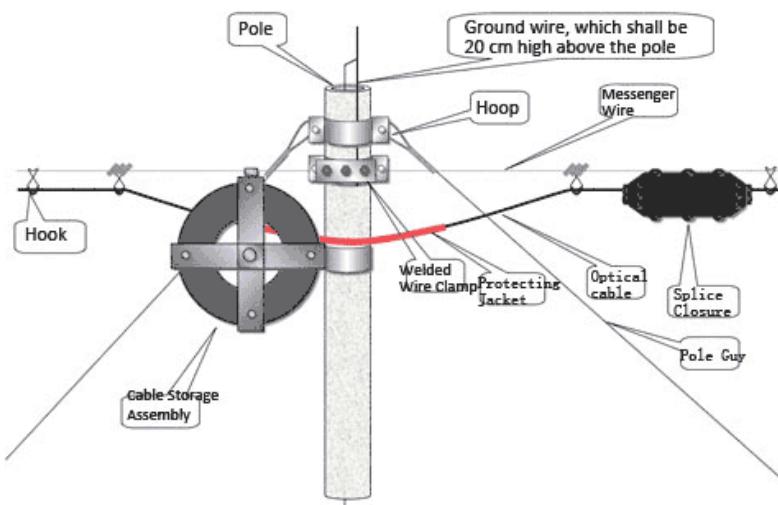
Karena tidak ada elemen penguat dalam kabel, maka pemasangan Lashed Cable pada tiang dilakukan dengan menambatkan kawat penguat antar tiang, kemudia lashed cable ditambatkan pada kawat penguat.

Prinsip instalasi lashed cables seperti pada gambar di bawah ini.

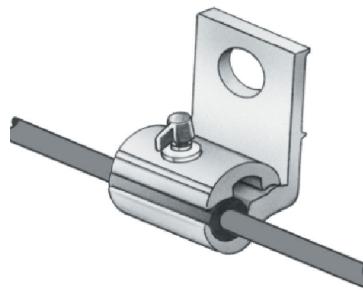


Gambar 3.16 Kabel diikat pada kawat baja antar tiang

Jika penambatan pada dinding gedung dilakukan dengan penjepit kabel.



Gambar 3.16 Penambatan Lashed cable di tiang dengan penjepit hook.

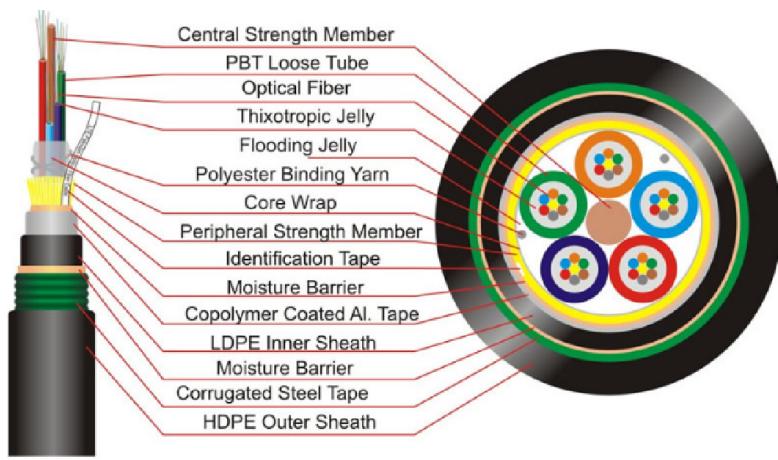


Gambar 3.17 Penambatan Lashed Cables di tembok dengan penjepit wall hook,

B.3. Instalasi Kabel Tanah Tanam Langsung

a. Konstruksi Kabel Tanah Tanam Langsunsg

Kabel Tanah Tanam Langsung atau juga di sebut dengan *buried cables*, adalah kabel serat optik yang ditempatkan dibawah permukaan tanah tanpa pelindung pipa yang dicor beton. Kabel Tanah tanam langsung struktur mekanisnya diberi lilitan pipa baja yang disebut dengan armouring / steel tape atau juga disebut lapisan pelindung baja, yang gunanya m

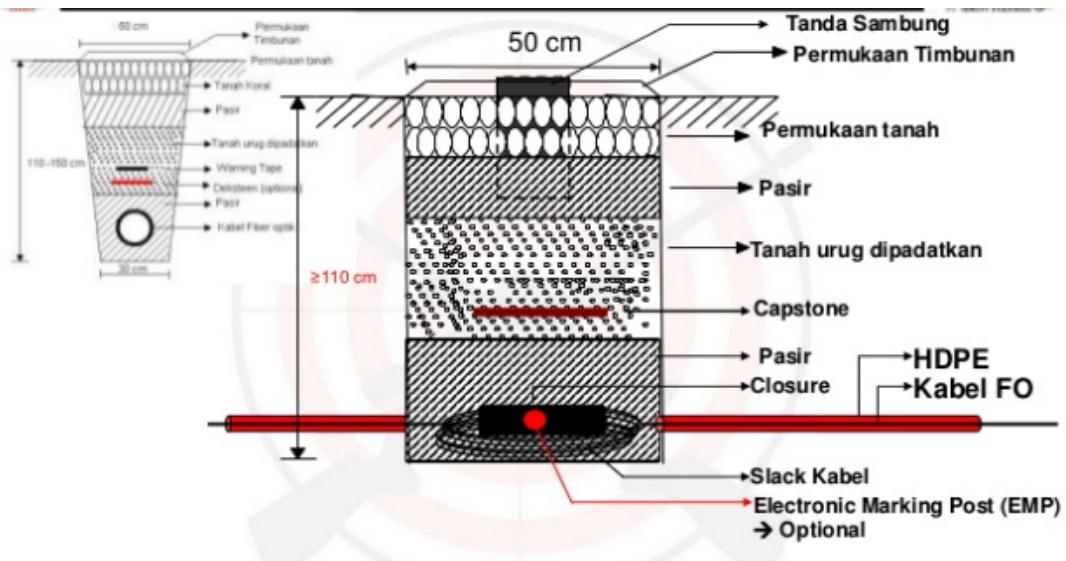


Gambar 3.18 Strukturn Fisik Kabel Tanah Tanam Langsung.

Pada gambar diatas, nampak di bawah kulit kabel atau outer Sheat terdapat Armouring atau lapisan pita logam sebagai pelindung fisik Serat Optik. Streng member pada yang terletak pada inti kabel digunakan pengikat penutup (Closure) sambungan.

b. Penggelaran Kabel Tanah Tanam Langsung

Kabel Tanah Tanam Langsung, ditanam di bawah permukaan tanah sedalam > 110 cm, dengan susunan sebagai berikut;



Gambar 3.19 Penanaman kabel tanah tanam langsung.

Sebelum penggelaran kabel, hendaknya ditanam pipa pelindung HDPE terlebih dahulu, setelah itu kabel tanah tanam langsung di masukkan kedalam pipa. Kegunaan pipa HDPE adalah sebagai pelindung kabel dari gangguan mekanis. (benturan, galian, banjir, longsor dan sebagainya).

Jalur kabel sebelum diurug dengan tanah terlebih dahulu diberi tanda jalur kabel dengan plastik berwarna orange yang diberi nama "*capstone*" .



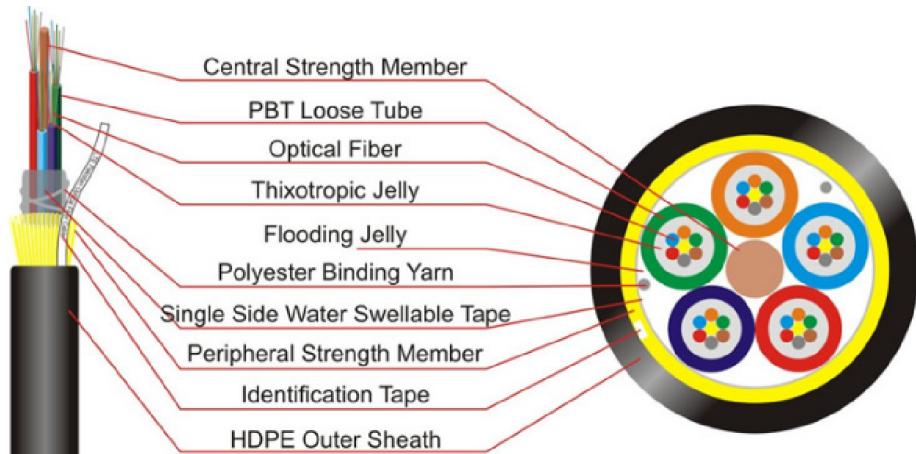
Gambar 3.20 Sebelum di urug tanah jalur kabel diberi tanda dengan Capstone

B.4 Instalasi Kabel Duct.

a. Konstruksi Kabel Duct

Kabel duct adalah kabel yang digelar dengan pelindung pipa PVC dan dicor dengan beton yang disebut dengan "duct". Penarikan kabel dan penyambungan pada lobang yang disebut dengan "Manhole"

Kabel duct struktur fisiknya tidak memerlukan lapisan pelindung baja, seperti pada gambar di bawah ini.

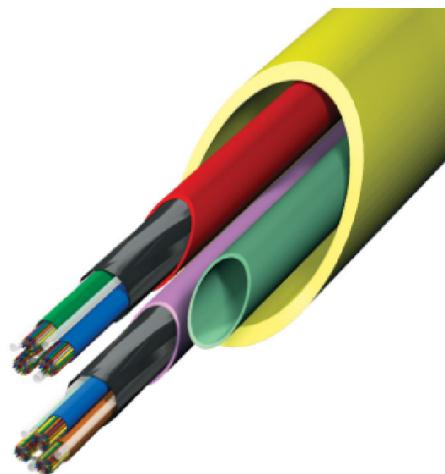


Gambar 3.21 Struktur Fisik Kabel Duct, tanpa pelindung baja



Gambar 3.22 Pipa pelindung kabel dicor dengan beton 1:2:3

Pipa PVC yang digunakan adalah menggunakan pipa diameter 4 inchi (4"), dan setiap satu pipa PVC diisi dengan 3 (tiga) sub duct (HDPE) dengan demikian 1 pipa PVC diameter 4" dapat dibuat 3 jalur kabel Serat Optik.

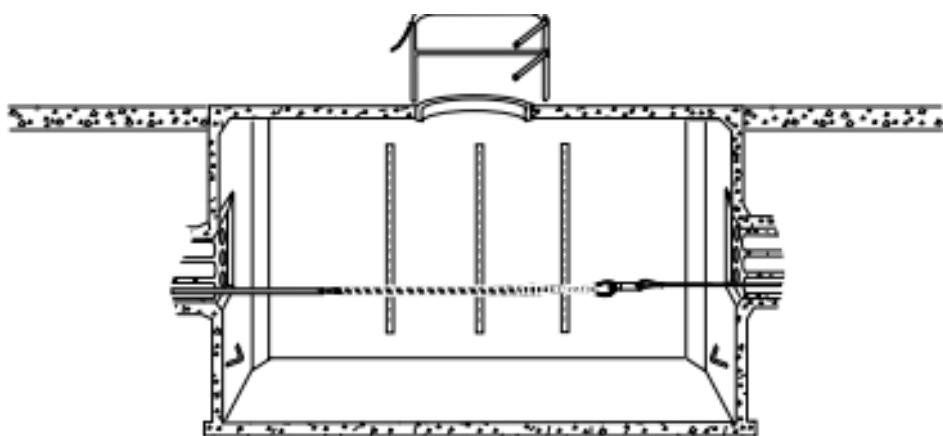


Gambar 3.23 dalam 1 pipa duct PVC diisi dengan 3 pipa sub duct

b. Manhole Kabel Duct

Manhole adalah lubang antar pipa duct dengan jarak maksimal antara manhole adalah 250 meter. Kegunaan dari Manhole adalah untuk ;

- a. Tempat Penarikan awal dan akhir kabel duct.
- b. Tempat Sambungan kabel Duct.
- c. Tempat Percabangan Kabel Duct.
- d. Tempat Pemeliharaan Kabel Duct.



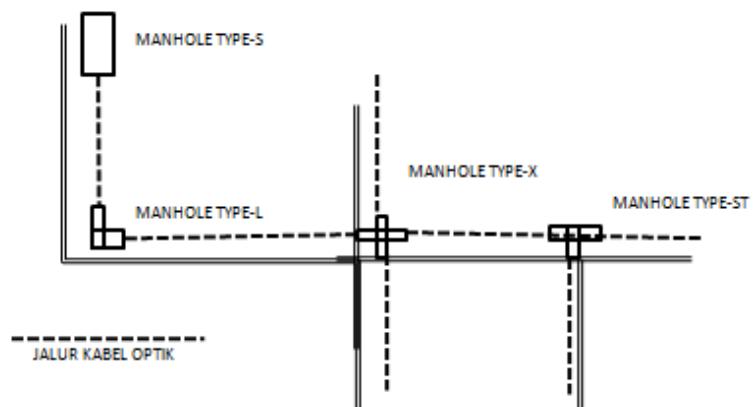
Gambar 3.24 Manhole



Gambar 3.26 Contoh Manhole dengan 2 pipa Duct

Ada 4 Tipe Manhole, yaitu

- Manhole tipe S, yaitu manhole yang ditempatkan pada route Lurus
- Manhole tipe L, yaitu manhole yang ditempatkan pada route menyiku.
- Manhole tipe T, yaitu manhole yang ditempatkan pada route cabang 3.
- Manhole tipe X, yaitu manhole yang ditempatkan pada persimpangan.

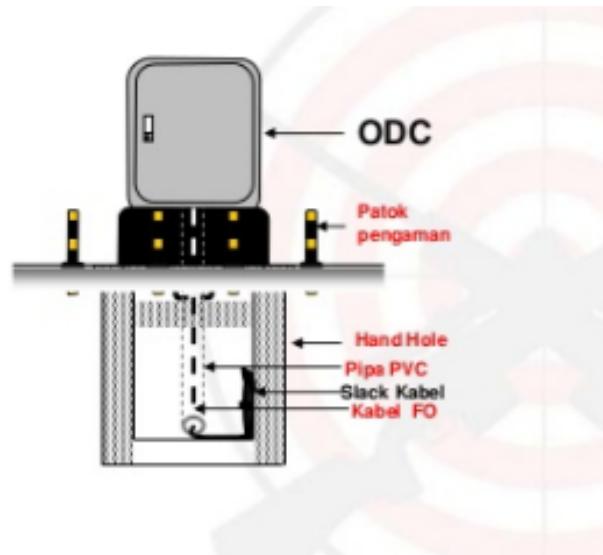


Gambar 3.26 Posisi manhole berbagai tipe

c. Handhole.

Handhole adalah lobang yang kedalamanya < 1 meter, yang fungsinya seperti Manhole, ukuran Handole cukup kecil sehingga teknisi kabel serat optik bekerja di luar lobang Handhole

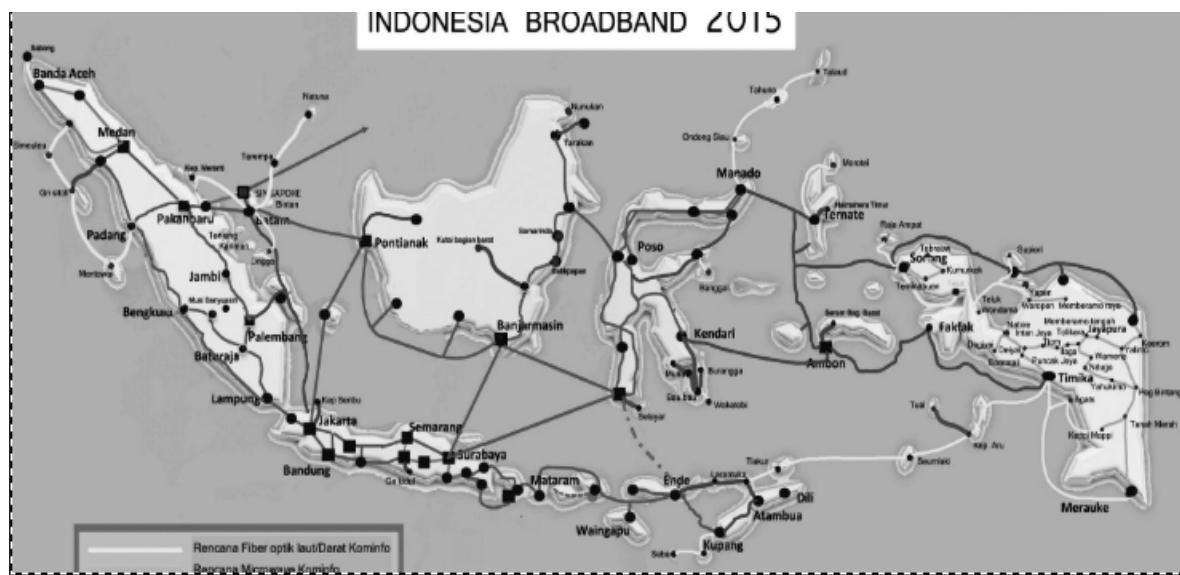
Handhole biasanya ditempatkan di dekat perangkat yang digunakan untuk terminasi akses pelanggan misal ODC dan ODP



Gambar 3.27 yang ditempatkan di dekat ODC

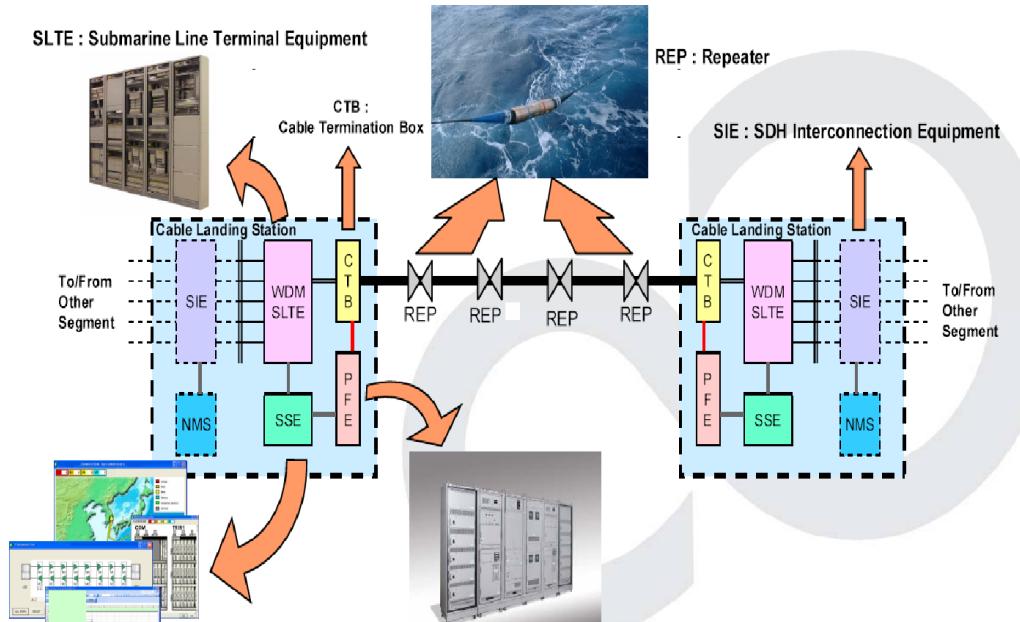
B.5. Instalasi Kabel Laut atau Sungai.

Kabel serat optik bawah laut atau juga disebut SKKL (sistem komunikasi kabel laut) saat ini paling banyak digunakan untuk penghubung antar pulau dan antar negara. Indonesia saat ini menggunakan jaringan kabel laut serat optik untuk mendukung layanan broadband di seluruh nusantara seperti pada peta di bawah ini.



Gambar 3.28 Jaringan Kabel Serat Optik yang digelar di laut

Jaringan Kabel Laut dilengkapi dengan repeater yang ditempatkan di tengah laut yang fungsinya untuk memperbaiki kualitas sinyal.



Gambar 2.29 Blok Diagram Sistem Komunikasi Kabel Laut dengan Serat Optik

Kabel Laut diletakkan pada kedalam sampai dengan 3.000 meter dengan panjang bisa melampui 4.000 kilometer seperti yang melintasi Tranatlantik antara Inggeris dengan Amerika.

Konstruksi Kabel Laut harus sangat kuat terhadap benturan mekanik, tahan korosi, tahan tarikan oleh sebab itu diberi pelindung yang sangat kuat sekali yang terbuat dari baja tahan karat, dan dengan lapisan zat asphalt dengan lapisan serat yang kuat tarik atau polypropylene yarn yang kedap air. Pada kabel laut terdapat konduktor untuk mengantarkan arus listrik sebagai catuan repeater ditengah laut, tegangan catuan listrik 500 volt sampai dengan 1.000 volt. Sumber tegangan tinggi tersebut ditempatkan pada stasiun terminal Kabel Laut, dan disebut dengan Power Feeding Equipment atau PFE.

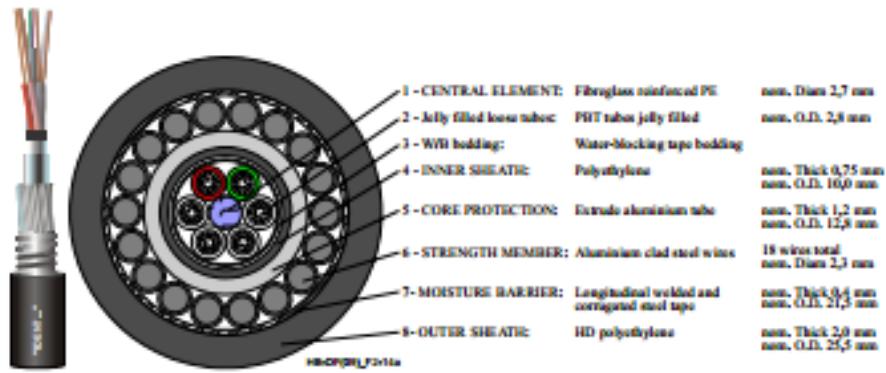
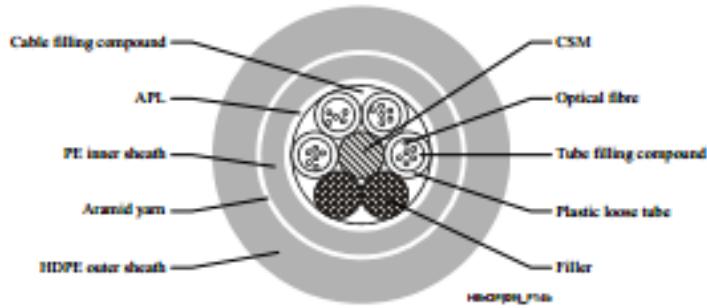
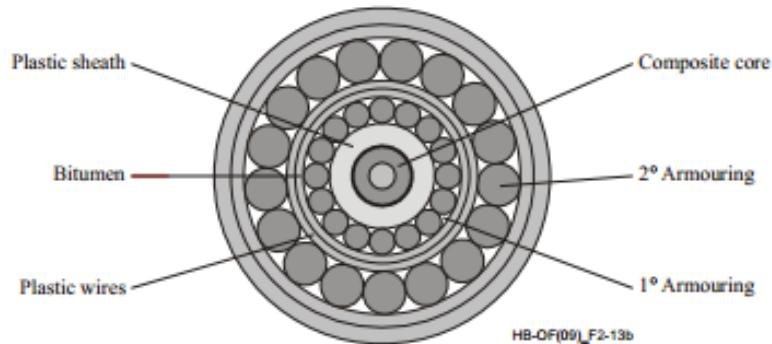


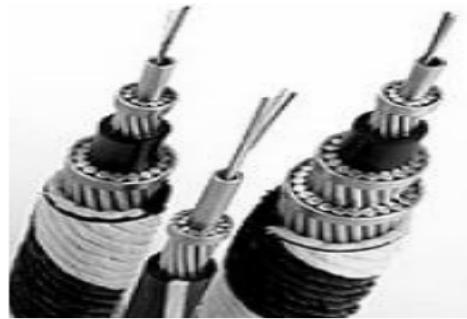
Figure 2-14a – Single-armoured cable with stranded plastic loose tube structure for sewer application



Gambar 3.30 Konstruksi kabel Laut Single Armoured



Gambar 3.31 Kabel Laut jenis Double Armoured



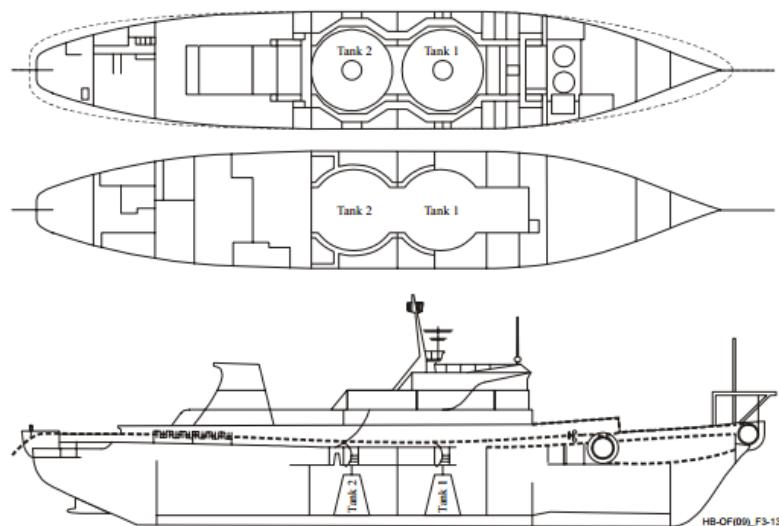
Gambar 3.32 : Jenis Konstruksi Kabel Laut sebelah kiri Multi layer ARmoured (MA) tengah Single Armoured (SA) dan Kanan adalah Multi Armoured (MA) atau Laying Weight Protection.

Ada tiga jenis tipe kabel laut yaitu

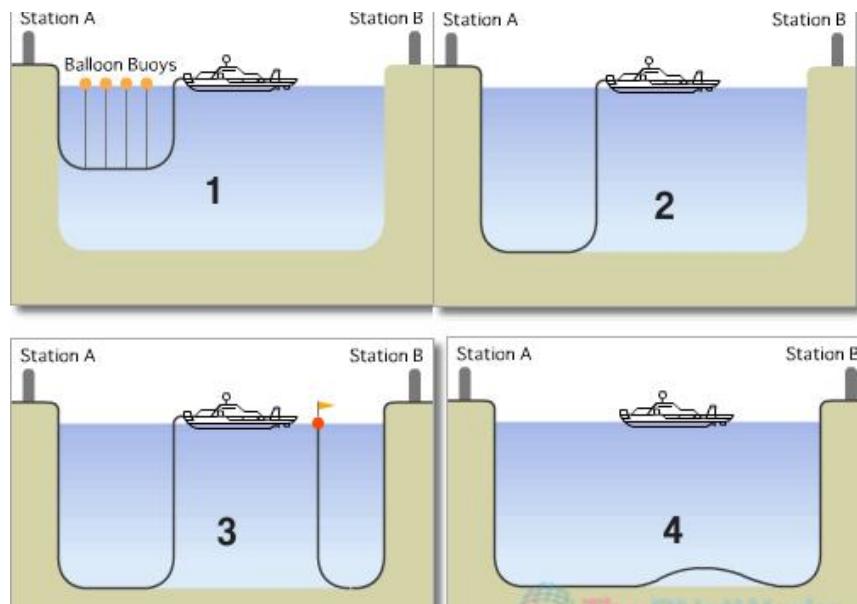
- 1) Single Armoured (SA) digunakan pada kabel serat optik yang ditanam didasar laut dengan kedalaman 1 meter dibawah pasir.
- 2) Doubel Armored (DA) digunakan pada kabel serat optik yang tidak ditanam, tetapi diletakkan pada karang laut atau dasar karang yang keras.
- 3) Multi armoured (MA) atau Laying Weight Protection (LWP) digunakan pada kabel serat optik yang tidak ditanam tetapi diletakkan pada dasar karang laut dengan arus gelombang yang sangat kencang dan besar, atau daerah eksplorasi tambang minyak.

Penggelaran Kabel Laut.

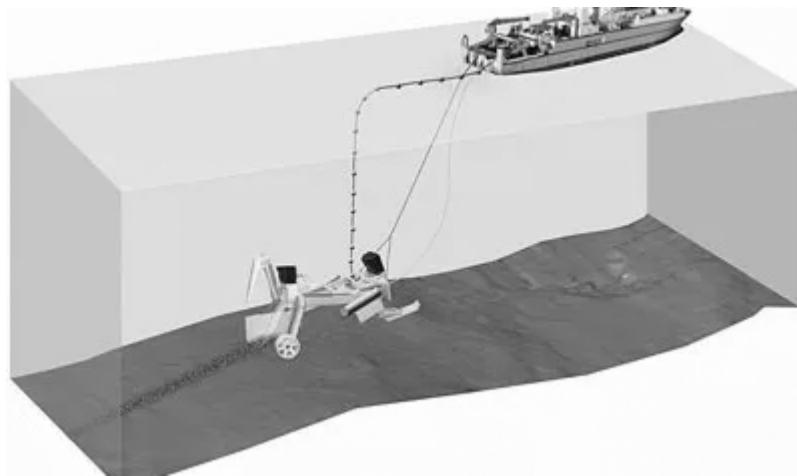
Penggelaran Kabel Laut menggunakan kapal khusus yang dilengkapi ROV atau remote operation vehicle ayau robot penggelar kabel dan juga drum kabel sebagai penyimpan kabel yang mampu memuat sampai 3.000 kilometer kabel serat optik



Gambar 3.33 Kapal Khusus Penggelar Kabel yang dapat memuat 3.000 km kabel



Gambar 3.33 Penggelaran Kabel Laut dengan menggunakan kapal



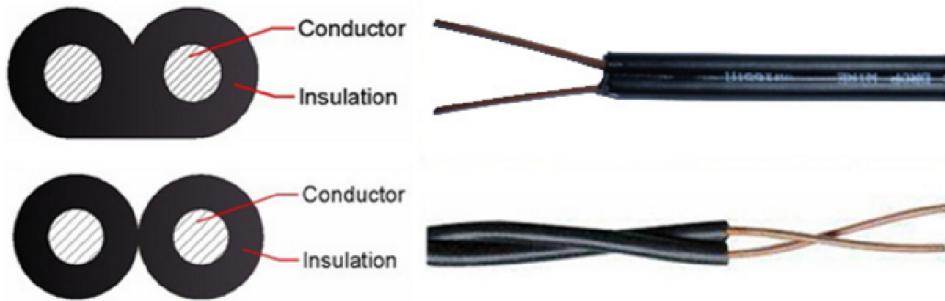
Gambar 3.34 Penggelaran kabel laut dengan Remote Operation Vehicle (ROV)

B.6 Instalasi Kabel Akses Pelanggan

Instalasi kabel akses pelanggan ada 2 jenis yaitu ;

- Outdoor atau Dropp cable atau terkadang disebut dengan dropp core
yaitu kabel bagian luar yang ditempatkan dari titik terminasi di luar sampai dengan titik batas instalasi rumah pelanggan.

Pada umumnya hanya terdiri dari dua serat optik.



Gambar 3.35 Dropp optic atau dropp core

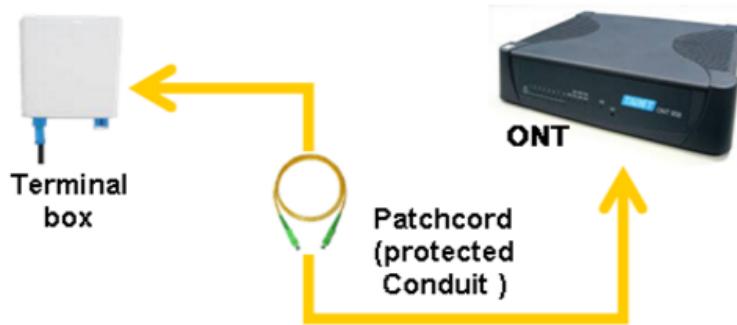


Gambar 3.36 Pemasangan Dropp Optik pada pelanggan

- b. Indoor Cables, yaitu kabel yang digunakan di dalam bangunan untuk menghubungkan perangkat pelanggan atau CPE, biasanya juga disebut dengan patchcord, karena kedua ujungnya sudah dilengkapi dengan connector



Gambar 3.36 Kabel Indor penghubung perangkat atau patchcord



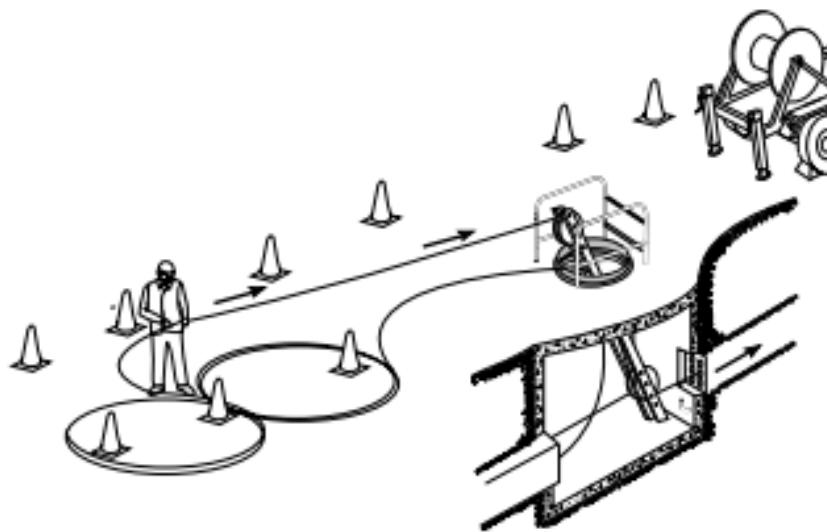
Gambar 3.37 Kabel Indoor berfungsi menghubungkan antar perangkat dalam gedung

C. Soal Soal

1. Sebutkan dua penyebab utama yang menimbulkan penurunan kualitas transmisi pada sistem komunikasi serat optik.
2. Sebutkan 4 persyaratan yang harus dipenuhi untuk instalasi kabel serat optik.
3. Sebutkan 6 jenis kabel serat optik.
4. Sebutkan 3 jenis kabel udara serat optik
5. Apa kegunaan pelapis logam pada kabel tanah tanam langsung, jelaskan !
6. Berapa kedalaman minimal penanaman kabel tanah tanam langsung
7. Apa yang membedakan kabel duct dengan kabel tanah tanam langsung
8. Apa kegunaan dari manhole
9. Ada berapa jenis kabel laut, jelaskan berdasarkan cara penempatannya.
10. Apa yang dimaksud dengan kabel akses pelanggan, dan ada berapa jenis jelaskan fungsinya.

D. Tugas

Perhatikan cara penggelaran kabel duct yang akan dimasukkan kedalam manhole, sebelum dimasukkan ke dalam manhole, akan dibentuk angka 8 dahulu oleh petugas. Apa maksud harus dibentuk angka 8, jelaskan.



Gambar 3.39 Memasukkan kabel duct melewati manhole, agar tidak mengalami twist dibentuk angka 8 terlebih dahulu

D. Praktek :

Memasang Kabel Udara jenis SS pada tiga tiang telepin T-7

a. *Alat :*

1. Alat keselamatan kerja : Helm, Sarung Tangan, Sepatu Boot.
2. Roler.
3. Tang, Obeng, Kunci pass ukuran 8 s/d 16
4. Roler
5. Dongkrak drum.
6. As Drum dan kaki penyokong drum.
7. Track tang

b. *Bahan.*

1. Tiang T-7 yang sudah berdiri
2. Strain Clamp atau klem Y
3. Suspension Clamp.
4. Steel band

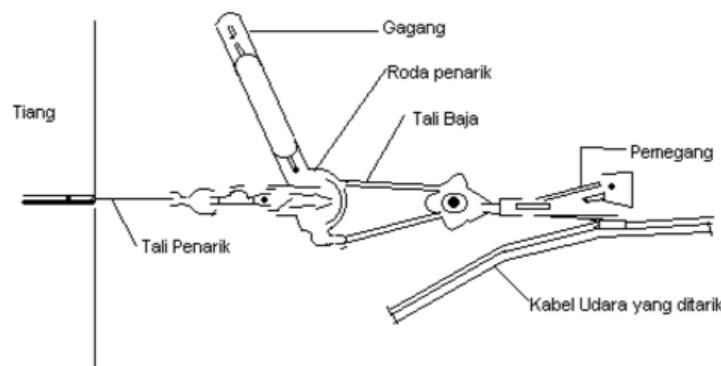
c. *Pelaksanaan*

1. Tempatkan drum kabel dekat tiang awal dengan dongkrak
2. Pasang roler pada ujung tiang

3. Masukkan kabel pada roler dan tarik kabel pada bagian bawah drum secara perlahan.
4. Setelah pada tiang akhir sekitar 10 meter, pasang dengan strain clamp /klem Y
5. Pada tiang tengah jepit dengan suspension clamp
6. Kabel pada tiang akhir pasang strain clamp dengan kencang

Catatan :

1. penggunaan track tang untuk mengencangkan kabel adalah seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.40 Penggunaan Tracktang untuk mengencangkan kabel udara.

BAB IV

KOMPONEN UTAMA PADA SISTEM KOMUNIKASI

SERAT OPTIK.

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu menerapkan penggunaan komponen passive pada sistem Komunikasi Serat Optik
2. Siswa mampu menerapkan penggunaan komponen aktiv pada sistem kounikasi serat optik

B.1. Komponen pada Sistem Jaringan Komunikasi Serat Optik.

Komponen yang digunakan pada sistem Jaringan Komunikasi Serat Optik, dibedakan menjadi dua kategori;

- a. Komponen Passive, yaitu komponen yang tidak memerlukan daya listrik agar berfungsi.
- b. Komponen Aktive, yaitu komponen yang memerlukan daya listrik agar berfungsi.

Secara umum komponen utama yang digunakan pada Jaringan Serat Optik adalah meliputi Pemancar dan Penerima, Media Transmisi dan kelengkapannya, Penguat sinyal, Pencabangan Sinyal (Splitter), Optical Multiplexer dan Optical Cross Connect.

B.2. Komponen Passive

Yang termasuk Komponen Passive, adalah ;

- a. Kabel Serat Optik sebagai media yang tidak memerlukan catuan listrik.
- b. Konektor penghubung dan kelengkapannya.
- c. Splitter atau pencabangan sinyal untuk akses pelanggan
- d. Optical Coupler atau pendistribusi sinyal optik.
- d. Optical Attenuator.

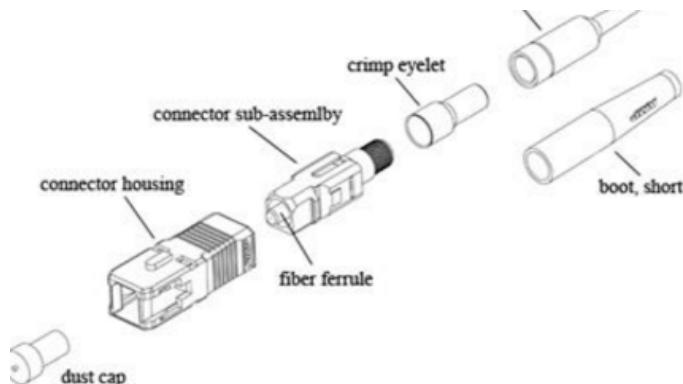
- a. *Komponen Kabel* seperti sudah diterangkan pada bab I dan bab II.
- b. *Konektor penghubung*.

Konektor penghubung pada sistem serat optik, berfungsi sebagai penghubung sementara atau temporer dari suatu komponen ke komponen yang lain.

Menurut metode menghubungkan ada tiga tipe konektor, yaitu ;

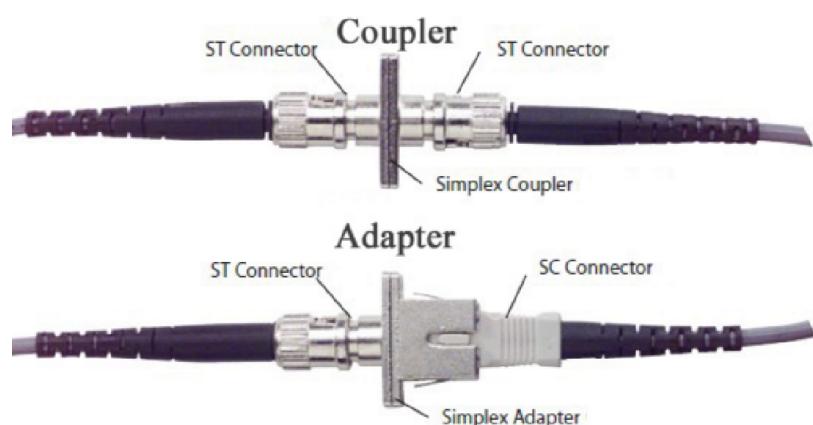
- a. Screw mechanic, atau dengan penghubung ulir
- b. Push Pull mechanic, atau dengan penghubung tekan dan tarik.
- c. Bayonet mechanic, atau dengan menggunakan tekan dan putar.

Pasangan dari konektor disebut dengan *adapter* atau *coupler*



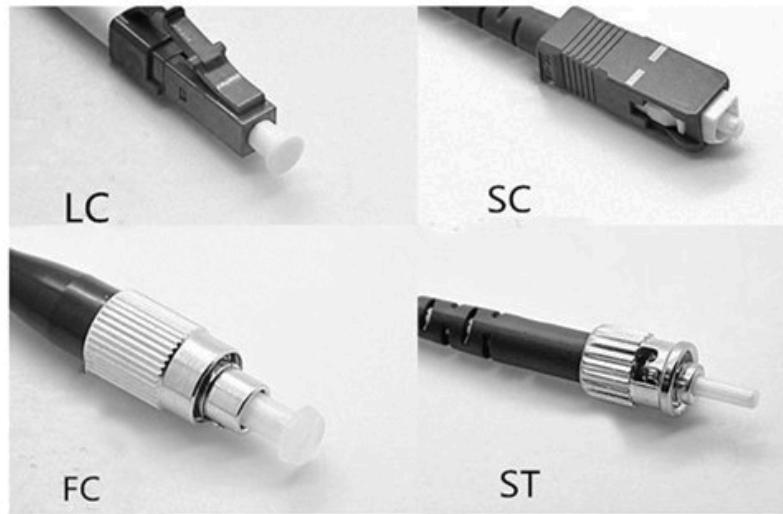
Gambar IV.1. Contoh dari komponen konektor optik.

Ferrule pada konektor berfungsi sebagai media penyalur sinyal optik dari kabel serat optik yang dilindungi oleh bahan yang cukup keras. Ujung dari ferrule harus selalu dijaga kebersihannya dan benturan agar tidak mudah sehingga pada saat tidak digunakan harus dipasang *dust cup*



Gambar IV.2 Contoh dari hubungan konektor dengan konektor

Ada berbagai jenis konektor serat optik yang digunakan,namun yang populer digunakan adalah jenis Konektor FC, SC dan LC, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar IV.3 Jenis Jenis Konektor yang sering digunakan

Metode pemasangannya sebagai berikut;

- 1). Push and Pull Mechanic pada connector LC dan SC
- 2). Screw Mechanic pada connector FC
- 3). Bayonet mechanic pada connector ST.

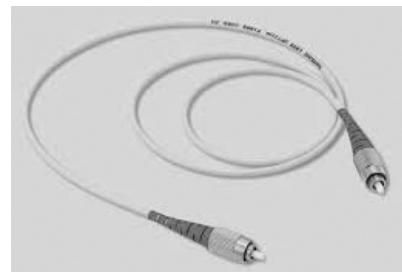
Konektor biasanya sudah dihubungkan dengan serat optik secara permanen, ada dua jenis kabel yang sudah dihubungkan dengan konektor, yaitu ;

- 1). Pigtail, yaitu jika hanya salah satu serat optik yang terhubung dengan konektor, gunanya adalah untuk menhubungkan ujung kabel serat optik dengan terminal.



Gambar IV.4 Pigtail dan penggunaan untuk terminasi

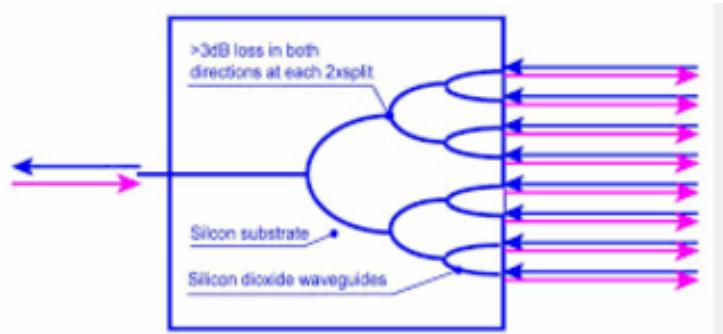
- 2). Patchcord, yaitu jika kedua ujung serat optik dihubungkan dengan konektor, gunanya adalah penghubung antar perangkat dengan perangkat yang lain dalam satu gedung (indoor)



Gambar IV.5 Patchcord Serat Optik

c. *Splitter*

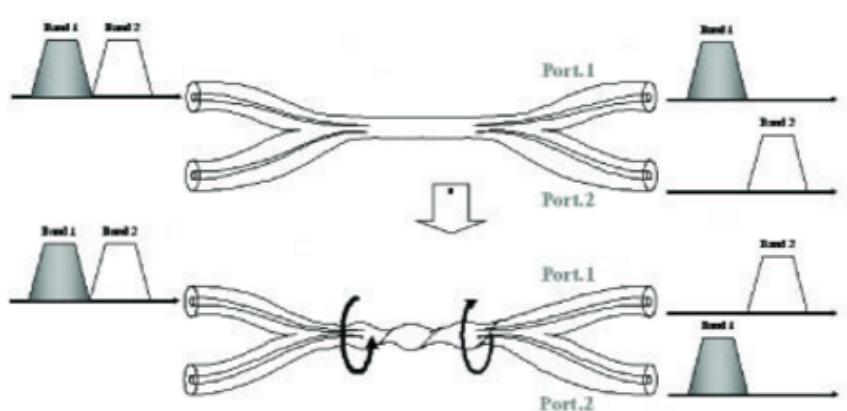
Splitter adalah komponen yang berfungsi untuk memmecah sinyal dari satu jalur menjadi beberapa jalur serat optik. Splitter ini digunakan untuk jaringan akses pelanggan serat optik, atau digunakan untuk perangkat monitorng.



Gambar IV.6 Splitter pembagi sinyal optik dari satu serat optik menjadi beberapa serat optik.

d. *Coupler*

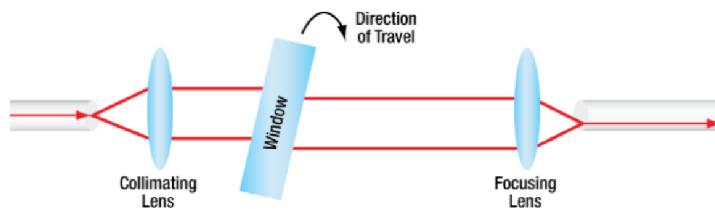
Coupler adalah hampir mirip dengan splitter, namun berfungsi sebagai pembagi sinyal optik dengan berbeda panjang gelombang atau lambda, prisip kerjanya seperti gambar dibawah ini.



Gambar IV.7 Coupler Serat Optik

e. Optical Attenuator

Komponen yang berfungsi meredam daya sinyal optik, biasanya ditempatkan pada penerima, agar daya sinyal optik yang terlalu kuat dapat dibatasi sesuai kemampuan penerima. Cara kerja Optical Attenuator seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar IV.8 Cara Kerja Optical Attenuator

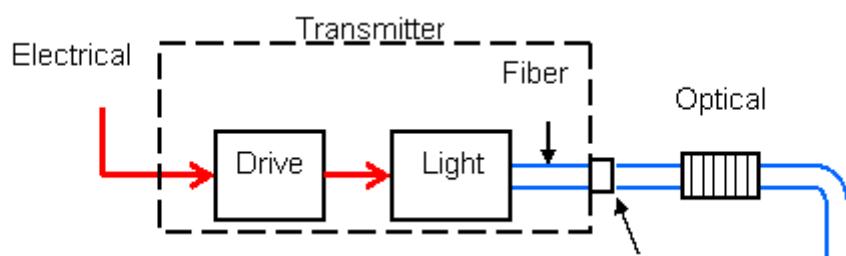


Gambar IV.9 Komponen Optical Attenuator

B.3. Komponen Aktive

1) Optical Transmitter

Optical Transmitter adalah alat pemancar sinyal optik, yang mempunyai fungsi merubah sinyal elektrik menjadi sinyal cahaya. Sinyal elektrik yaitu berupa pulsa arus "0" dan "1" (digital) akan menghidupkan (1) dan memedamkan (0) sumber cahaya yang kemudian dirambatkan pada media serat optik. Persyaratan sinyal elektrik adalah harus *digital*.



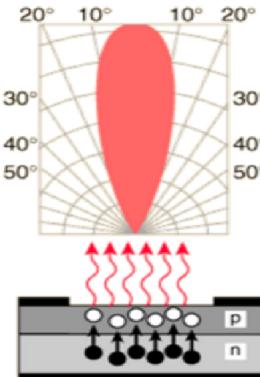
Gambar IV.10 Transmitter sinyal optik

Ada dua jenis Optical Transmitter yaitu

- Light Emitting Diode (LED)
- Light Amplification by stimulated emission of radiation (LASER)

a). Transmitter LED

Transmitter LED, yaitu menggunakan sumber cahaya dari bahan semikonduktor terdiri dari lapisan pn dimana elektron yang tidak stabil jika diberi arus listrik (bias current). Elektron elektron yang bergerak dari n menuju p akan mengalami tumbukan akan menimbulkan energi photon atau sinyal cahaya



Gambar IV.11 Transmitter LED

Transmitter LED mempunyai sudut pancar yang lebar, dengan demikian yang masuk ke serat optik tidak banyak terbuang.

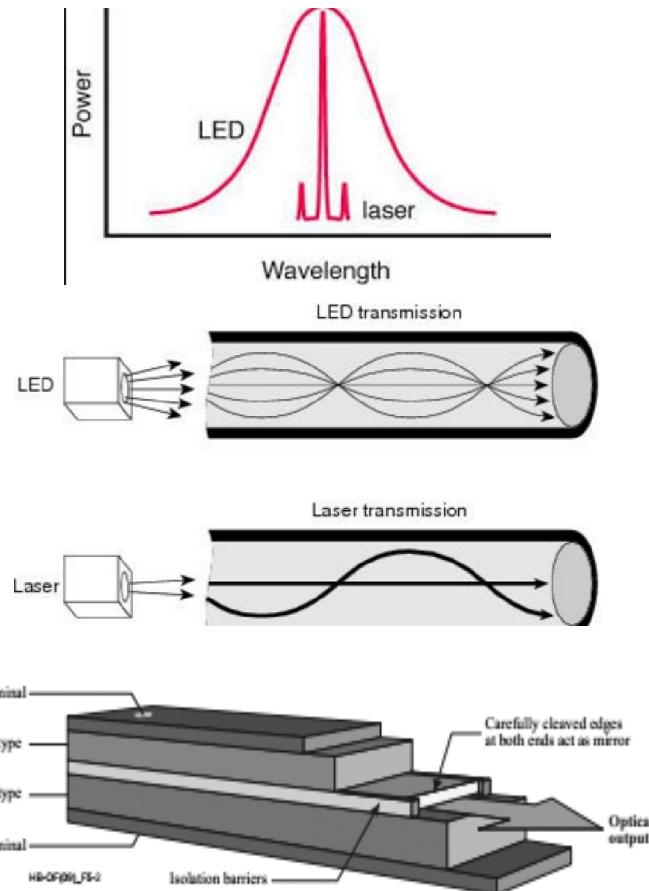
Ciri ciri dari Transmitter LED :

- Pancaran sinar melebar (koheren) 30 - 100 nm
- Daya sinyal yang masuk ke serat optik relatif rendah
- Panjang gelombang yang dihasilkan 850 nm sampai dengan 1310 nm
- Digunakan untuk jarak pendek < 1 km
- Lebih cocok untuk serat optik jenis multimode
- mempunyai kecepatan modulasi yang relatif lebih rendah < 1 Gbps

a). Transmitter LASER

Ada empat tipe pemancar jenis LASER yaitu; Fabry-Perot (FP), Distributed Feed Back (DFB), Tunable Laser (TL) dan Vertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL).

Pancaran cahaya LASER lebih kecil dibanding dengan Transmitter LED atau juga disebut dengan chromatic, seperti pada gambar di bawah ini.

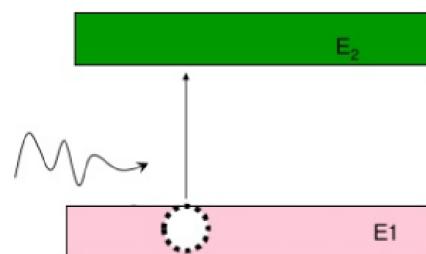


Gambar IV.12 Transmitter sinyal optik LASER

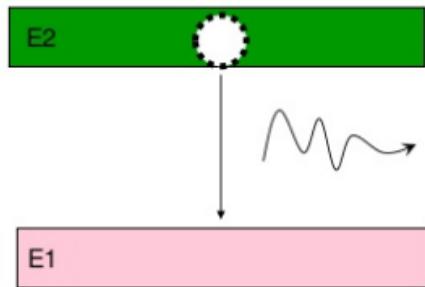
Cara kerja Transmitter LASER yaitu terdiri dari 3 proses ;

Terdapat bahan semicondutor E₁, hole dan E₂. dan celah yang disebut dengan Cavity. E1 adalah semikonduktor bersifat p dan E2 adalah semikonduktor bersifat n .

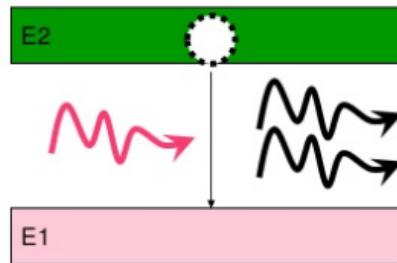
a. Absorption (penyerapan elektron)



b. Spontaneous Emission (pancaran seketika)



c. Stimulated Emission (penguatan pancaran)



Gambar IV.13 Cara kerja Transmitter LASER

Transmitter sinyal optik dengan sinar LASER dibagi tiga kelas, yaitu

Kelas A = 4 dBm ,atau 2,5 milliWatt

Kelas B = 9 dBm, atau 8 milli Watt

Kelas C = 7 dBm atau 5 milliWatt

Sedangkan Reseive Senstive Level Penerima Kelas A dan Kelas B = -21 dBm

dan Kelas C = - 28 dBm

Sifat dari pancaran sinar Transmitter LASER

1. Pancaran sinar lurus menyempit monochromatic
2. Daya sinyal yang masuk ke serat optik tinggi
3. Panjang gelombang yang dihasilkan 850 nm sampai dengan 1600 nm
4. Digunakan untuk jarak jauh $> 1 \text{ km}$
5. Lebih cocok untuk serat optik jenis singlemode
6. Mempunyai kecepatan modulasi yang tinggi $> 1 \text{ Gbps}$

Perlu diperhatikan bahwa sinar LASER adalah cahaya yang tidak terlihat oleh mata, namun mempunyai intensitas yang sangat tinggi dan mempunyai efek merusak retina mata. Oleh sebab itu biasanya pemancar yang menggunakan sumber sinar LASER diberi label seperti pada gambar di bawah ini



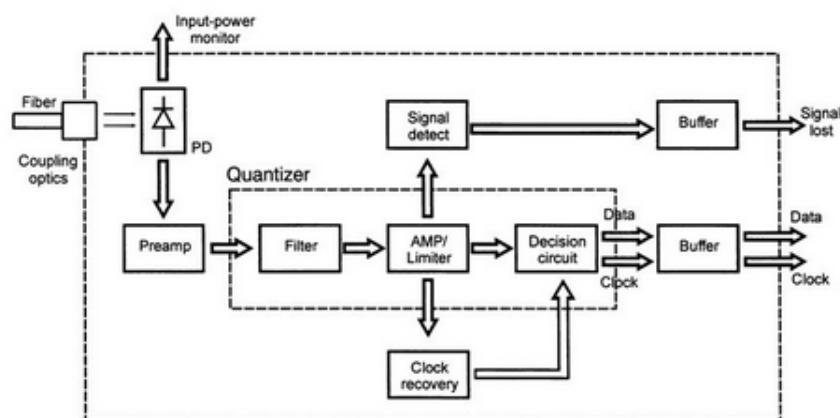
Gambar IV.13 Label Komponen yang menggunakan sumber sinar LASER

2). Receiver Optical

Receiver Optical, adalah komponen aktif yang mempunyai fungsi menerima sinyal optik/ cahaya dan merubah atau mengkonversi menjadi sinyal elektrik 1 dan 0 atau sinyal elektrik digital

Receiver ada dua jenis Receiver optik, yaitu yang bekerja dengan menggunakan;

- a. PIN diode yaitu terdiri dari semikonduktor tipe p dan tipe n yang dibatasi oleh intrinsic (i) region.
- b. APD yaitu Avalanche Photo Diode, yaitu mempunyai respon time operation yang sangat cepat merubah sinyal cahaya menjadi sinyal elektrik, sehingga sangat cocok digunakan berpasangan dengan transmpter LASER.



Gambar IV.14. Blok diagram Optical Receiver.

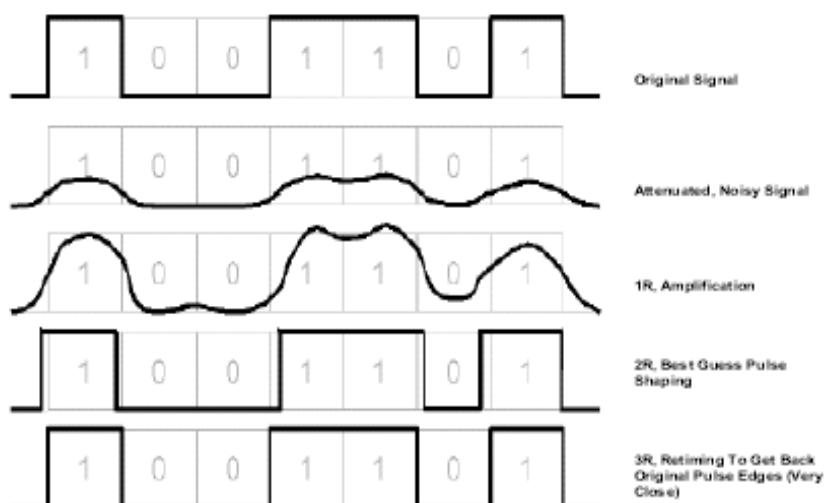
Cara kerja Receiver Optical;

- a. Sinyal Optik dari Serat Optik diterima Photo Diode
- b. Photo Diode merubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik digital
- c. Daya Sinyal diperkuat oleh Pre Amplifier
- d. Filter berfungsi melewatkkan bandwidth sinyal yang diperlukan

- e. Limiter berfungsi untuk menghilangkan noise
 - f. Clock Recovery berfungsi untuk menyesuaikan pewaktuan bit bit yang diterima
 - g. Decision Circuit berfungsi untuk menentukan apakah sinyal layak diterima atau dibuang.
 - h. Buffer untuk menyimpan sementara bit bit yang selesai diproses
- c. *Optical Amplifier (OPAMP)*

Fungsi dari Optical Amplifier pada Jaringan Kabel fiber Optik yaitu;

- a. Memperkuat daya atau level power sinyal cahaya yang sudah lemah (amplification).
- b. Memperbaiki bentuk pulsa sinyal cahaya yang sudah berubah bentuk akibat dispersion (reshaping)
- c. Mensinkronkan kembali waktu dari periode pulsa sinyal cahaya (resynchronizing)



Gambar IV.15. Cara kerja Optical Amplifier.

Ada dua jenis Optical Amplifier (OPAMP) yaitu ;

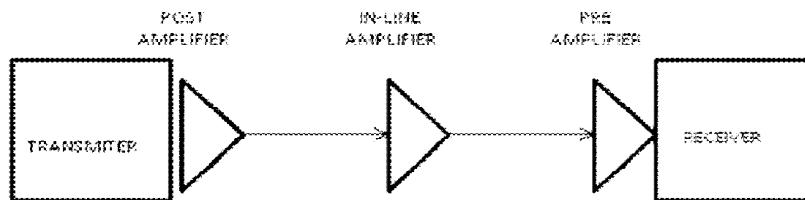
- a. Konvensional OPAMP yaitu yang bekerjanya dengan melakukan konversi O-E-O, saat ini jenis tersebut sudah tidak digunakan.
- b. Optical pump Amplifer yaitu amplifier yang prinsip kerjanya dengan bahan semikonduktor yang disisipkan (doped) pada fiber optik. Ada tiga jenis OPAMP yang menggunakan semikonduktor yaitu ;
 - 1) Semiconductor Optical Amplifier (SOA)

2) Erbium Dopped Fiber Amplifier (EDFA)

3) RAMAN

Berdasarkan penempatan Optical Amplifier ada tiga jenis yaitu;

- Post OPAMP yaitu OPAMP yang posisi penempatannya setelah Transmpter
- In Line OPAMP yaitu OPAMP yang posisi penempatannya ditengah tengah antara Transmpter dan receiver.
- Pre Amplifier yaitu OPAMP yang posisi penempatannya sebelum receiver.



Gambar IV.16 . Optical Amplifier berdasarkan penempatannya

C. Soal Soal

1. Apa yang dimaksud dengan komponen aktif dan komponen pasif pada sistem komunikasi serat optik ?
2. Berikan contoh komponen aktif dan pasif, masing masing 3 perangkat.
3. Apa yang dimaksud dengan patchcord dan pigtail.
4. Menurut pemasangannya ada berapa jenis konektor, jelaskan masing masing jenis.
5. Apa yang dimaksud dengan :
 - a. Splitter
 - b. Coupler
 - c. Optical Attenuator
6. Ada berapa jenis sumber sinyal cahaya pada sistem komunikasi serat optik. Sebutkan jenisnya !
7. Apa ciri ciri transmitter yang menggunakan LED
8. Apa ciri ciri transmitter yang menggunakan LASER
9. Sebutkan jenis jenis Optical Receiver !
10. Apa fungsi dari Optical Amplifier ?

D. Tugas :

Buat rangkuman penggunaan dan cara kerja Optical Amplifier pada jaringan Back Bone sistem komunikasi serat optik

D. Praktek :

Menyambung Patchcord yang berbeda jenis.

a. Alat :

Visual Light Source



Gambar IV.17 Visible Light Source (VLS)

Alat ini digunakan untuk memeriksa apakah sinyal optik dapat melewati media serat optik.

b. Bahan :

1. Patchcord SC - SC 1 utas



2. Patchcord FC - FC 1 utas



3. Adapter SC - FC



c. Pelaksanaan Praktek

- a. Siapkan patchcord SC-SC dan FC-FC
- b. Buka cap pada ujung ujungnya.
- c. Masukkan salah satu konektor SC pada adapter SC
- d. Masukkan salah satu konektor FC pada adapter FC
- e. Pasang ujung VLS pada ujung SC yang lain.
- f. Hidupkan VLS dan perhatikan ujung lain pada konektor FC.
- g. Perhatikan, dan buat kesimpulan.

BAB V

PENYAMBUNGAN KABEL SERAT OPTIK PERMANEN

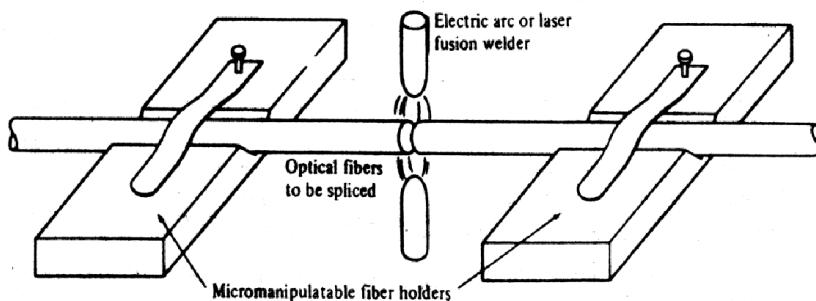
DENGAN MENGGUNAKAN FUSION SPLICER

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu menyiapkan alat dan bahan Penyambungan Serat Optik secara permanen.
2. Siswa mampu Mengoperasikan Alat Sambung Fusion Splicer.
3. Siswa mampu Melakukan tahapan penyambungan Kabel Serat Optik pada Joint Closure.

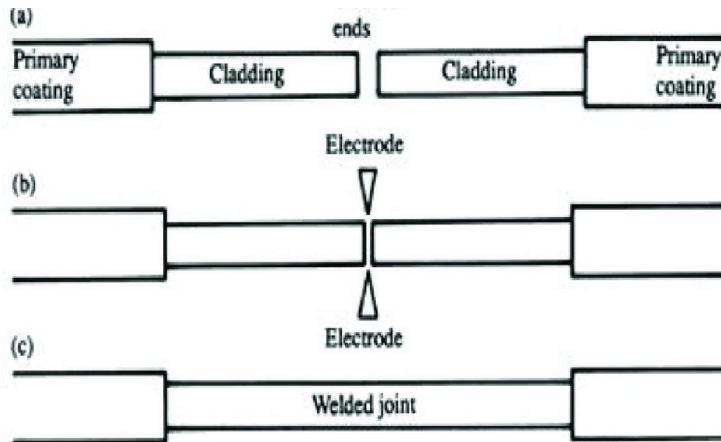
B.1. Persiapan Alat dan Bahan Penyambungan Permanen

Penyambungan permanen yaitu penyambungan secara tetap dengan cara penembakan temeperatur tinggi (arc) atau las dengan sinar LASER, sehingga kedua permukaan fiber optik yang disambung melekat secara permanen. Penyambungan Fiber optik secara permanen pada prinsipnya adalah melekatkan dua permukaan dari Cladding dan Core.



Gambar V.1 Metode penyambungan Fusion Splicer

Sesuai dengan standard Internsional, penyambungan secara permanen harus mempunyai nilai loss maksimum 0,2 dB.



Gambar V.2. Prinsip penyambungan secara permanen

Gambar diatas adalah prinsip penyambungan serat optik secara permanen,

- a. mempertemukan kedua permukaan clading dan core
- b. memanaskan kedua permukaan dengan tembakkan LASER dari elektrode.
- c. kedua permukaan clading dan core menyatu secara permanen.

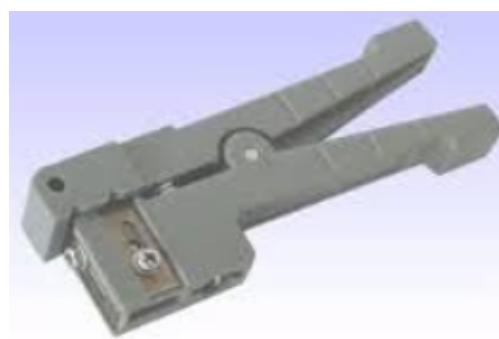
Ada 3 (tiga) jenis penyambungan serat optik berdasarkan penggunaannya, yaitu ;

- a. Core to Core, yaitu penyambungan kabel serat optik dengan kabel serat optik.
- b. Core to Pigtail, yaitu penyambungan kabel serat optik untuk terminasi.
- c. Core to Connector, yaitu penyambungan serat optik dengan Konektor untuk kabel dropp optik.

B.2. Alat dan Bahan Yang digunakan untuk Penyambungan Kabel Serat Optik.

1) Alat yang diperlukan penyambungan Serat Optik

1. Tube Cutter, alat untuk memotong dan melepas tube.



Gambar V.3. Tube Cutter untuk memotong Tube.

2. Stripper alat untuk membuka atau membersihkan coating



Gambar V.4. Stripper untuk mengupas Coating

3. Fiber Cleaver alat untuk memotong fiber optik.



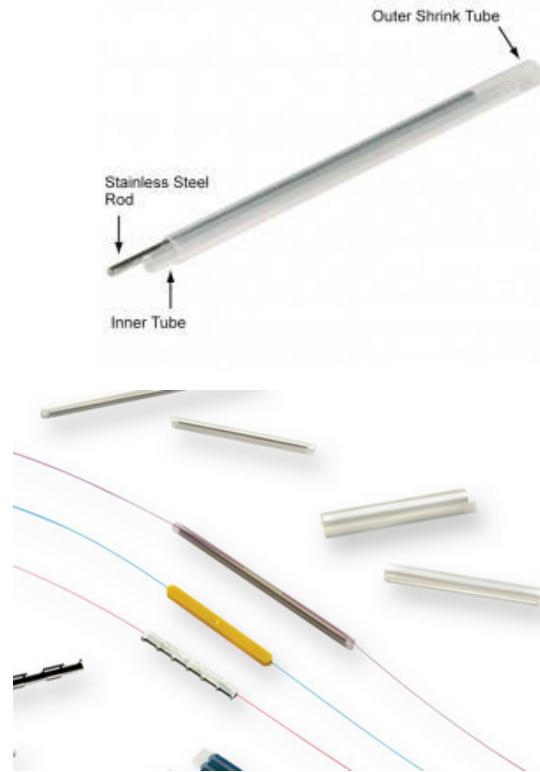
Gambar V.5. Fiber Cleaver pemotong Clading dan Core agar permukaan rata.

4. Fusion Splicer alat untuk penyambung Fiber Optik.



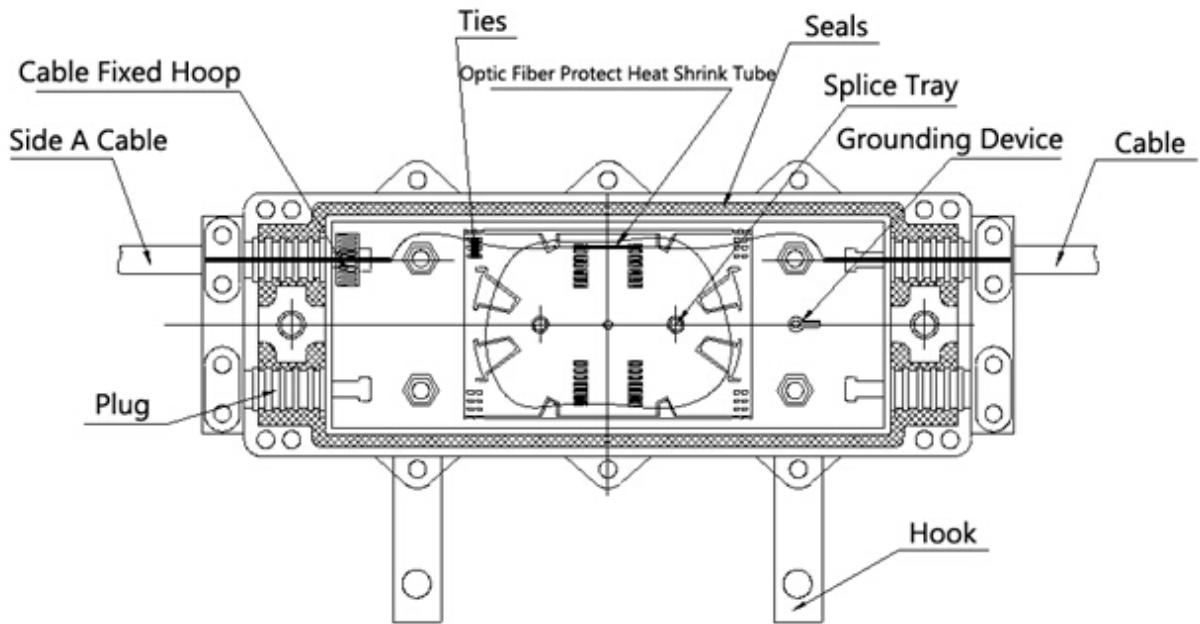
Gambar V.6. Fusion Splicer alat penyambung secara permanen.

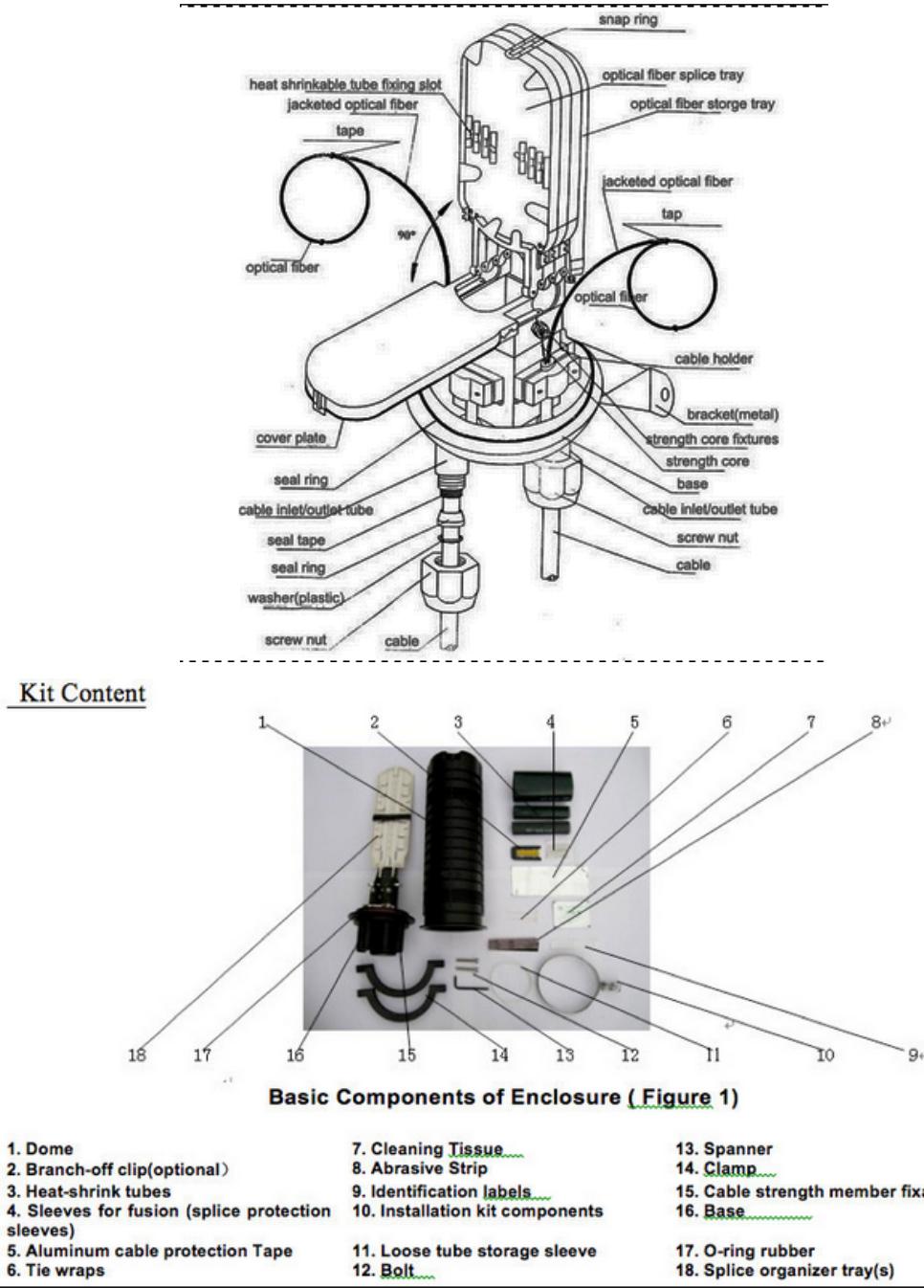
- 2) Bahan yang diperlukan penyambungan Serat Optik
 1. Sleeve Protection sebagai pelindung sambungan serat optik



Gambar V.7. Sleeve Protection

2. Joint Closure sebagai pelindung sambungan kabel serat optik





Gambar V.8 . Joint Closure atau Universal Closure.

3. Alkohol 90% pembersih coating
4. Tisu pembersih coating.

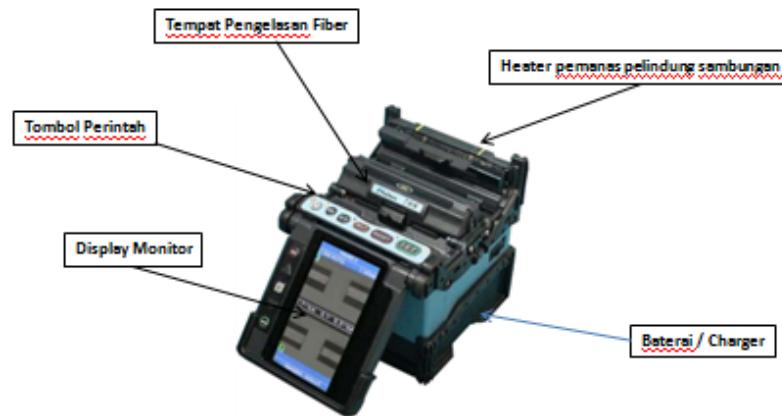
B.3. Mengoperasikan Fusion Splicer.

1). Bagian Fusion Splicer

Fusion Splicer terdiri dari 5 (lima) bagian penting

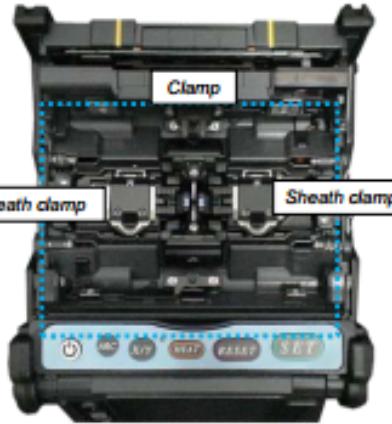
1. Display Mootor

2. Tombol perintah
 3. Tempat Pengelasan Fiber (Arc)
 4. Heater pemanas pembungkus sambungan
 5. Baterai dan Charger.
-
- a. Dispaly Monitor, berfungsi untuk melihat proses dan hasil penyambungan.
 - b. Tombol peritah berfungsi untuk memberi perintah proses penyambungan.
 - c. Tempat pengelasan, adalah tempat dimana proses pengelasan serat optik dilakukan.
 - d. Heater tempat memanaskan sleeve protection pelindung sambungan serat optik
 - e. Baterai atau charger, adalah sebagai sumber listrik untuk proses penyambungan



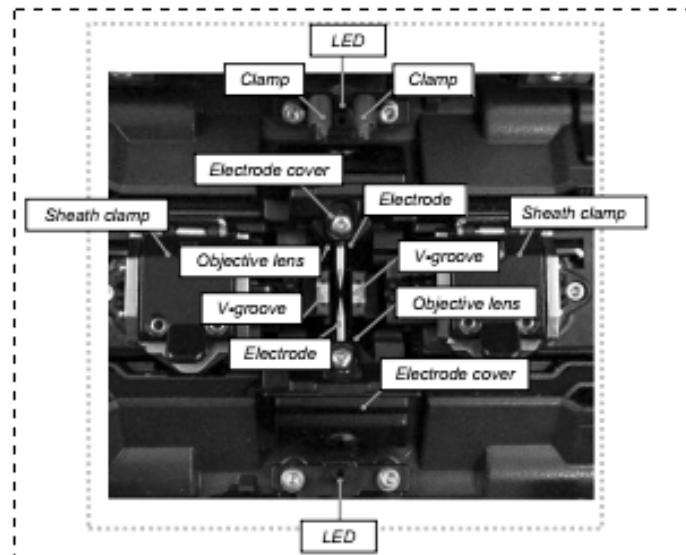
Gambar V.9. Fusion Splicer dan bagian-bagian penting

Tempat pengelasan serat optic (arc) ada penjepit serat optik yang akan disambung atau disebut sheath clamp seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar V.10 . Tempat proses pengelasan serat optik

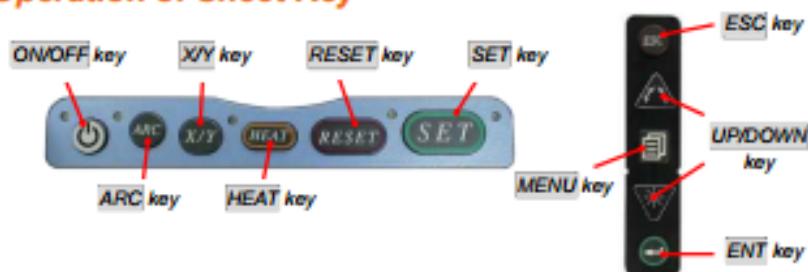
Sedangkan di dalamnya terdiri dari berbagai komponen yang penting seperti pada gambar di bawah ini



Gambar V.10 . Komponen penyambungan serat optik

Tombol perintah terdiri dari tombol pada gambar di bawah ini

Operation of Sheet Key



Gambar V.11. Tombol tombol perintah pada Fusion Splicer.

Fungsi dari tombol tombol Fusion Splicer adalah sebagai berikut ,

ON/OFF	= untuk mengaktifkan dan menon aktifkan Fusion Splicer
Arc	= untuk test elektroda pengelasan (arc)
X/Y	= untuk melihat posisi pandangan sumbu X/Y
Heat	= untuk menghidupkan heater
SET	= untuk melakukan proses penyambungan
MENU	- untuk memilih opsi opsional yang ada pada Fusion Splicer.

B.IV Tahapan Proses Penyambungan Serat Optik dengan Fusion Splicer.

Tahapan penyambungan Kabel Fiber Optik core to core, secara umum adalah sebagai berikut ;

1. Pengupasan Kabel Serat Optik
2. Penempatan Kabel Serat Optik pada Joint Closure
3. Pengupasan Tube
4. Pembersihan Serat Optik dengan Alkohol
5. Pengupasan Coating dengan Striper dan pembersihan clading
6. Penempatan sleeve protection pada salah satu serat optik
7. Pemotongan permukaan Clading dengan Fiber Cleaver
8. Penepatan Fiber pada Tempat Pengelasan Fusion Splicer
9. Proses Penyambungan (SET)
10. Penutupan sambungan dengan sleeve protection
11. Pemanasan sleeve protection pada heater
12. Penepatan sambungan pada cassette joint closure

Penyambungan dikatakan berhasil jika nilai Loss adalah lebih kecil dari 0,2 dB.

Beberapa kegagalan penyambungan yang di akibatkan oleh ;

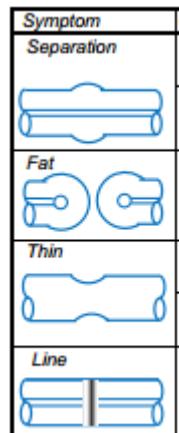
1. Permukaan potongan clading tidak rata



Gambar V.12 . Kesalahan pemotongan Clading pada Fiber Cleaver.

Jika terjadi seperti kejadian tersebut agar dilakukan pemotongan permukaan clading kembali.

2. Permukaan potongan clading kotor atau terdapat debu / basah , pada monitor akan tampak tulisan ;
"Fiber too Dusty"
"BUBLE"



Gambar V.13 . Sambungan sambungan yang gagal .

Untuk hal tersebut agar dilakukan pegupasan coating kembali dan dilakukan pemotongan permukaan serat optik

Perlu diperhatikan saat selesai penyambungan sebelum hasil sambungan diangkat hendaknya tekan tombol RESET untuk test kekuatan tarikan atau "Tension Test"



Gambar V.14. Tension Test dengan menekan tombol RESET

C. Soal Soal

1. Apa yang dimaksud dengan proses penyambungan serat optik secara permanen ?
2. Sbutkan tiga prinsip penyambungan serat optik secara permanen.
3. Sebutkan tiga jenis penyambungan serat optik berdasarkan penggunaannya.

4. Sebutkan 4 Alat utama yang digunakan untuk penyambungan Serat Optik
5. Sebutkan 4 bahan utama yang digunakan untuk penyambungan serat optik
6. Sebutkan 5 bagian utama Fusiom Splicer.
7. Jelaskan fungsi dari masing masing bagian utama Fusion Splicer
8. Jelaskan fungsi dari Tombol tombol perintah pada Fusion Splicer
9. Jelaskan urutan dari proses penyambungan Fusion Splicer
10. Jelaskan dua jenis kegagalan penyambungan dengan menggunakan fusion splicer

D. Tugas :

Amati teknisi Kabel Serat Optik yang sedang melakukan penyambungan kabel duct, bagaimana prosedur kerjanya. Buat rangkuman Penyambungan Kabel Serat Optik jenis Duct :

D. Praktek :

PRAKTEK
SPLICING KABEL FIBER OPTIK
PADA UNIVERSAL CLOSURE (UC)

I. Mengupas Kabel

A. Alat yang digunakan

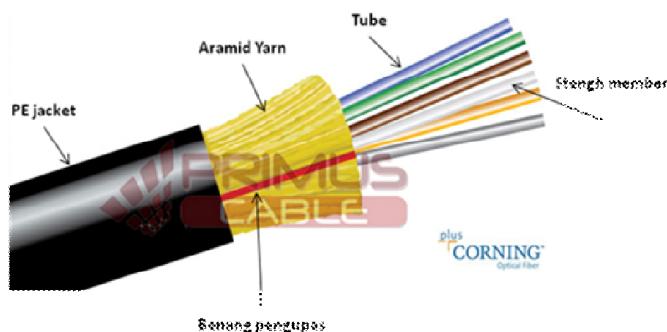
- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1. PE sheater | 5. Tang Jepit |
| 2. PE cutter | 6. Kain Majun / Koran |
| 3. Sarung Tangan | 7. Gergaji Besi |
| 4. Meteran | 8. Obeng besar - |

B. Bahan yang digunakan

1. Kabel Fiber Optik kapasitas 36 Fiber / 3 Tube

C. Cara pengupasan

1. Ukur panjang panjang kabel yang akan dikupas 100cm –120 cm
2. Beri tanda dengan isolasi kertas
3. Kerat kabel dengan PE sheater pada tanda tersebut
4. Cari posisi benang pengupas pada ujung kabel.
5. Buat keratan ujung kabel pada posisi benang pengupas sepanjang +/- 15 cm
6. Ambil benang pengupas, dan lilitkan pada ujung tang kemudian tarik benang pengupas sampai ketanda kabel yang sudah terkerat
7. Kupas PE cable dan bersihkan Jelly dengan koran dan lap majun agar jelly cepat hilang bersihkan dengan bensin
8. Urai bagian bagian kabel



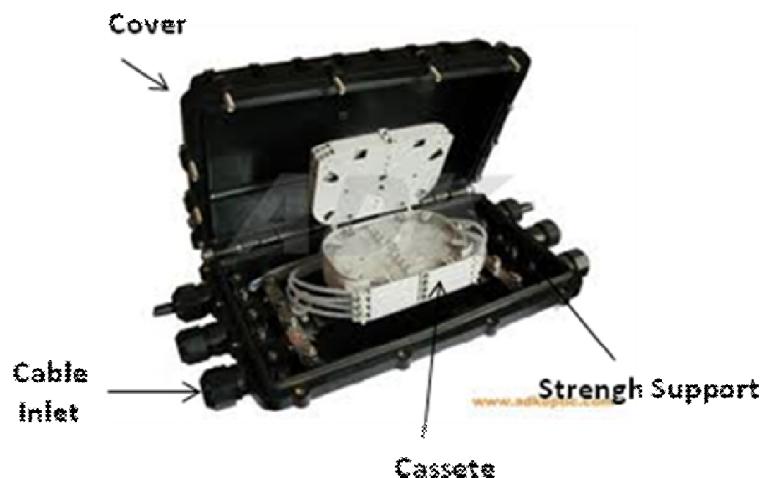
2. Penempatan kabel pada Universal Closure

A. Alat yang digunakan :

1. Tang Jepit
2. Universal Tang
3. Gunting
4. Obeng besar –

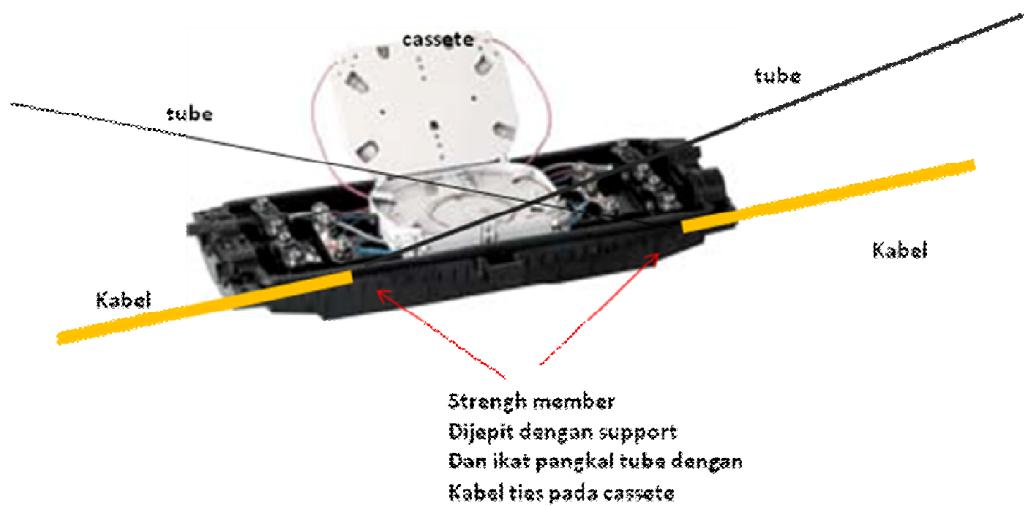
B. Bahan yang digunakan

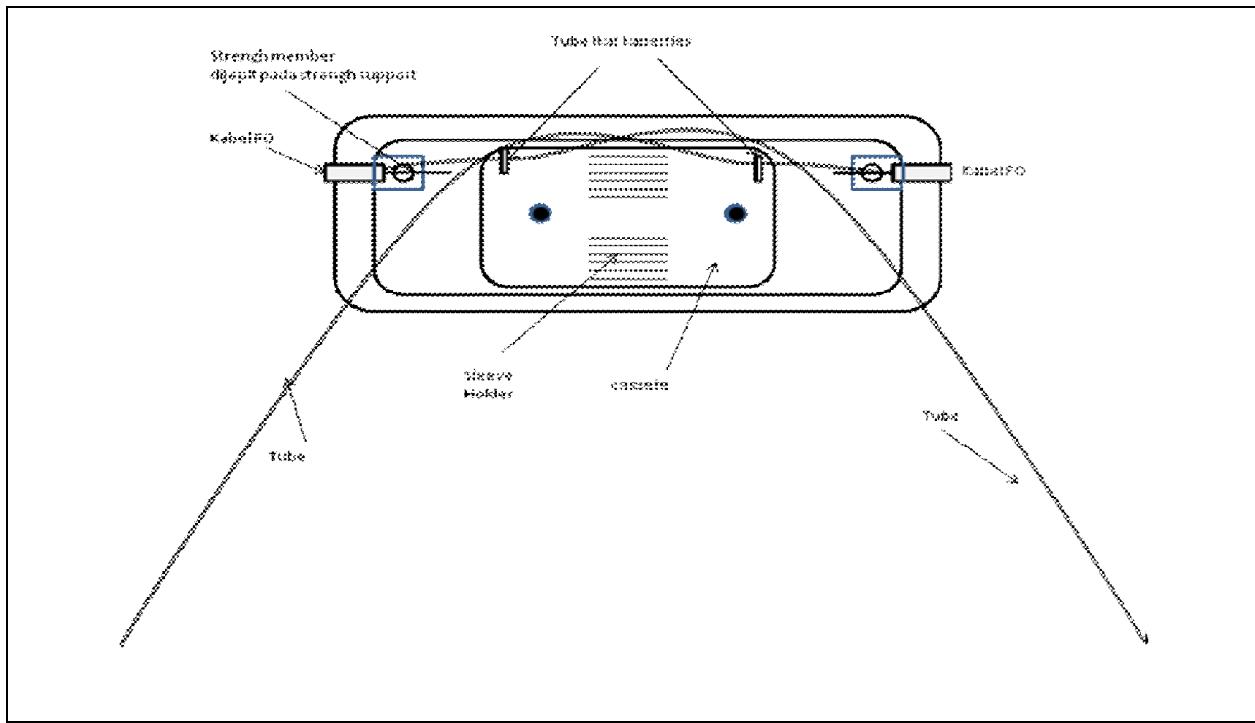
1. Universal closure
2. Cartridge / Cassete kapasitas 12 fiber
3. Kabel Ties 10 cm / Tie wrap



C. Pelaksanaan

1. Potong aramid yarn, filler dan pita pengikat dengan gunting
2. Potong strength member dan sisakan sepanjang +/- 10 cm
3. Tambatkan strength member pada baut pengikat (support strength)
4. Ikat ujung Tube dengan kabel ties pada cassette





3. Penyambungan dengan Fusion Splicer

A. Alat yang digunakan

1. Tube Cutter



2. Stripper



3. Fiber Cleaver



www.adikoptic.com

4. Fusion Splicer

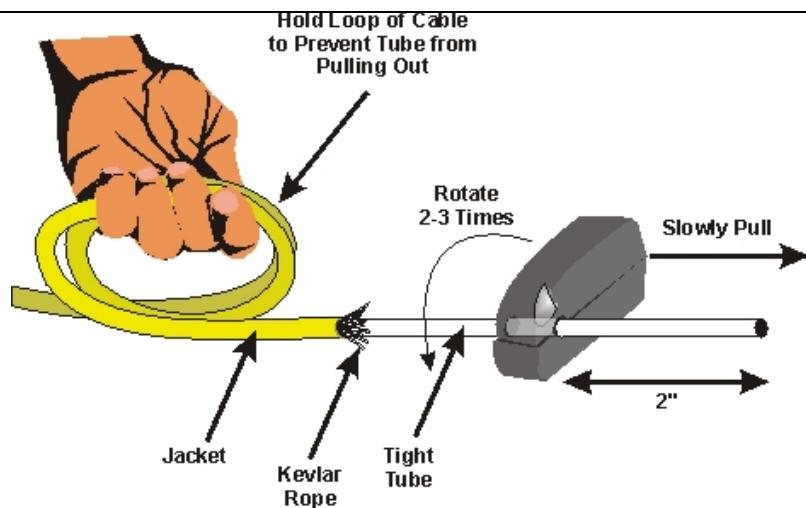


B. Bahan Yang digunakan :

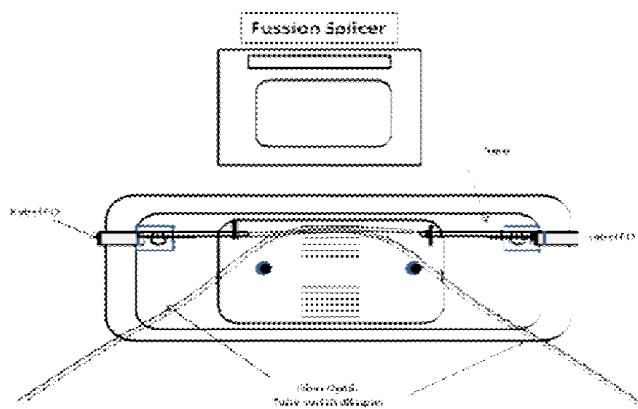
1. Alkohol 90%
2. Tissue lembut
3. Sleeve Protection

C. Pelaksanaan

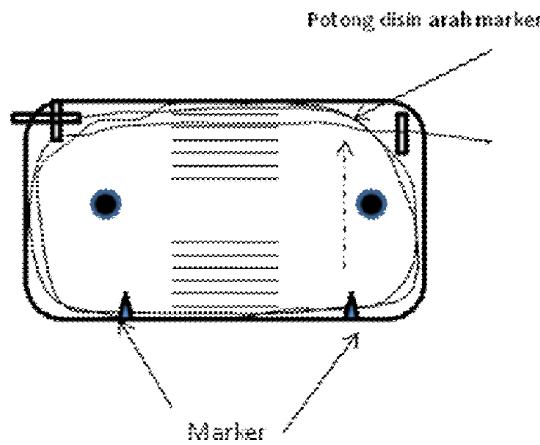
1. Kupas Tube dengan tube cutter pada posisi dekat ikatan kabel ties
Jepit tube dan putar tube cutter 3 x



2. Bersihkan fiber jelly dengan alcohol sampai kering
3. Urai Fiber agar tidak kusut atau membelit
4. Letakan Fussion Splicer Pada posisi ditengah Joint Closure



5. Ambil Fiber mulai urutan pertama (biru), lingkarkan dua kali pada cassette



kemudian potong searah marker dengan menggunakan gunting biasa.

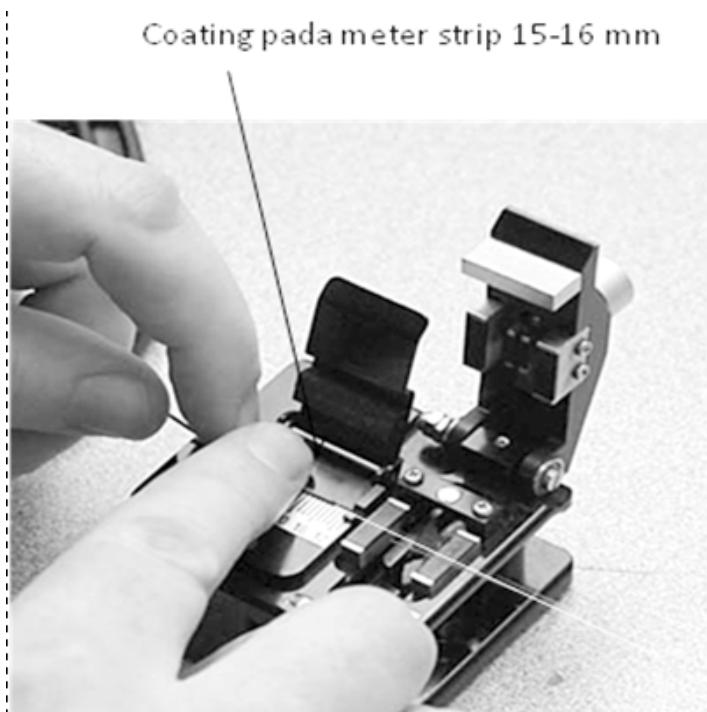
Setelah terpotong lepas kembali,

6. Kupas coating fiber dengan striper sepanjang 2-2,5 cm, bersihkan

Dengan alcohol .

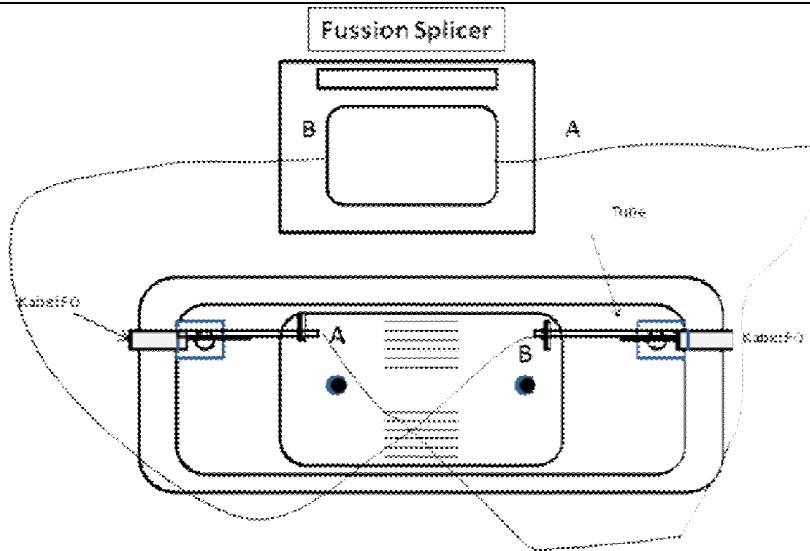
7. Masukkan sleeve protection pada fiber yang sudah dikupas.

8. Tempatkan Fiber yang sudah terkupas pada Fiber Cleaver. Dengan posisi coating pada meter strip 15 – 16 mm

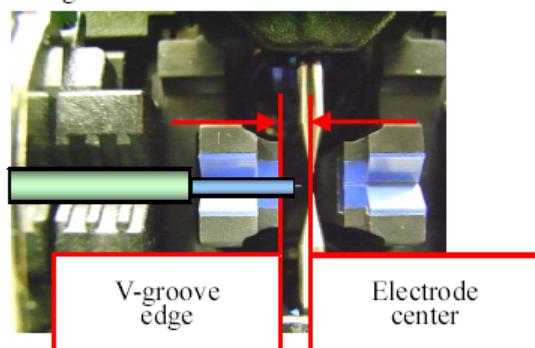


9. Tempatkan Fiber yang akan disambung pada Fusion Splicer sebagai berikut

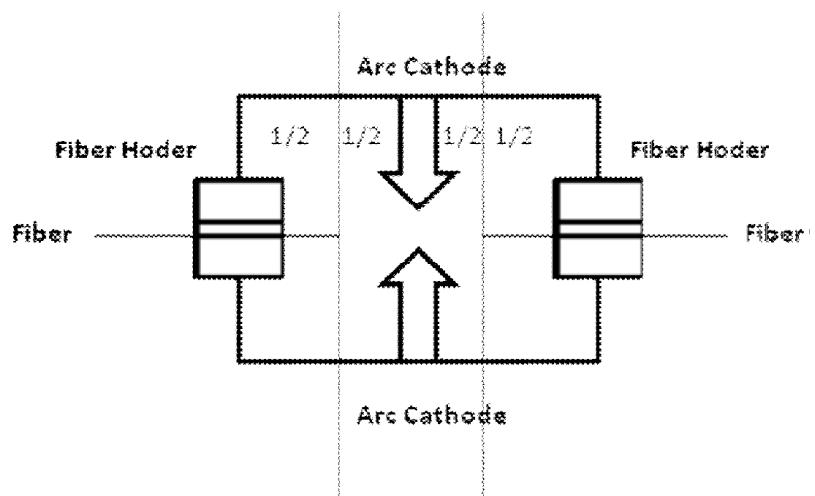
Fiber dari sebelah kiri pada posisi kanan Fusion Splicer, dan Fiber dari sebelah Kanan pada posisi kiri Fusion Splicer. Atau berbalik posisi



10 . Tempatkan fiber yang akan disambung pada V-Groove, secara tepat dan Kemudian tutup kembali cover V-grove

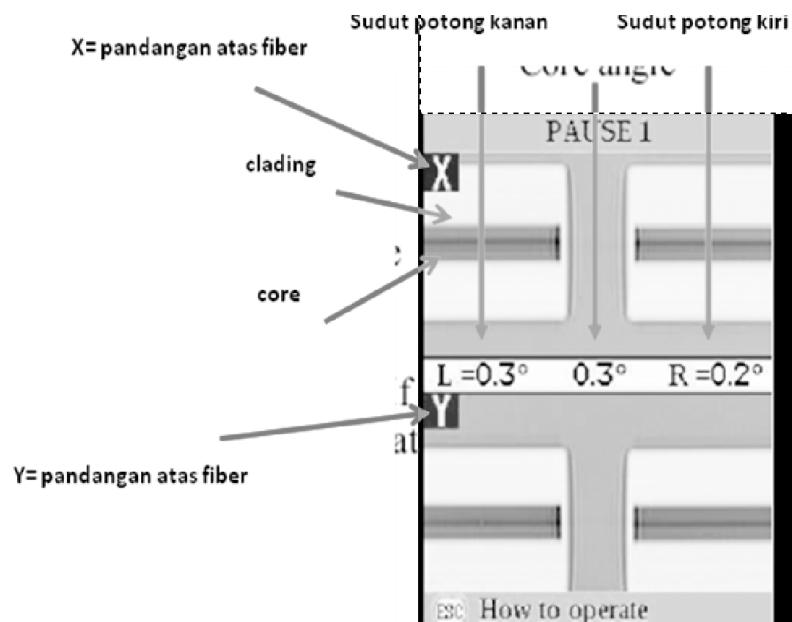


V-Groove Fusion Splicer

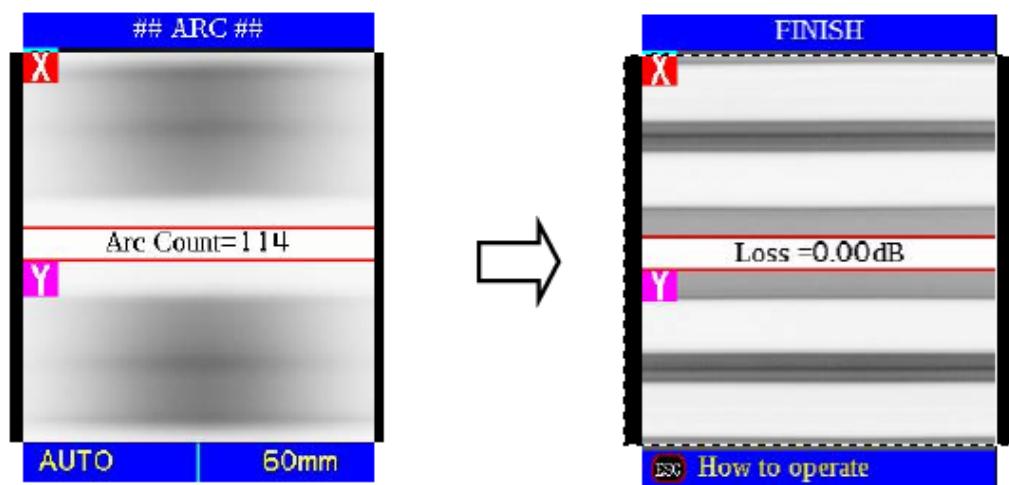


11. Setelah itu lakukan penyambungan splice dengan menekan tombol SET

Pada display akan nampak proses pengaturan atau alignment, yang akan memberikan informasi bahwa kesiapan penyambungan fiber, dengan menunjukkan kebersihan fiber dan sudut potong.

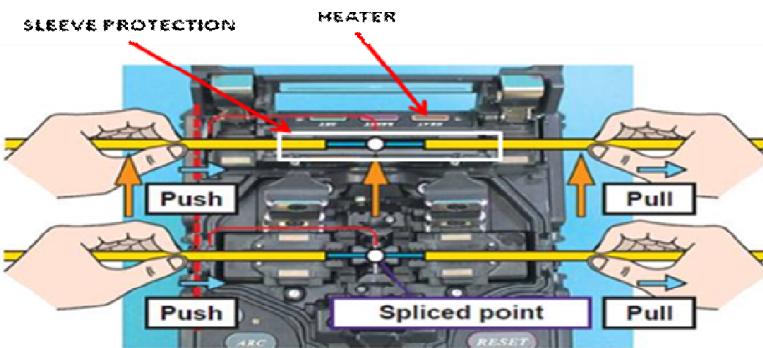


12. Jika proses alignment sudah siap maka beberapa detik kemudian akan dilakukan proses fusion atau penembakan sinar LASER dari electrode yang hasil splice akan diinformasikan Lossnya . Loss yang diijinkan sesuai standard ITU-T adalah tidak boleh melebihi 0,2 d B

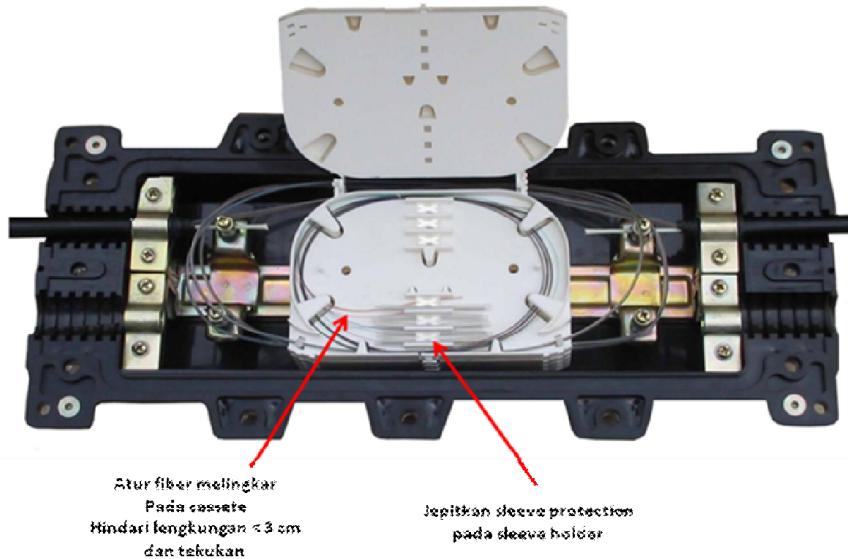


13. Tekan tombol Reset agar posisi Fiber Holder kembali normal, dan untuk Tension test pada penyambungan fiber.

1Angkat fiber yang stersambung secara hati hati dan tutup dengan sleeve protection pada posisi ditengah. Setelah itu tempatkan pada Heater pada posisi saat penyambungan. Tekan tombol HEAT sampai lampu menyala dan tunggu hingga lampu HEAT padam.



14. Angkat dan jepitkan sleeve protection pada sleeve holder yang ada di Cassette, dan atur fiber secara melingkar pada sisi luar.



15. Tutup cover Joint Closure, pastikan seal samping sudah melekat agar air tidak masuk kedalam.

BAB VI

PENERAPAN desibel DAN PERHITUNGAN

LINK BUDGET PADA JARINGAN KOMUNIKASI SERAT OPTIK

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa memahami penerapan rumus desibel dan penggunaan untuk pengukuran.
2. Siswa memahami sistem konversi desibel dan penggunaannya.
3. Siswa mampu melakukan perhitungan Link Budget pada Jaringan Serat Optik.

B.1. Rumus desibel (dB)

desibel adalah unit yang menghitung perbandingan logaritma berbasis sepuluh antara daya Keluar (output) dengan daya masuk (input) yang dikalikan dengan 10. Rumus umum adalah ;

$$\text{GAIN / LOSS} = 10 \times \log_{10} (\text{P output} / \text{P input}). \text{ desibel. (1)}$$

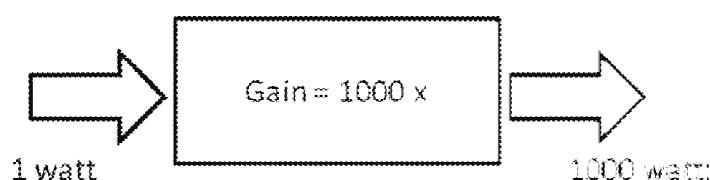
Pada teknik telekomunikasi aplikasi unit desibel digunakan untuk perhitungan ;

1. Penguatan daya (Gain).
2. Redaman daya (Loss)
3. Daya (Power).

Alasan penggunaan unit desibel pada perhitungan teknik telekomunikasi karena sangat sederhana sehingga mudah menggunakannya, karena hanya dikenal dua operasi hitungan yaitu tambah (+) dan kurang (-).

1. Penguatan daya (GAIN).

Penguatan daya merupakan salah satu hasil dari operasi amplifier, dalam istilah telekomunikasi dikenal dengan istilah GAIN. Misal input dari amplifier adalah 1 watt, setelah diproses oleh amplifier outputnya menjadi 1 Kwatt, maka Gain dari amplifier adalah 1.000 x.



Bila dinyatakan dalam desibel adalah sebagai berikut ;

$$\text{GAIN / LOSS} = 10 \times \log_{(10)} (P_{\text{output}} / P_{\text{input}}) \text{ desibel} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Gain} = 10 \times \log_{(10)} (1.000 \text{ watt} / 1 \text{ watt}) \text{ dB}$$

$$\text{Gain} = 10 \times \log 1.000 \text{ dB}$$

$$\text{Gain} = 10 \times 3 \text{ dB}$$

$$\text{Gain} = 30 \text{ dB}$$

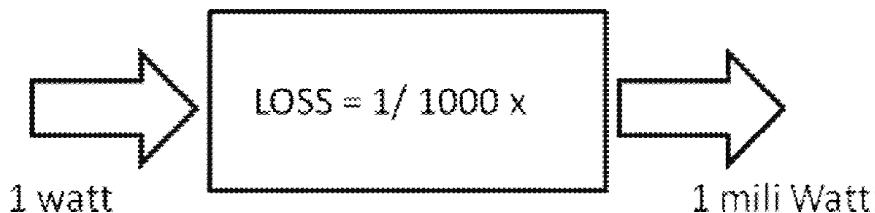
Gain atau penguatan dalam satuan desibel mempunyai nilai bilangan positif yang merupakan ekivalen dengan perkalian bilangan bulat.

Perhatikan Gain 1000x ekivalen dengan 30 dB artinya penulisannya lebih sederhana.

2. Redaman / Rugi rugi atau Loss.

Hilangnya daya atau rugi rugi yang dalam istilah telekomunikasi disebut dengan LOSS adalah merupakan hasil dari suatu hambatan daya yang diakibatkan oleh media transmisi (Attenuation Distortion) atau hasil dari operasi Attenuator.

Misal suatu sinyal informasi ditransmisikan dengan daya kirim sebesar 1 watt, pada penerima daya tersebut diukur menjadi sebesar 1 milliwatt. Berarti telah terjadi kehilangan daya sebesar $1/1000 \times$ dari daya input



Bila dinyatakan dengan desibel adalah sebagai berikut ;

$$\text{GAIN / LOSS} = 10 \times \log_{(10)} (P_{\text{output}} / P_{\text{input}}) \text{ desibel} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{LOSS} = 10 \times \log (0,001 \text{ Watt} / 1 \text{ Watt}) \text{ dB}$$

$$\text{LOSS} = 10 \times \log 10^{-3} \text{ dB}$$

$$\text{LOSS} = 10 \times (-3) \text{ dB}$$

$$\text{LOSS} = -30 \text{ dB}$$

Loss atau redaman dalam satuan desibel mempunyai nilai bilangan negatif yang merupakan ekivalen dengan pembagian atau perbandingan dengan pembagi yang lebih besar nilainya.

3. *Daya atau Power.*

Bila nilai suatu daya listrik yang mempunyai satuan unit watt dikonversi ke satuan desibel watt (dBW), maka dgunakan referensi daya input = 1, dan daya output = 1 watt.

Misal berapa dBw bila suatu daya 1 watt dilakukan konversi .

$$1 \text{ Watt} = 10 \log (1 \text{ Watt} / 1) \text{ dB}$$

$$1 \text{ Watt} = 10 \log (1/1) \text{ dBW}$$

$$1 \text{ Watt} = 10 \log 1 \text{ dBW}$$

$$1 \text{ Watt} = 10 \times 0 \text{ dBW}$$

$$1 \text{ Watt} = 0 \text{ dBW}.$$

Contoh ke 2 Misal berapa dBm bila suatu daya 1 milliwatt dilakukan konversi .

$$1 \text{ milliWatt} = 10 \log (1 \text{ milliWatt} / 1) \text{ dB}$$

$$1 \text{ milliwatt} = 10 \log (1/1) \text{ dBm}$$

$$1 \text{ milliWatt} = 10 \log 1 \text{ dBm}$$

$$1 \text{ milliWatt} = 10 \times 0 \text{ dBm}$$

$$1 \text{ milliWatt} = 0 \text{ dBm}.$$

Operasi hitungan desibel adalah sebagai berikut ;

$$dB + dB = dB$$

$$dB - dB = dB$$

$$dBW(m) + dB = dBW(m)$$

$$dBW(m) - dB = dBW(m)$$

$$dBW(m) +/- dBW(m) = dB$$

Contoh soal ; bila suatu Optical Line Terminal Equipment memancarkan daya sinar laser sebesar 1 mW. Gain pada pre-Optical Amplifier adalah 20 dB. Berapa miliwatt daya sinar laser yang diteruskan pada kabel Fiber Optik.

Jawaban ;

Step-1

Konversi power output ke dBm

$$\begin{aligned} 1 \text{ mW} &= 10 \log (1 \text{ mw} / 1) \text{ dBm} \\ &= 0 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Step-2

Power yang masuk ke kabel fiber optik

$$\begin{aligned}
 &= \text{Power OLTE (dBm)} + \text{Gain Pre OP-AMP (dB)} \\
 &= 0 \text{ dBm} + 20 \text{ dB} \\
 &= 20 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Step-3

Konversi power yang masuk ke kabel fiber optik dengan satuan milliwatt

$$30 \text{ dBm} = 10 \log (\text{Power mW}/1)$$

Power output Pre OP-AMP yang masuk ke Kabel Fiber Optik

$$\begin{aligned}
 &= \text{antilog } 2 \text{ mW} \\
 &= 100 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

B.2 Konversi desibell secara prakti tanpa daftar Logaritma dan Kalkulator

Di lapangan pekerjaan, teknisi tidak mungkin selalu membawa kalkulator untuk menghitung desibel khususnya konversi. Maka ada cara konversi yang cepat dan mudah walau nilainya tidak tepat sekali namun sebagai pendekatan untuk perhitungan teknis masih dibenarkan.

Ada sesuatu nilai yang istimewa dalam perhitungan desibel yaitu ;

1 x maka adalah 0 dB
2 x maka adalah 3 dB
4 x maka adalah 6 dB
8 x maka adalah 9 dB
16 x maka adalah 12 dB
32 x maka adalah 15 dB

Maka dapat disimpulkan setiap dilakukan kelipatan 2 x, maka akan menambah 3 dB

Bila $10 \times$ maka adalah 10 dB

$100 \times$ maka adalah 20 dB

$1.000 \times$ maka adalah 30 dB

$10.000 \times$ maka adalah 40 dB,

dst

Maka dapat disimpulkan setiap kelipatan 10 pangkat n, maka adalah $n \times 10$ dB

Bila $\frac{1}{2} \times$ maka adalah -3 dB

$\frac{1}{4} \times$ maka adalah -6 dB

$\frac{1}{8} \times$ maka adalah -9 dB

dst

Maka dapat disimpulkan setiap kelipatan $\frac{1}{2}$ x maka akan mengurangi (-)3dB

Dari kesimpulan diatas maka secara mudah dapat dibuat tabel sebagai berikut ;

Tabel tersebut juga berlaku untuk mempermudah konversi dari dBW(m) menjadi Watt atau milli watt

dBm	mWatt	dBm	mWatt
0	1	0	1
3	2	-3	$\frac{1}{2}$
6	4	-6	$\frac{1}{4}$
9	8	-9	$\frac{1}{8}$
12	16	-12	$\frac{1}{16}$
15	32	-15	$\frac{1}{32}$
10	10	-10	$\frac{1}{10}$
20	100	-20	$\frac{1}{100}$
30	1000	-30	$\frac{1}{1000}$

Contoh soal :

- a. Berapa kali power input penguatan amplifier bila diketahui Gain 13 dB ?

Jawab 13 dB adalah 10 dB + 3dB maka

$10 \text{ dB} = 10 \times$ dan $3 \text{ dB} = 2 \times$ sehingga Gain 13 dB = $10 \times 2 = 20 \times$ power input.

- b. Berapa kali power input penguatan suatu amplifier bila diketahui Gain = 7 dB

$7 \text{ dB} = 10 \text{ dB} - 3 \text{ dB}$,

Maka ; $10 \text{ dB} = 10x$ dan $-3\text{dB} = 0,5$ sehingga Gain 7 dB adalah = $10 \times 0,5 = 5x$

- c. Berapa milliwatt bila suatu daya mempunyai nilai 12 dBm,

maka pada tabel adalah 16 milliwat

- d. Berapa milliwatt bila suatu daya mempunyai nilai 27 dBm,

Jawab ; $27 \text{ dBm} = 30 \text{ dBm} - 3 \text{ dB}$. Atau $1.000 \text{ mwatt} \times \frac{1}{2} = 500 \text{ mwatt}$.

- e. Hitunglah output berapa dBm



Jawab :

- Output = $8 \text{ dB} - 17 \text{ dB} = -9 \text{ dB}$ (dalam tabel = 1/8)
- Maka output daya adalah = $8 \text{ watt} \times 1/8 = 1 \text{ watt}$
- $1 \text{ watt} = 1000 \text{ mWatt} = 1 \text{ mW} \times 1000 = 30 \text{ dBm}$

Maka output akhir adalah 30 dBm

B.3 Link Budget Jaringan Serat Optik.

Link Budget pada jaringan Serat optik adalah perhitungan loss/ hilangnya daya dan gain /penguatan daya yang terjadi di sepanjang link/ jalur serat optik. Perhitungan Link Budget ini berguna untuk,

- Perencanaan Jaringan Sistem Jaringan Serat Optik, apakah layak secara teknis.
- Melakukan analisa untuk peningkatan performansi/ kualitas jaringan serat optik

Beberapa istilah yang digunakan dalam perhitungan Link Budget, yaitu

Link Budget = Selisih antara Daya Pancar PTx dengan daya minimum yang harus diterima oleh Penerima (RSL)

PTx = Daya Pancar Transmitter Tx dalam satuan mW atau dBm

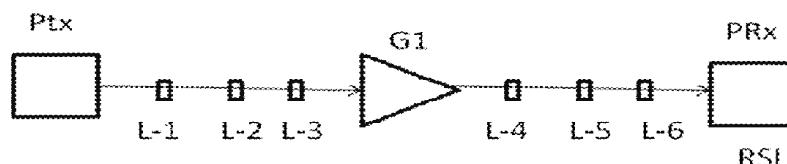
PRx = Daya yang diterima oleh penerima/ Receiver satuan mW atau dB

L_x = Loss hilang daya karena hambatan suatu komponen link satuan dB.

Gx = Gain atau penguatan daya oleh Optical Amplifier satuan dB

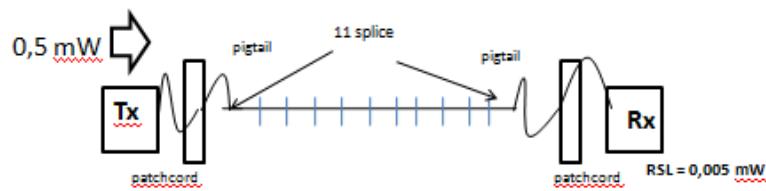
RSL = Receive Sensitive Level, yaitu kemampuan minimum suatu penerima menerima daya Terima, satuan mW atau dBm

M = Link Margin , yaitu selisih Daya yang diterima (PRx) dengan daya minimum yang harus diterima Penerima (RSL)



Rumus Umum :

Jawaban :



a. Menghitung Loss Total

- | | | |
|--|-------|----|
| 1. Loss Kabel = $10 \text{ km} \times 1 \text{ dB/km}$ | = 10 | dB |
| 2. Loss sambungan = $11 \times 0,2 \text{ dB}$ | = 2,2 | dB |
| 3. Loss pigtail = $2 \times 0,5 \text{ dB}$ | = 1 | dB |
| 4. Loss Patchcord = $2 \times 1 \text{ dB}$ | = 2 | dB |
-

$$\text{Jumlah Loss Total} = 15,2 \text{ dB}$$

$$b. PTx \text{ daya pancar} = 0,5 \text{ milliWatt} = 1/2 \text{ mW} = -3 \text{ dBm}$$

$$\text{RSL} = 0,005 \text{ mW} = 1/2 \text{ mW} \times 1/1000 = -3 \text{ dBm} - 30 \text{ dB} = -33 \text{ dBm}$$

$$\text{Link Budget} = \text{PTx} - \text{RSL} = -3 \text{ dBm} - (-33 \text{ dBm}) = 30 \text{ dBm}$$

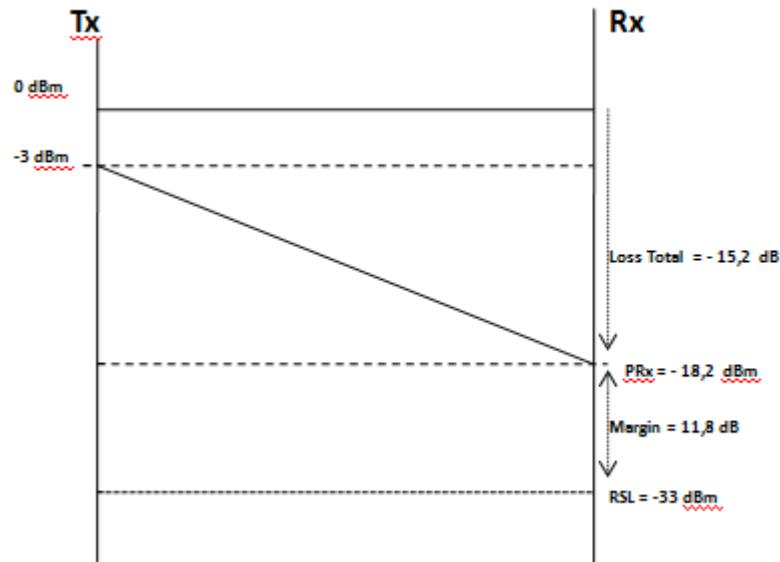
$$1. PRx \text{ atau daya yang di terima} = \text{PTx} - \text{Loss Total} + \text{Gain}$$

$$= -3 \text{ dBm} - 15,2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = -18,2 \text{ dB}$$

$$2. \text{Link Margin (M)} = \text{Link Budget} - PRx$$

$$= 30 \text{ dBm} - 18,2 \text{ dBm} = 11,8 \text{ dB}$$

$$3. \text{Jaringan Layak karena nilai Link Margin } 11,8 \text{ dB} > + 3 \text{ dB}$$



C. Soal Soal

1. Jelaskan alasan menggunakan satuan desibel pada sistem Telekomunikasi.
2. Tuliskan rumus desibel
3. Sebutkan 3 perhitungan dasar yang menggunakan desibel pada sistem jaringan komunikasi serat optik.
4. Hitung berapa dB jika suatu daya yang hilang separuh dari daya semula.
5. Hitung berapa dB jika suatu daya menjadi sepuluh kali lipat dari daya semula.
6. Hitung berapa dB, jika suatu daya menjadi satu per sepuluh ribu dari daya semula.
7. Apa yang dimaksud dengan Link Budget, dan apa kegunaannya, jelaskan
8. Apa yang dimaksud dengan RSL
9. Apa yang dimaksud dengan Link Margin
10. Berapa Margin minimal suatu jaringan serat optik dikatakan layak teknis.

D. Tugas :

1. Anda ditugaskan membuat rencana jaringan serat opik Backbone Jakarta - Bandung dengan jarak 180 km. Kabel setiap 5 km disambung dengan splicer,

dengan estimasi loss= 0,2 dB/ splice Redaman kabel adalah 0,6 dB/km.

Kabel dipasang pigtail dikedua ujung kabel dengan Loss= 0,5 dB/ utas.

Sedangkan patchcord penghubung OLT adalah 1 dB/utas. Jika daya pancar OLT adalah = 0,5 watt sedangkan RSL OLT penerima = 0,001 mWatt.

Hitung :

- a. PRx daya terima OLT
- b. Link Margin
- c. Kelayakan teknis jaringan
- d. Jika tidak layak teknis apakah yang harus dilakukan

BAB VII

GANGGUAN CACAT SINYAL OPTIK

PADA SERAT OPTIK

A. Tujuan Pembelajaran.

4. Siswa memahami jenis jenis gangguan yang menimbulkan cacat sinyal optik
5. Siswa memahami terjadinya loss atau hilang daya pada serat optik
6. Siswa memahami terjadi dispersi sinyal optik pada serat optik

B.1. Jenis gangguan yang menimbulkan cacat sinyal optik.

Idealnya suatu sinyal yang dikirim pada saat diterima harus sama karakteristiknya dengan sinyal yang dikirim. Namun pada kenyataannya hal tersebut tidak dapat dihindari, karena kualitas bahan media dan pengaruh dari lingkungan luar (temperatur, instalasi) sangat berpengaruh pada rambatan sinyal optik.

Secara umum ada dua jenis gangguan yang menyebabkan sinyal optik menjadi cacat, yaitu ;

1. Loss atau hilangnya daya sinyal optik.
2. Dispersion atau perubahan bentuk sinyal optik.

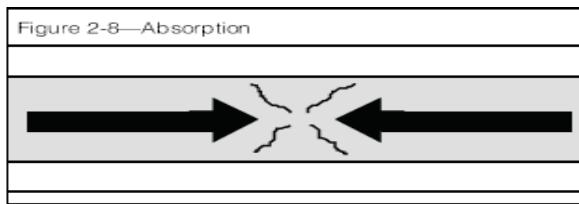
Akibat dari cacat sinyal tersebut akan mengakibatkan,

1. Penerima tidak dapat mendeteksi sinyal yang diterima karena terlalu rendah. (LOS = Loss of Signal)
2. Penerima tidak dapat mengenal sinyal informasi karena banyak terjadi cacat atau error bit, atau yang disebut dengan BER (Bit Error Rate) yang terlalu tinggi. Untuk sistem jaringan serat optik disyaratkan $BER < 1 \times 10^{-9}$ / jam atau dari 1.000.000 bit yang dikirim dalam 1 jam minimal terjadi 1 bit yang cacat.

B.2 Loss dan Penyebabnya

Berkas sinar yang merambat pada serat optik, akan terjadi hambatan, hambatan ini disebut redaman yang menyebabkan hilangnya intensitas cahaya atau ekivalen dengan hilangnya daya informasi yang disebut Loss. Hambatan ini disebabkan oleh dua faktor yaitu; *Absorption* yaitu adanya penyerapan cahaya oleh zat medium inti gelas yang

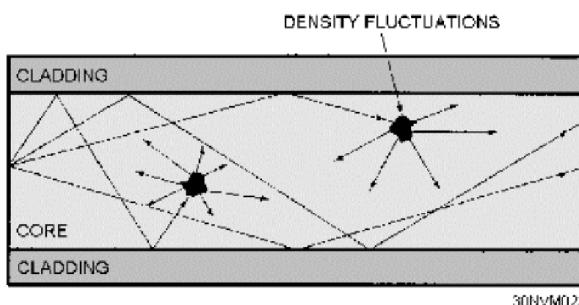
mengandung molekul OH⁺, molekul ini sifatnya adalah menyerap cahaya. Namun dengan teknologi pembuatan optik saat ini molekul OH⁺ sudah dapat diminimalisasi sehingga pengaruh absorption ini sangat kecil sekali pada produksi kabel optik saat ini.



Gambar 2.7 Absorption pada Fiber Optik

Scattering yaitu penyebaran cahaya yang tidak beraturan pada core, sehingga berkas cahaya yang diterima tidak sempurna. Scattering ini penyebabnya adanya :

1.1 Benturan sinar dengan molekul gelas yang ada di core atau Rayleigh scattering,

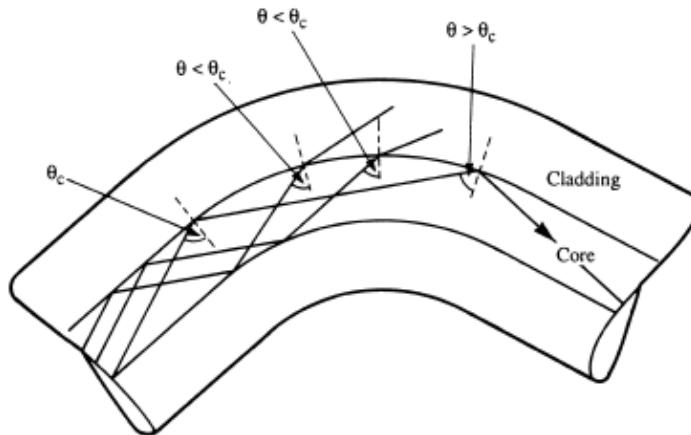


Gambar 2.8 Cahaya terhambat akibat benturan dengan molekul gelas

2. Indeks bias yang tidak homogen, sehingga sinar mengalami refraksi.
3. Lengkungan dengan diameter yang kecil (makro bending).

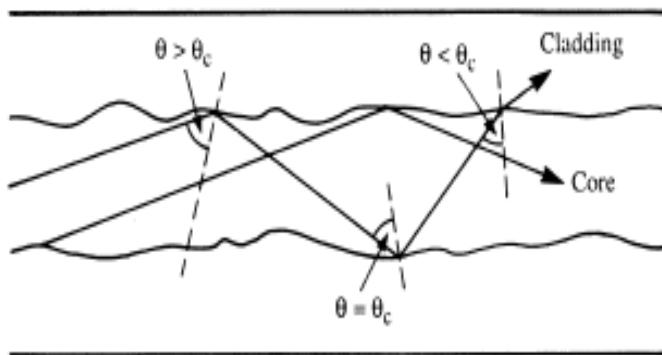
Dalam instalasi serat optik perlu diperhatikan agar tidak terjadi loss atau redaman yang besar, yaitu;

1. Sambungan permanen serat optik maksimal adalah 0,2 dB
2. Dihindari lengkungan dengan lingkaran yang sangat kecil, untuk mencegah makrobending.
3. Dihindari serat optik pada posisi melintir (twisted) agar tidak terjadi makrobending.
4. Dihindari teukan dan tekanan yang berlebihan pada serat optik agar tidak terjadi mikrobending.
5. Dihindari temperatur yang panas agar tidak merubah struktur zat serat optik.
6. Pemasangan konektor harus bersih dari debu atau partikel.
7. Pemasangan konektor harus tepat dan kuat pada pasangannya (adapter).



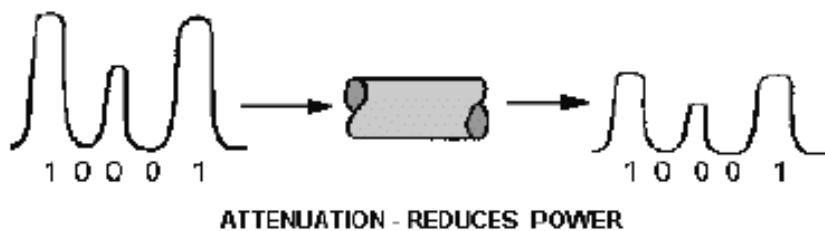
Gambar 2.9 Cahaya terhambat akibat terjadinya macrobending.

Keretakan pada core inti atau teukan tajam, sehingga garis sumbu core tidak segaris, disebut mikrobending.



Gambar 2.10. Cahaya terhambat akibat Microbending.

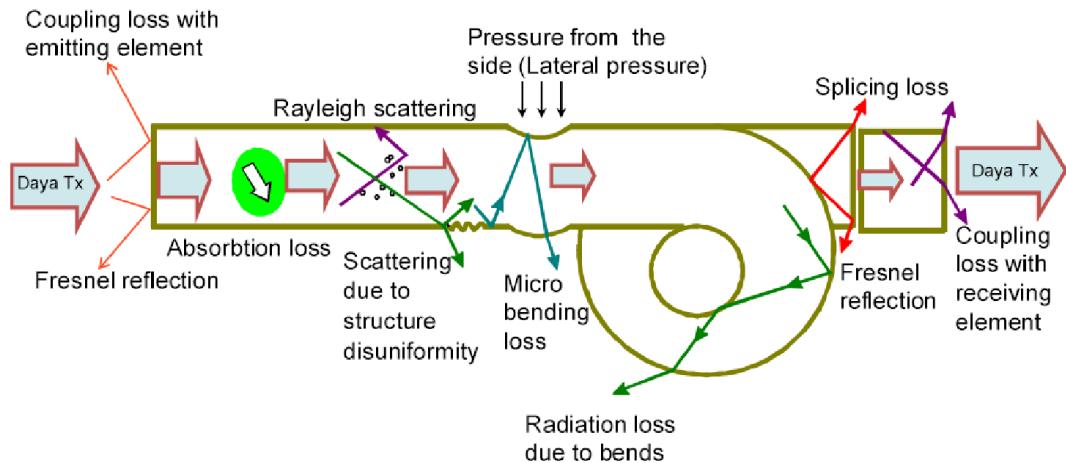
Kehilangan daya akibat adanya hambatan atau attenuation (redaman) pada kabel akan menyebabkan terjadinya cacat atau error sinyal yang diterima.



Kehilangan daya sinyal cahaya pada serat optik dinyatakan dalam satuan desibel (dB).

Sedangkan daya sinyal cahaya pada sistem kabel serat optik telekounikasi dinyatakan dalam desibel miliwatt (dBm) atau miliwatt

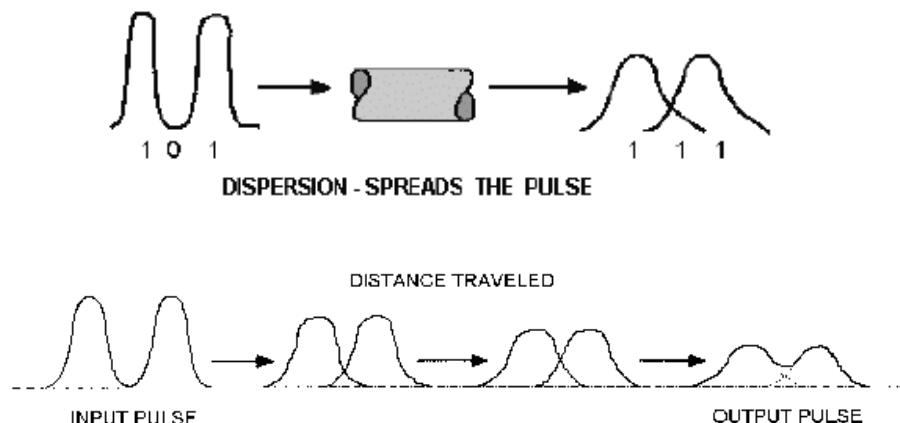
Distribusi loss atau hilangnya daya sinyal cahaya seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.11 : Terjadinya Loss pada serat Optik.

B.3 Terjadinya Dispersi Sinyal Optik

Dispersi cahaya atau perubahan bentuk cahaya akibat penyebaran berkas cahaya didalam core fiber, menyebabkan cacat penerimaan karena juga terjadi penyebaran bentuk pulsa cahaya.

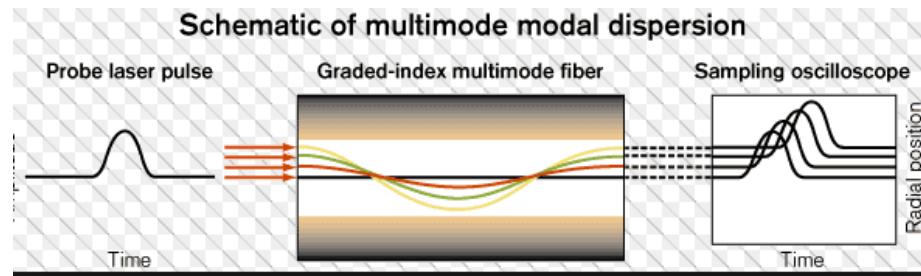


Gambar 3.11 Dispersi yang berakibat error bit.

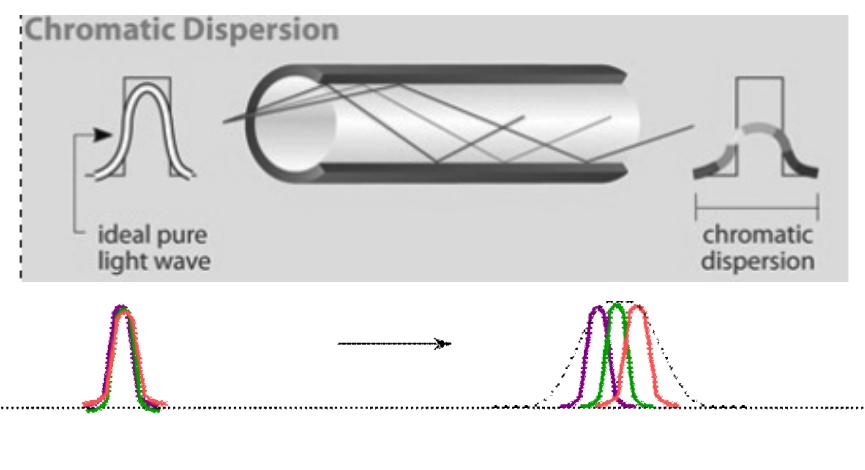
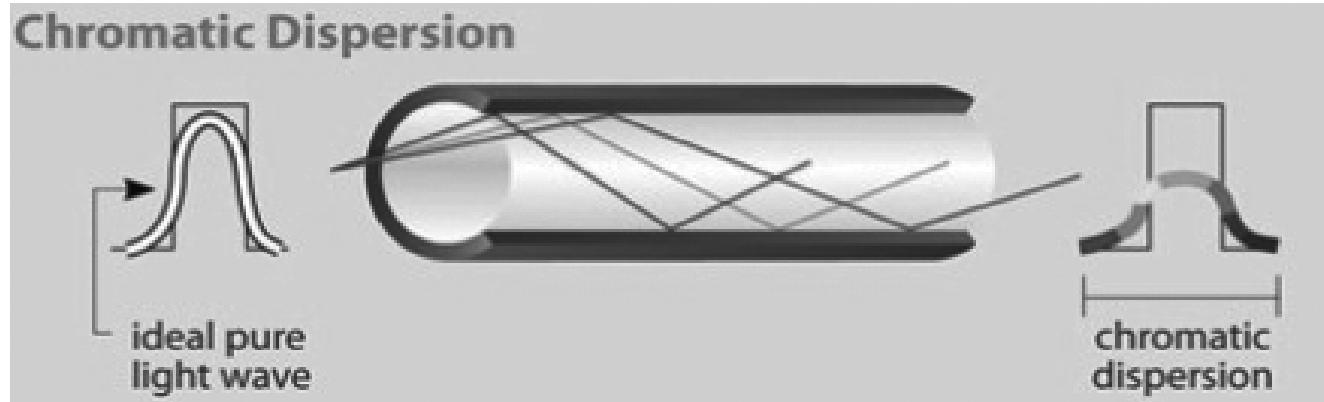
Dispersi merupakan sifat asli (nature) dari cahaya yang merambat pada media optik, semakin panjang media optik maka akan semakin besar terjadi dispersi.

Ada tiga jenis dispersi dalam sistem kabel Fiber Optik, yaitu ;

1. Modal Dispersion (MD), dispersi ini terjadi pada fiber optik jenis Multimode baik yang step indeks maupun graded indeks. Penyebabnya berkas cahaya yang merambat adalah dengan pantulan, sehingga adanya berkas cahaya yang sudut pantulnya berbeda menyebabkan perbedaan waktu datangnya cahaya, dan menyebabkan saling melemahkan intensitas cahaya.



2. Chromatic Dispersion, yaitu dispersi yang terjadi pada fiber optik jenis Multimode dan Single Mode karena pengaruh dari bahan gelas silika media optik. Chromatic dispersion ini akan sangat berpengaruh pada penggunaan teknologi WDM (Wavelength Division Multiplexer). Karena setiap berkas cahaya mempunyai panjang gelombang yang berbeda, sehingga waktu perambatan juga berbeda



Gambar 3.12 Chromatic Dispersion pada WDM.

Chromatic Dispersion (CD) mempunyai ukuran yaitu penambahan waktu (dalam piko second) setiap lebar pulsa cahaya yang dikirim atau disebut

width spectral emmision width (dalam nm) sepanjang 1 kilometer.

Satuannya adalah ps/nm.km

Contoh ; suatu kabel Fiber Optik Singlemode kabel laut dengan panjang 500 kilometer tanpa Line Repeater, mempunyai spesifikasi Chromatik Dispertion = 2 ps/nm.km Transmiter yang digunakan adalah Laser dengan width spectral emmision = 0,01 nm. Jika disyaratkan penambahan waktu pulsa yang diterima maksimal 10%. Berapa bitrate atau kecepatan transmisi maksimum pada kabel fiber optik tersebut.

Jawab ;

Waktu dispersion adalah (t_{CD}) = $2 \text{ ps/nm.km} \times 0,01 \text{ nm} \times 500 \text{ km} = 10 \text{ ps}$

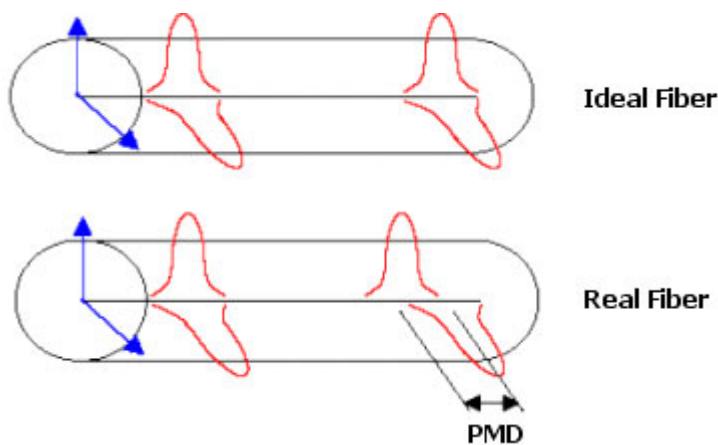
Kecepatan transmisi atau Bitrate maksimum = $10\% \times 1 / (t_{CD})$

$$= 0,1 \times 1/10 \text{ ps}$$

$$= 0,1 \times 1 \times 10^{11}.$$

$$= 10 \text{ Gbps}$$

3. Polarization Mode Dispersion (PMD), yaitu dispersi karena adanya perubahan bentuk polarisasi orthogonal cahaya yang diakibatkan oleh bahan pada gelas silika yang indeks biasnya tidak sempurna didalam core fibre optik, satunya adalah $\text{ps}/\sqrt{\text{km}}$. Polarisasi dispersi ini juga terjadi pada kabel fiber optik jenis multimode dan singlemode. Contoh, berapa time dispersi pada kabel fiber optik sepanjang 100 km, bila diketahui PMD = $0,2 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$. Jawab ; $0,2 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}} \times \sqrt{100 \text{ km}} = 2 \text{ ps}$.



Untuk perhitungan waktu dispersi pada kabel fiber optik pada jenis singlemode adalah =

Waktu dispersi chromatic + Waktu Dispersi Polarisasi

$$t_D = (t_{CD}^2 + t_{PMD}^2)^{1/2}$$

Sedangkan untuk fiber optik jenis multimode waktu dispersi adalah =
 Waktu dispersi modal + Waktu dispersi chromatic + Waktu Dispersi Polarisasi
 $t_D = (\tau_m^2 + \tau_{CD}^2 + \tau_{PMD}^2)^{1/2}$
 Untuk menghitung bitrate atau kecepatan transmisi maksimum adalah =
 $R = \text{Toleransi waktu dispersi maksimal (\%)} \times 1/t_D$

C. Soal Soal

1. Sebutkan dua jenis gangguan sinyal optik pada media serat optik
2. Sebutkan dua akibat yang diakibatkan oleh gangguan tersebut.
3. Apa yang dimaksud dengan absorption, jelaskan
4. Apa yang dimaksud dengan scattering, jelaskan
5. Apa yang dimaksud dengan macro bending
6. Apa yang dimaksud dengan micro bending
7. Apa yang dimaksud dengan modal dispersion
8. Apa yang dimaksud dengan chromatic dispersion
9. Apa yang dimaksud dengan polarization dispersion
10. Bagaimana caranya untuk mencegah terjadinya loss yang besar pada saat instalasi.

D. Tugas :

Lakukan pencarian informasi, kabel serat optik yang dapat meminimalisasi dispersion. Jelaskan secara singkat.

D. Praktek :

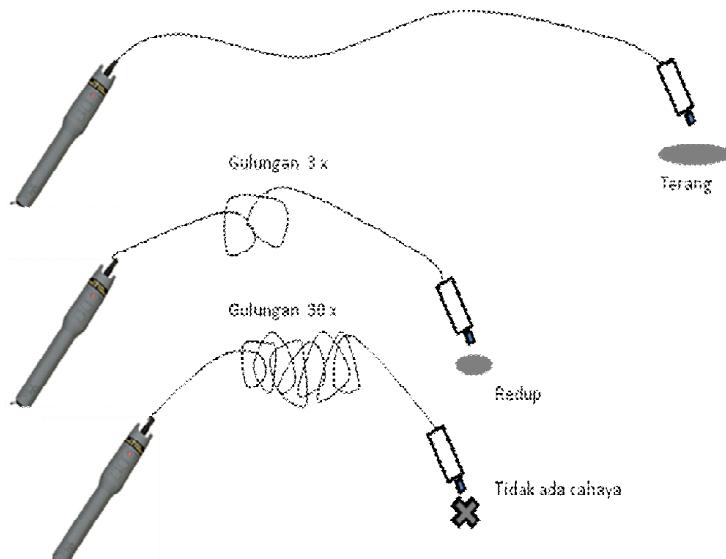
Membuktikan terjadinya Macrobending pada serat optik

Alat :

1. Patchcord
2. VLS, sumber cahaya untuk serat optik

Pelaksanaan :

Lakukan seperti pada gambar di bawah ini



Buat rangkuman kesimpulan dari gambar tersebut diatas.

BAB VIII

PENGUKURAN DAYA/ LEVEL DAN LOSS PADA SERAT OPTIK

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu mengidentifikasi alat ukur yang digunakan untuk pengukuran daya dan loss pada sinyal optik
2. Siswa mampu melakukan menggunakan alat ukur OPM dan OLS
3. Siswa mampu menganalisis hasil ukur untuk pemeliharaan dan trouble shooting.

B.1. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur daya/level dan Loss

Kegiatan pengukuran dilaksanakan untuk proses;

1. Instalasi atau pembangunan baru jaringan serat optik.
2. Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Serat Optik
3. Pencarian dan Perbaikan gangguan

Tujuan pengukuran daya/level adalah untuk ;

1. Mengetahui apakah serat optik dilalui sinyal optik.
2. Mengetahui nilai daya yang melewati serat optik dalam satuan dBm

Tujuan pengukuran loss serat optik untuk,

1. Mengetahui Nilai loss atau hilangnya daya dari serat optik, atau peralatan pasif optik
2. Mengetahui Nilai attenuation atau redaman suatu kabel dB/km

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur Daya atau level sinyal optik adalah OPTICAL POWER METER, seperti gambar dibawah ini.



Gambar VIII.1 Optical Power Meter

Optical Power Meter biasanya disebut dengan OPM, satuan daya yang diukur biasanya dalam dBm , namun beberapa merk OPM juga dapat melakukan konversi ke dalam satuan milliWatt

Alat ukur yangdigunakan untuk megukur Loss adalah OPM seperti diatas dan OPTICAL LIGHT SOURCE atau juag disebut dengan OLS, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar VIII.2 Optical Light Source

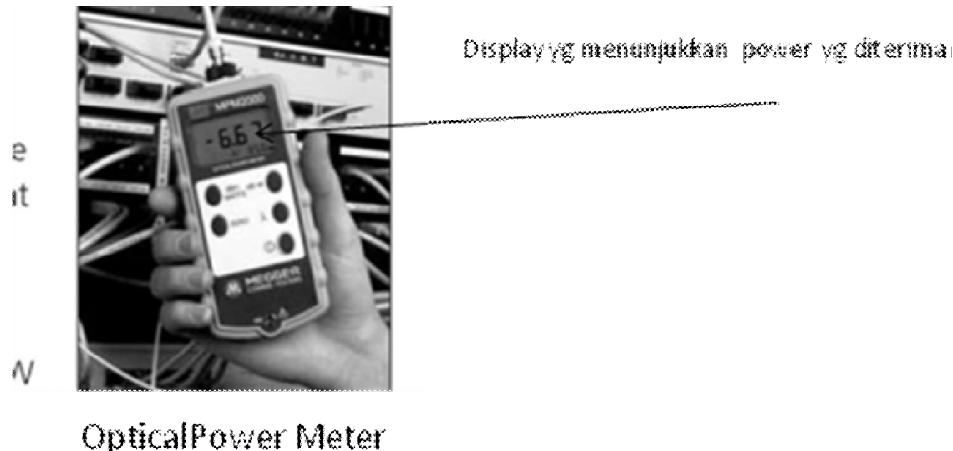
Fungsi dari OLS adalah untuk mengirim sinyal optik agar dapat diterima oleh OPM.

Beberapa alat ukur OLS menggunakan transmitter jenis LASER, sehingga agar hati hati dicegah agar tidak menatap langsung pada sumber sinyal optik.

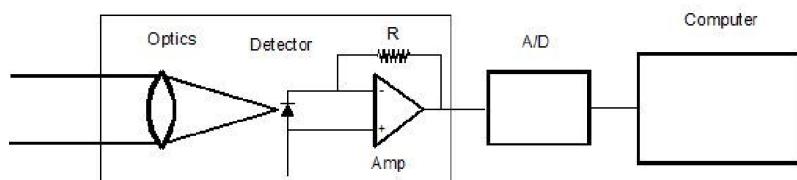
B.2 Menggunakan OPM dan OLS untuk Pengukuran

a. Penggunaan OPM

OPM adalah peralatan yang fungsinya sebagai Penerima atau Receiver sinyal Cahaya, selanjutnya cahaya akan dirubah oleh Photo Detector, dan dikonversi menjadi sinyal elektrik. Sinyal Elektrik selanjutnya akan diukur berapa miliWatt dan ditampilkan ke display monitor.

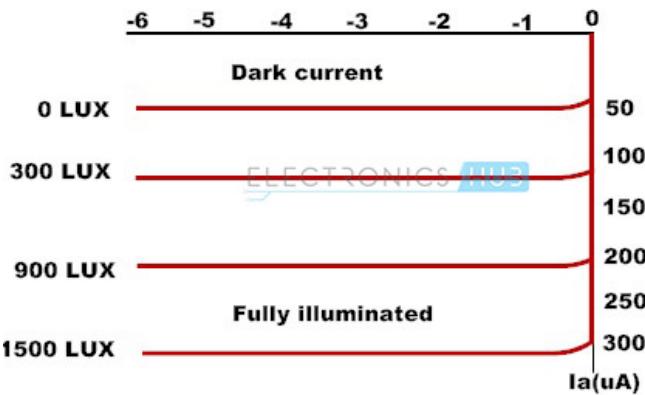


Gambar VIII.3 Pengukuran dengan OPM



Gambar VIII.4 Cara kerja OPM

Gambar diatas adalah cara kerja OMP, Photo Diode akan melewatkkan I_D , jika mendapat cahaya semakin intesitasnya tinggi maka I_D akan semakin besar. dan daya juga akan semakin besar.



Gambar VIII.5 Karakteristik Photo Diode pada Optical Power Meter

Contoh :

Jika suatu OPM dengan menggunakan photo diode dengan karakteristik seperti diatas Menerima sinyal optik dengan intensitas 900 lux (lux) Tegangan bias yang digunakan 5 Volt dan Tahanan output yang digunakan adalah 2 Kilo ohm. Berapa dBm display OPM akan menampilkan angka

Jawab :

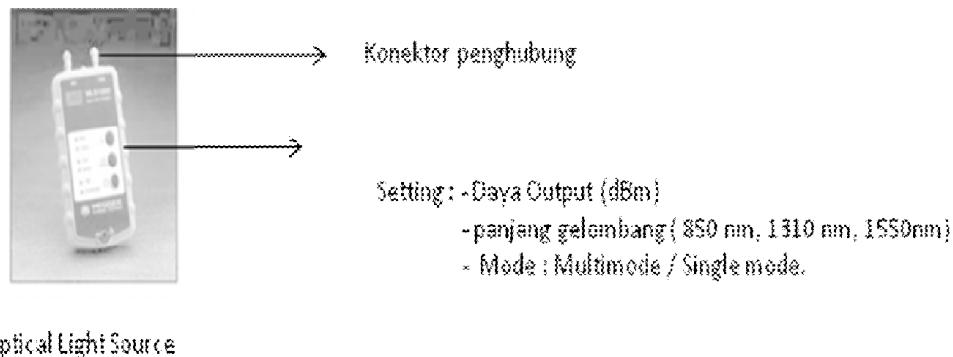
- Grafik karakter 900 lux Photo Diode akan mengeluarkan Arus bias = 200 μ A
- Daya yang dihasilkan $I^2 \times R = (200 \times 10^{-6})^2 \times 2.000 = 400 \times 10^{-12} \times 2.000$ Watt
 $= 800.000 \times 10^{-12}$ watt $= 8 \times 10^{-7}$ watt $= 8 \times 10^{-4}$ milliwatt $= 9$ dBm $+ (-40$ dB)
 $= - 31$ dBm.

Prosedure pengukuran daya dengan menggunakan OPM ;

- Bersihkan ferule connector patchcord dengan connector cleaner
- Bersihkan adapter pada OPM dan adapter perangkat yang akan diukur.
- Periksa panjang gelombang yang akan di ukur pada perangkat pemancar dan sett pada OPM.
- Hidupkan power ON OPM, amati display.

b. Penggunaan OLS

OLS adalah sifatnya sebagai pemancar sinyal optik dengan daya yang sudah diketahui, dan sebagai pasangan dari OPM (penerima), untuk menghitung hilangnya daya atau Loss.



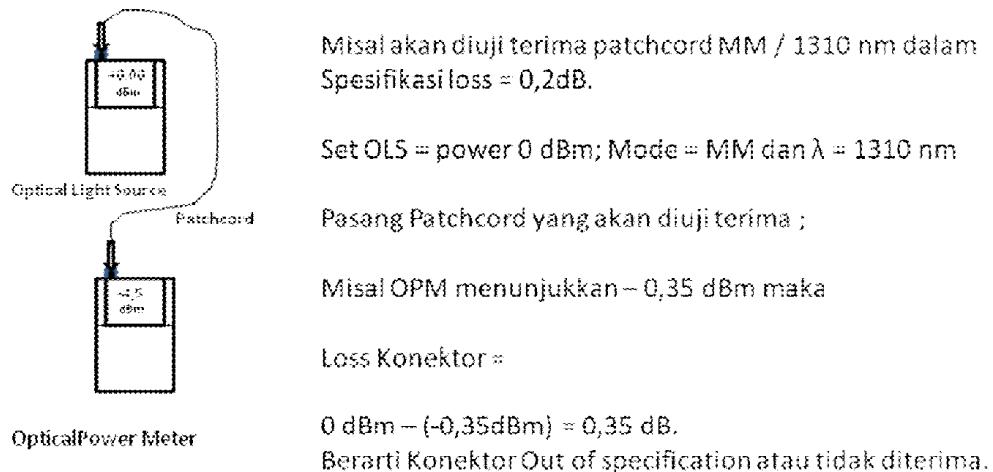
Gambar VIII.6 Setting penggunaan OLS

Output sinyal optik dari OLS = 0 dBm atau 1 milliWatt dan -7 dBm = 1/2 milliWatt
Hendaknya dilakukan kalibrasi terlebih dahulu sebelum melakukan pengukuran.

Prosedure yang perlu diperbaiki

1. Pembersihan ferule connector dan adapter
2. Pasang Patchcord
3. Setting panjang gelombang yang dikehendaki.
4. Setting CW (continuous wave)
5. Pastikan OPM sudah tersambung
6. Kirim sinar LASER dengan Light ON.

Cara melakukan pengukuran Loss suatu patchcord



$$\text{Meter OLS (dBm)} = \text{Loss komponen yg diukur (dB)} + \text{Meter OPM (dBm)}$$

$$\text{LOSS (dB)} = \text{Meter OLS} - \text{Meter OPM}$$

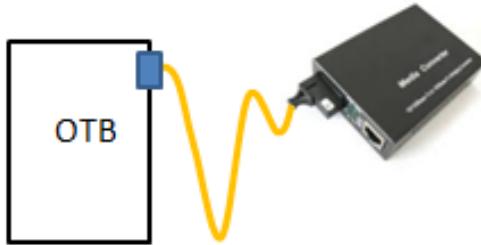
Gambar VIII.6 Contoh pengukuran Loss dengan menggunakan OLS dan OPM

B.3 Trouble Shooting dengan menggunakan OPM dan OLS.

a. *Loss yang sangat tinggi.*

Salah satu kasus gangguan yang sering terjadi, yaitu setelah dilakukan koneksi namun data tidak dapat disalurkan. Hal ini dikarenakan kemungkinan ;

- a. Kualitas Patchcord yang rendah
- b. Instalasi yang tidak memenuhi persyaratan diantaranya (konektor kotor, konektor pemasangan yang tidak tepat, bending)



Gambar VIII.7 Koneksi OTB dengan OLT

Jika suatu OLT yang dihubungkan dengan menggunakan Patchcord ke Optical Terminal Box (OTB). Lampu indikator hubungan (line) pada OLT atau E/O converter tidak menyala. Lakukan pemeriksaan nilai Loss patchcord dengan menggunakan OLS dan OPM. Jika nilainya loss connector > 3dB, lakukan penggantian Patchcord.

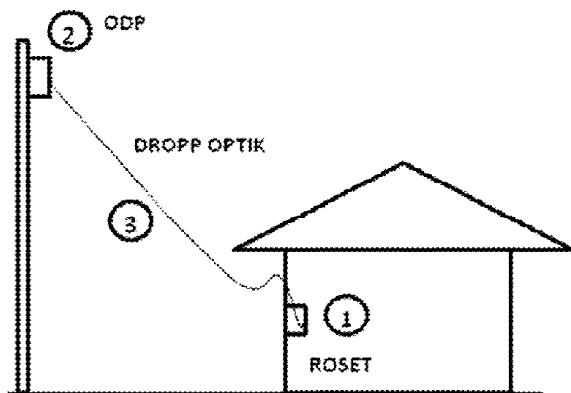
b. *Output yang tidak ada sinyalnya.*

Untuk memeriksa suatu perangkat mengeluarkan suatu sinyal optik, maka diperlukan penekanan dengan menggunakan OPM. Misal suatu teknisi akan menghidupkan perangkat di pelanggan (CPE). Maka terlebih dahulu memeriksa sinyal output pada terminal box atau Roset Optik. Jika Roset Optik, tidak mengeluarkan sinyal, maka lakukan pemeriksaan pada output di Optical Distributio Point, jika output mengeluarkan sinyal optik, maka berarti , gangguan pada kabel dropp optik, yang kemungkinannya ;

- a. Dropp optik bending.
- b. Kualitas dropp optik loss terlalu besar (lakukan pengukuran loss)
- c. Sambungan ferule konektor kotor, koneksi tidak tepat atau putus.

Pada umumnya sinyal output yang harus dikeluarkan dari roset pelanggan tidak boleh kurang dari - 27 dBm atau 0,005 mWatt. Karena RSL pada Optical Network Terminal (ONT) adalah -27 dBm. Jika kurang dari - 27 dBm akan mempengaruhi kualitas hubungan , yaitu ;

- BER atau Packet Error
- Delay atau koneksi lambat.



- Sebelum dihubungkan dengan CPE lakukan pemeriksaan output sinyal optik
- Jika pada butir 1 sinyal optik tidak mengeluarkan output lakukan pemeriksaan pada output di ODP
- Jika sinyal optik pada ODP menegeluarkan output, maka lakukan pemeriksaan loss pada drop optik

Gambar VIII.8. Contoh mencari gangguan instalasi CPE pada penggan

C. Soal Soal

- Digunakan untuk proses apa saja kegiatan pengukuran.
- Apa tujuan pengukuran daya atau level sinyal optik
- Apa tujuan pengukuran loss atau hilangnya daya pada sinyal optik
- Alat apa yang digunakan untuk mengukur daya atau level sinyal optik
- Alat apa yang digunakan untuk mengukur loss sinyal optik
- Bagaimana cara kerja alat ukur OPM, jelaskan
- Bagaimana cara kerja alat ukur OLS.
- Jelaskan prosedur penggunaan OPM
- Jelaskan prosedur penggunaan OLS
- Berapa dBm atau milliWatt RSL suatu ONT atau CPE pada umumnya?, jelaskan akibatnya jika daya yang diterima kurang dari RSL.

D. Tugas :

Amati petugas atau teknisi yang melakukan penanganan gangguan instalasi peralatan di rumah pelanggan misal IndiHome. Langkah apa saja yang dilakukan untuk penanganan gangguan. Buat rangkuman prosedure cara kerjanya.

D. Praktek :

A. PRAKTEK PENGUKURAN DAYA / POWER Transmitter pada Optical Line Terminal

I. Tujuan :

- a. Menggunakan alat ukur dengan benar
- b. Memasang dan menyetel (set) alat ukur dengan benar.
- c. Membaca Display Alat Ukur dengan benar
- d. Memahami hasil pengukuran

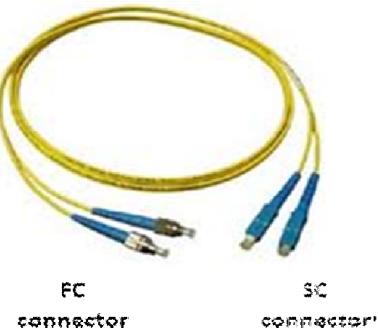
II.1 Alat : a. Optical Line Terminal (OLT)



b. Optical Power Meter (OPM)

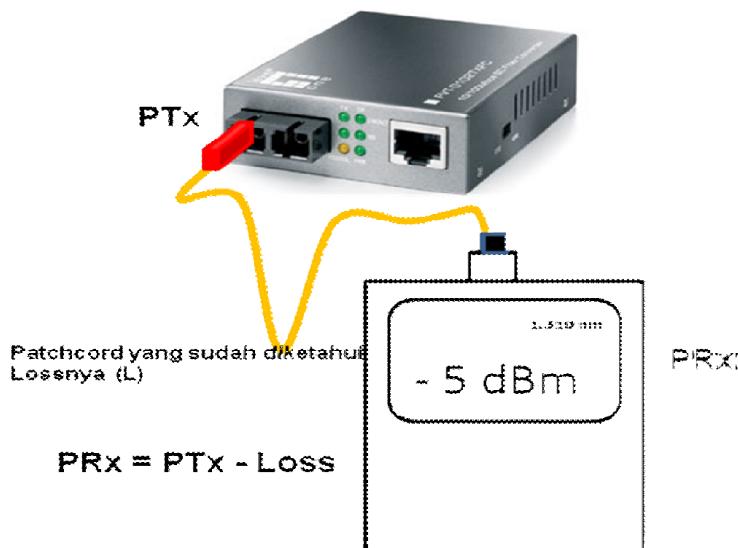


2 Bahan : Patchcord yang sudah diketahui nilai Loss nya



III. Proses :

1. Periksa λ Tx pada OLT
2. Power ON pada OPM lakukan setting λ
3. Pasang Patchcord pada adapter OLT dan OPM
4. Perhatikan Display OPM catat hasilnya
5. Gunakan Rumus $PRx = PTx - Loss$, Hitung daya PTx dengan dBm dan milliwatt



IV Tugas

- 1 Buat Laporan dengan tulisan tangan dan buat analisa dan kseimpulan.
2. Apa artinya suatu daya dalam dBm yang dinyatakan negative, misal – 8 dBm

B. PRAKTEK PENGUKURAN LOSS

Tujuan Pengukuran :

- a. Untuk mengetahui nilai Loss atau rugi Fiber Optik
- b. Untuk mengetahui konektivitas Fiber Optik

- c. Untuk mengetahui kualitas Fiber Optik apakah sesuai standard
- d. Untuk trouble shooting *mencari gangguan)

I. Alat

1. Optical Light Source (OLS) output Tx = 0 dBm
2. Optical Power Meter

II Bahan

1. Adapter untuk menyesuaikan connector
2. Patchcord yang akan diukur Lossnya
3. Pembersih Connector



III. Proses Pengukuran

(isi sesuai langkah langkah praktek)

IV. Analisa Pengukuran

Gunakan rumus $PRx \text{ (dBm)} = PTx \text{ (dBm)} - \text{Loss (dB)}$

$OPM = PRx$

$OLS = PTx$

Patchcord = Loss

V. Kesimpulan

Hasil pengukuran loss Patchcord adalah = dB

Tugas buat laporan.

BAB IX

TOPOLOGI, HIRARKHI dan SISTEM PROTEKSI

PADA JARINGAN SERAT OPTIK

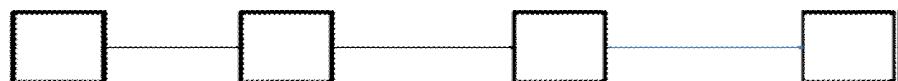
A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu menerapkan model topologi jaringan pada sistem Komunikasi Serat Optik.
2. Siswa mampu memahami hirarkhi sistem pada jaringan Serat Optik.
3. Siswa mampu menerapkan sistem proteksi pada jaringan Serat Optik

B.1. Topologi Jaringan Serat Optik

Topologi atau bentuk hubungan fisik jaringan serat optik terdiri dari berbagai jenis yaitu

1. Line



Gambar IX.1 Topologi Line

Topologi line adalah dimana hubungan fisik antara node ke node yang lain dihubungkan dengan satu line secara berderet .

Line yang diperlukan untuk menghubungkan semua node adalah

$$L = N-1.$$

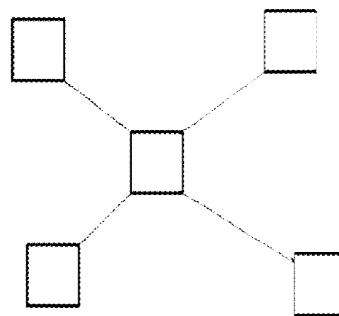
Keuntungan : Murah dan Sederhana

Kerugian : Jika salah satu link terganggu maka beberapa node tidak dapat berhubungan

2. Star.

Topologi Star, dimana hubungan fisik antar node terhubung dengan suatu titik yang seolah menjadi node penghubung antar node yang lain. Bentuk jaringan seperti bintang.

Line yang diperlukan untuk menghubungkan suatu node adalah $L=N-1$



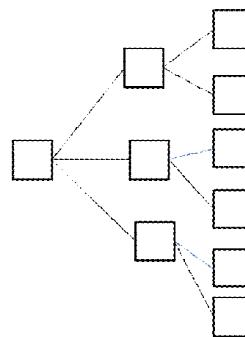
Gambar IX.2 Topologi Star

Topologi Star mempunyai keuntungan;

Praktis, murah,jika terganggu salah satu link tidak berpengaruh pada node yang lain.

Sedangkan kelemahannya, jika node yang denggap suatu titik sentral atau penghubung terganggu, maka seluruh node tidak berfungsi.

3. Point to Multi Point / Tree



Gambar IX.3 Topologi Point to Multi Point atau Tree

Topologi Point to Multi Point atau Tree adalah seperti topologi star yang bercabang, Topologi ini biasanya digunakan untuk perangkat yang mempunyai sistem hirarkhi, misal router untuk Core, Router Metro , Router Edge /Akses.

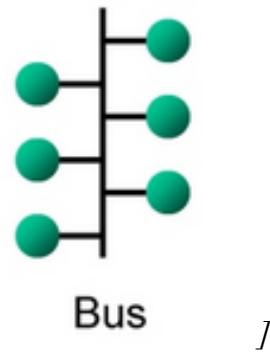
Line yang diperlukan : Line = L= N-1

Keuntungan : digunakan untuk hubungan node yang bersifat hirarkhi, jaringan sederhana/ praktis

Kerugian : mahal karena setiap node mempunyai percabangan, semakin tinggi hirarkhinya node jika terganggu akan mempengaruhi node yang lain.

4. Bus

Topologi Bus, adalah sangat praktis karena hanya memerlukan satu line utama, yang dihubungkan beberapa node.

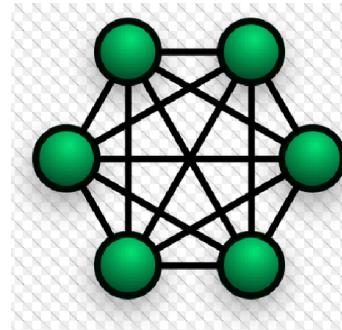


Gambar IX.4 Topologi Bus

Keuntungan menggunakan Topologi Bus : Praktis dan Murah karena hanya menyediakan satu line utama.

Kerugian : Jika Line utama terganggu maka seluruh node tidak berfungsi.

5. Mesh



Gambar IX.5 Topologi Mesh

Topologi Mesh atau jala. setiap node dihubungkan keseluruh node, semakin banyak node maka akan sebanyak line yang harus dipasang

Jumlah Line yang perlu disediakan adalah $L = 1/2 \cdot n \times (n-1)$

Keuntungan : sangat handal karena jika salah satu line terganggu, maka tidak ada node yang terpengaruh dengan gangguan tersebut.

Kerugian ; sangat mahal dan terlalu rumit

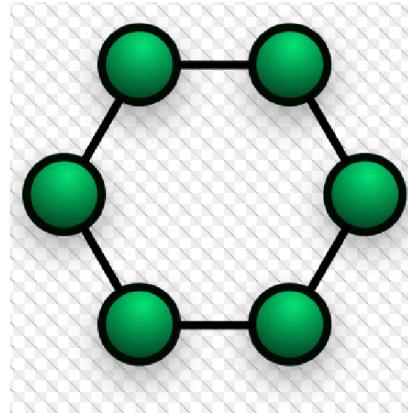
6. Ring,

Topologi Ring adalah topologi yang menghubungkan satu node dengan node yang lain dan menjadi hubungan line tertutup. Topologi ini saat ini paling banyak menjadi pilihan untuk jaringan serat optik

Line yang diperlukan adalah $L = N$

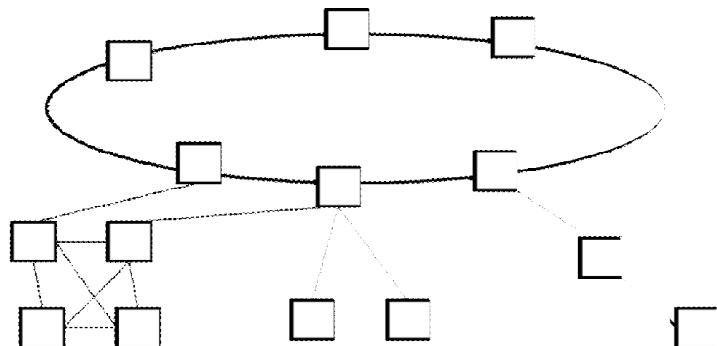
Keuntungan ; mudah praktis dan murah serta handal, karena jaringan tertutup jika salah satu line terganggu dapat diatur aliran informasi ke arah yang lain.

Kerugian : Sedikit agak mahal karena bentuk jaringan tertutup



Gambar IX.6 Topologi Ring

7. Hybrid



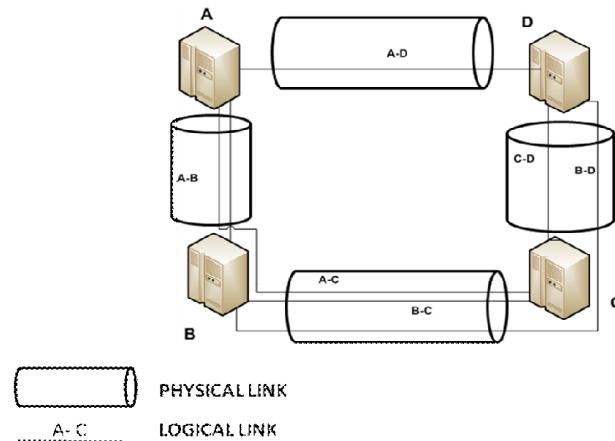
Gambar IX.6 Topologi Hybrid

Hybrid adalah gabungan seluruh topologi yang ada, dan saling terintegrasi, agar satu node dapat berkomunikasi dengan node yang lain. Hybrid digunakan pada topologi jaringan metro dan jaringan core atau backbone.

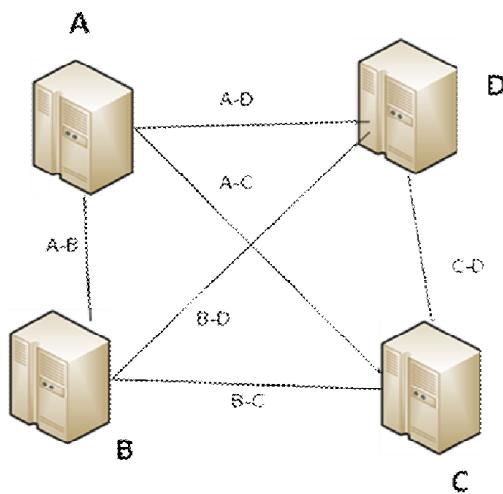
Topologi dapat dibedakan berdasarkan koneksi antar node atau aliran transmisi, yaitu

- Physical Link atau hubungan fisik kabel serat optik antar node.
- Logical Link yaitu hubungan kanal transmisi atau aliran trafik antar node.

Logical link dapat dibentuk dari physical link, misalnya seperti gambar dibawah, suatu jaringan serat optik dengan topologi fisik menggunakan ring untuk menghubungkan node A-B-C-D



Gambar IX.8 Physical dan Logical Link



Gambar IX.9 Logical Link dengan Topologi Ring

Namun dapat dibentuk suatu hybungan mesh dimana dalam satu serat optik terdiri dari 4 sinyal optik dengan panjang gelombang yang berbeda λ -1, λ -2, λ -3 dan λ -4. Tabel dibawah ini menunjukan rute yang digunakan pada logical link

Tabel IX-1 gabungan Physical dan Logical Ink

NO	λ	LINK	ROUTE	THROUGH CONNECT
1	λ -1	A-B	A-B	-
2	λ -2	A-C	A-B-C	B
3	λ -3	A-D	A-D	-
4	λ -4	B-C	B-C	-

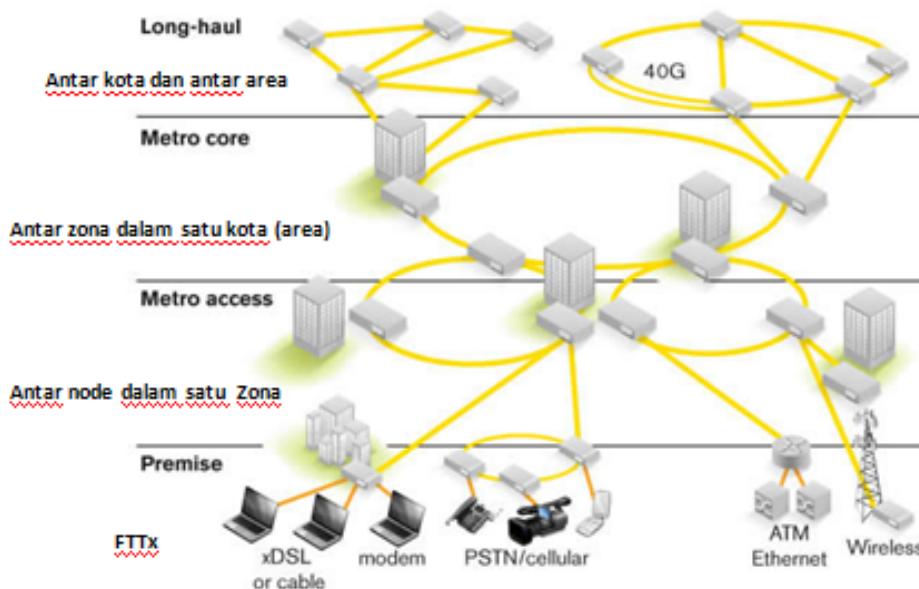
5	λ -5	B-D	B-C-D	C
6	λ -6	C-D	C-D	-

B.2 Hirarkhi Jaringan Serat Optik untuk Telekomunikasi

Tujuan dari suatu pembagian berdasarkan hirarkhi pada jaringan serat optik adalah, untuk :

- Membuat suatu batas (boundary) layanan berdasarkan luas geografis dan kepadatan pengguna.
- Membedakan fungsi setiap lapisan jaringan, untuk memudahkan operasi dan pemeliharaan.
- Menyederhanakan dalam melakukan pengaturan trafik dan routing data informasi.

Jaringan Serat Optik untuk Telekomunikasi secara hirarkhi dapat dibedakan menjadi empat lapisan jaringan atau network layer, yaitu



Gambar IX.10 Hirarkhi Jaringan Transport Serat Optik

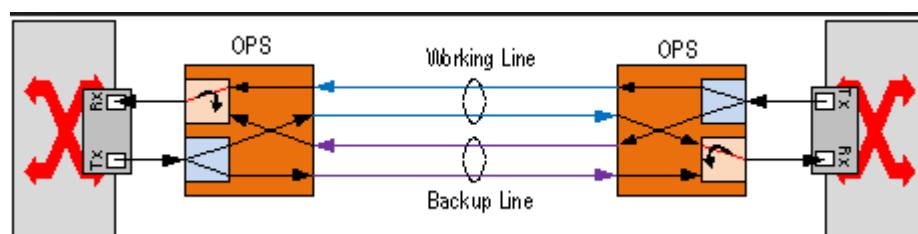
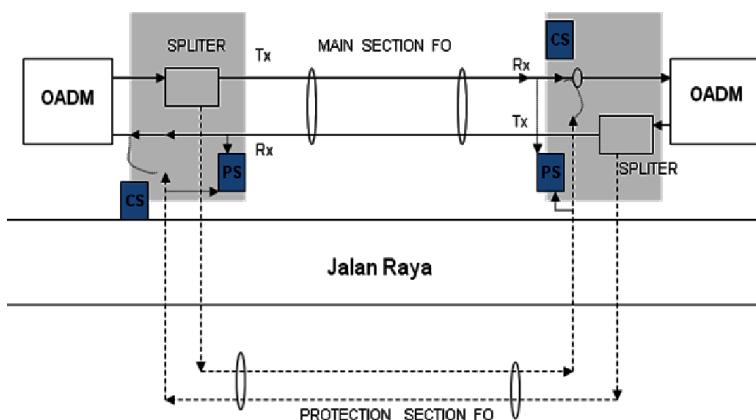
1. Acces Layer atau Jaringan Akses, yaitu yaitu lapisan jaringan yang berfungsi sebagai akses pelanggan.

2. Metro Access Layer, atau Metro Akses, yaitu lapisan jaringan yang menghubungkan node switch router, pada suatu lingkup bagian dari suatu kota atau area.
3. Metro Core Layer, atau Metro Utama, yaitu lapisan jaringan yang menghubungkan seluruh node switch router dalam satu kota atau area, atau induk/sentral dari Metro Access
4. Long Haul / Backbone Layer, yaitu lapisan jaringan yang menghubungkan node switchrouter antar kota/ area atau antar negara.

B.3 Sistem Proteksi pada Sistem Jaringan Serat Optik

Yang dimaksud dengan proteksi adalah jika terjadi gangguan ruas / section serat optik antar node, maka trafik dapat dialihkan secara otomatis ke route yang lain, dengan tujuan agar trafik atau hubungan sirkit / kanal tidak terputus. *Tujuan utama dari proteksi adalah untuk menjaga tingkat availiblity atau ketersediaan sirkit atau kanal yang selalu dapat beroperasi dari satu node ke node yang lain.*

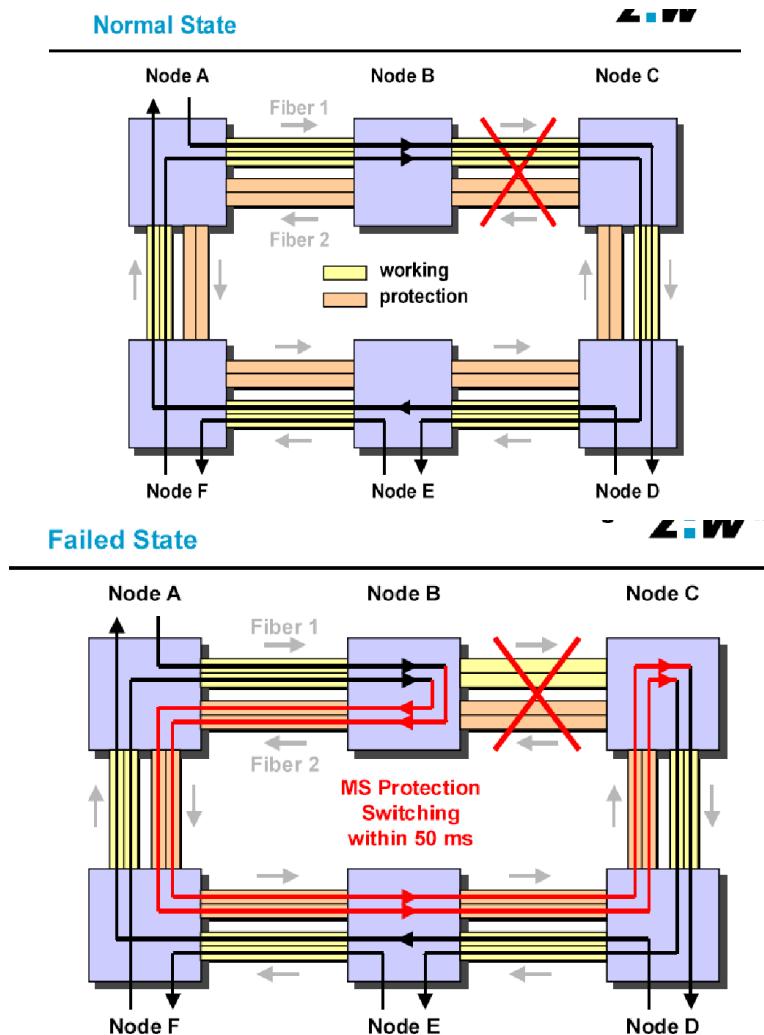
- a. Proteksi pada topologi linear atau point to point, menggunakan Automatic protection Switch (APS)



Gambar IX.11 Proteksi sistem APS pada Topologi Line

Proteksi ini disebut juga $1 + 1$, artinya bila terjadi gangguan section serat optik maka semua sirkit/kanal dapat diproteksi

- b. Proteksi pada topologi ring dengan 4-serat atau yang disebut SHR (Self healing Ring) atau MSP-Ring (Multiplex Section Protection Ring) atau UPSR (Uni directional Path Switch Ring).

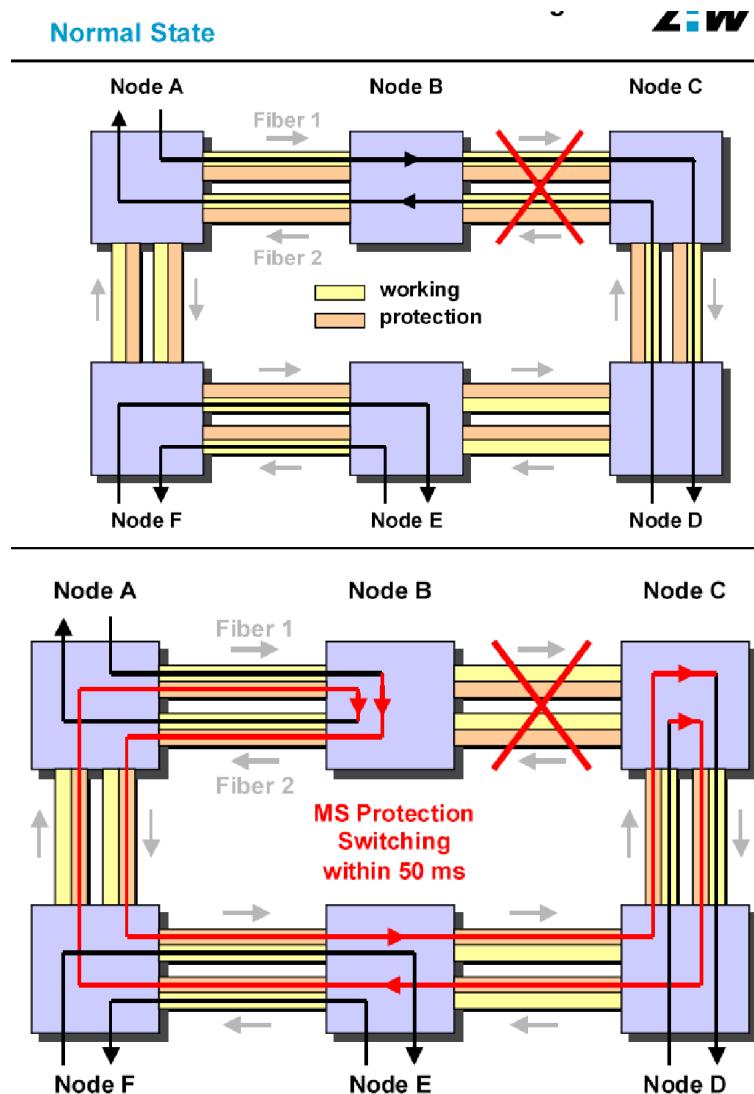


Gambar IX.12 Proteksi dengan 4 serat optik pada Topologi Ring

- c. Proteksi topologi ring dengan 2 serat juga disebut BSHR Bi-directional, atau juga disebut MS-SPRING Multi Section Share Protection Ring atau juga disebut BLSR (Bidirectional Line Switched Ring).

Sistem Proteksi ini yaitu menggunakan dua panjang gelombang λ , yang berbeda dan berlawanan arah. Jika salah satu ruas putus maka akan digantikan oleh panjang gelombang yang lain yang berlawanan arah. Keuntungannya adalah hemat dalam

penggunaan core, dan kerugiannya setiap proteksi harus menyediakan satu panjang gelombang.



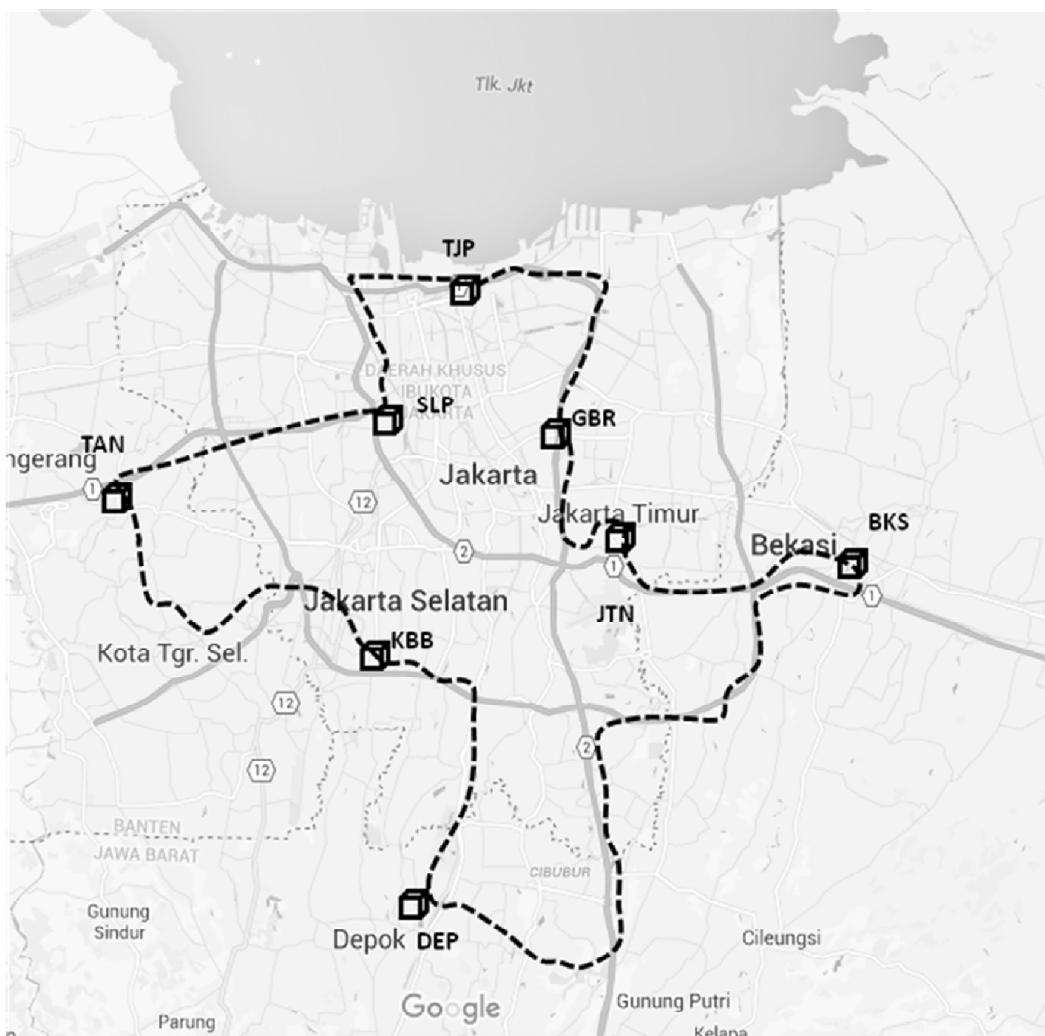
Gambar IX.12. Sistem Proteksi 2 serat optik pada topologi Ring

C. Soal Soal

1. Sebutkan tujuh jenis topologi jaringan serat optik. !
2. Apa yang dimaksud dengan topologi ring, jelaskan dan apa keuntungan serta kerugiannya.
3. Jika dalam suatu kota terdapat 20 node yang harus dihubungkan serat optik dengan topologi Star, maka berapa link yang diperlukan.
4. Jika dalam suatu kota terdapat 20 node yang harus dihubungkan serat optik dengan topologi mesh, berapa link yang diperlukan.
5. Jelaskan apa dimaksud dengan Physical Link dan Logical Link

6. Sebutkan tujuan pembagian lapisan jaringan serat optik berdasarkan hirarkhi
7. Sebutkan empat lapisan jaringan serat optik sesuai hirarkhi dan jelaskan
8. Apa tujuan dari sistem Proteksi pada Jaringan Serat Optik
9. Jelaskan sistem proteksi pada topologi line atau point to point
10. Jelaskan sistem proteksi pada topologi Ring

D. Tugas :



Gambar diatas adalah jaringan Metro Core yang menghubungkan wilayah JABODETABEK, yang terdiri dari node

1. Tanggerang (TAN)
2. Kebayoran Baru (KBB)
3. Depok (DEP)

4. Bekasi (BKS)
5. Jatinegara (JTN) Jakarta Timur
6. Gambir (GBR) Jakarta Pusat
7. Tanjungpriok (TJP) Jakarta Utara
8. Slipi (SLP) Jakarta Barat.

Ke 8 node tersebut dihubungkan dengan kabel serat optik dengan topologi ring.

Tugas :

- a. Buat logical link dengan topologi mesh, atau setiap node harus mempunyai link ke seluruh node.
- b. Buatkan tabel routing dan tempat dilakukan through connect

D. Praktek :

BAB X

OPTICAL TRANSPORT NETWORK DAN FTTx

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu menjelaskan fungsi dari Optical Transport Network dan xWDM pada Jaringan Serat Optik
2. Siswa mampu menjelaskan fungsi dari FTTx pada Jaringan Serat Optik
3. Siswa mampu menjelaskan fungsi dari FTTH berbasis G-PON

B.1. Optical Transport Network

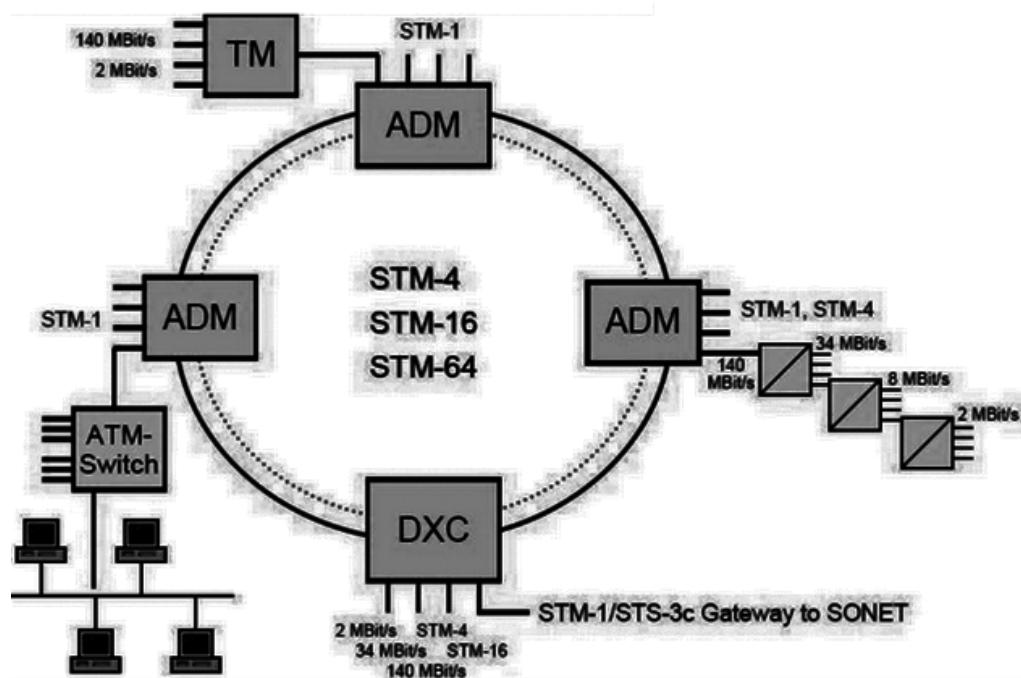
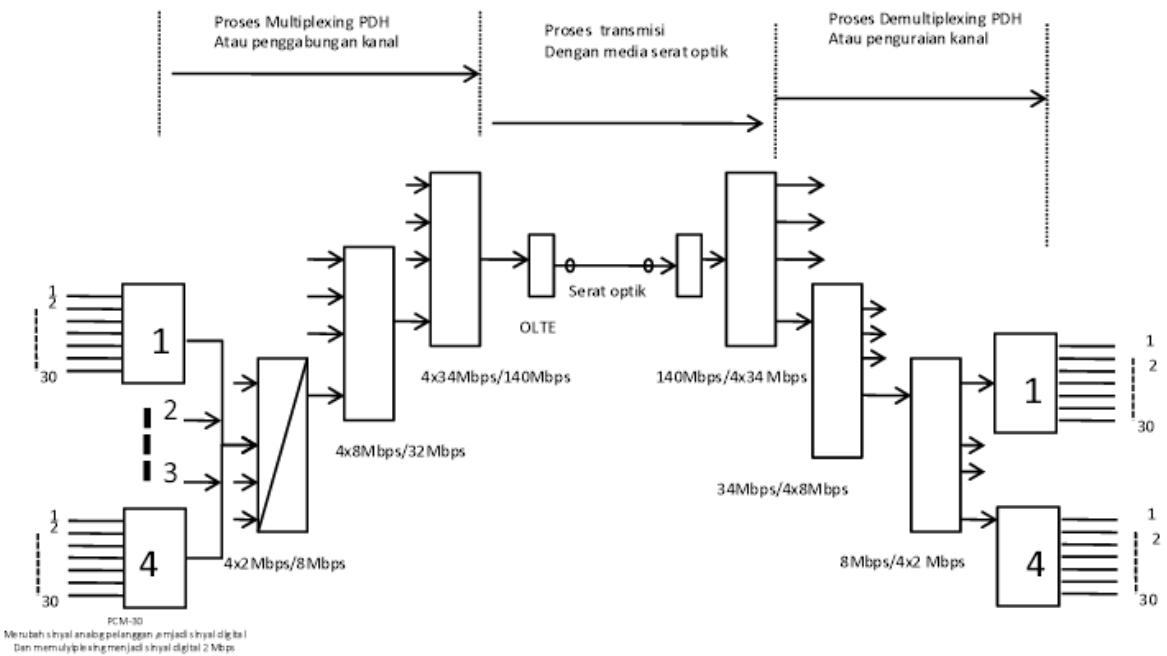
Optical Transport Network atau OTN adalah suatu sistem transmisi antar node dengan menggunakan jaringan kabel serat optik. OTN ini diaplikasikan pada layer jaringan longhaul/backbone, metro core dan metro access.

Perkembangan teknologi OTN adalah sebagai berikut ;

- a. Generasi-1 : TDM-PDH over optic
- b. Generasi-2 : TDM-SDH over optic
- c. Generasi-3 : SDH over xWDM'
- d. Generasi-4 : ATM / IP over xWDM

Pada generasi ke-1 dan generasi ke-2, panjang gelombang yang merambat pada serat optik hanya satu panjang gelombang atau juga disebut dengan single wavelength. Output dari multiplexer elektrik dihubungkan dengan Transmiter Optik, dan sinyal output dari Multiplexer akan dirubah menjadi sinyal optik, demikian sebaliknya pada penerima sinyal optik akan dirubah menjadi sinyal elektrik yang kemudian diproses oleh demultiplexer.

Media Serat Optik dengan transmisi PDH



Gambar X .1 TDM-PDH/SDH over Optic

Misal suatu output Multiplexer PDH orde-4 dihubungkan dengan Transmpter/Receiver Optik, maka dalam satu pasang serat optik dapat

melewakan informasi dengan kecepatan 140 Mbps atau setara dengan 1.920 percakapan telepon digital 64 kbps, atau $64 \times 2\text{Mbps/E-1}$

Tabel X.1 kapasitas orde pada MUX PDH

ORDE	KANAL E-1	Sirkit Telepon Digital 64Kbps
1	1	30
2	4	120
3	16	480
4	64	1.920

. SDH Hierarchy

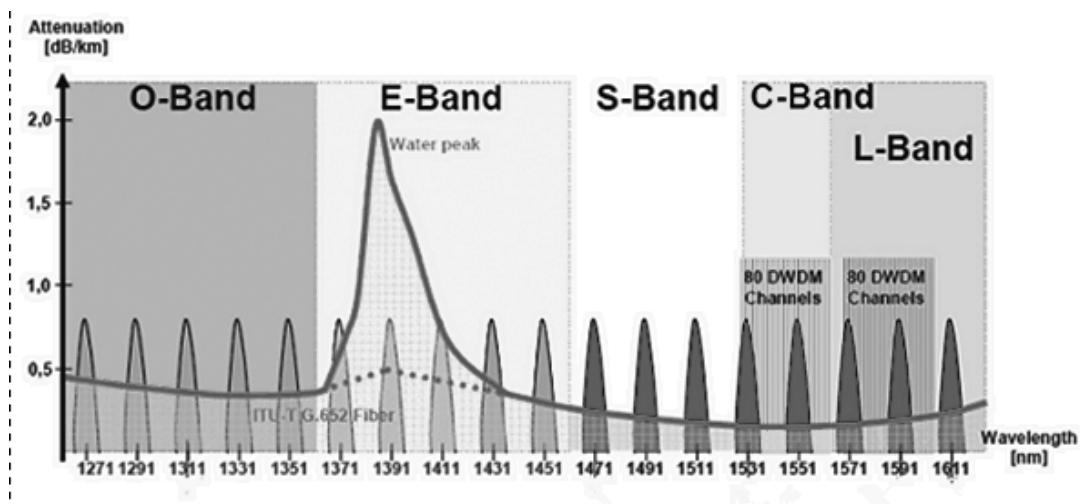
Bit Rate	Abbreviated	SDH	SDH Capacity
51.84 Mbit/s	51 Mbit/s	STM-0	21 E1
155.52 Mbit/s	155 Mbit/s	STM-1	63 E1 or 1 E4
622.08 Mbit/s	622 Mbit/s	STM-4	252 E1 or 4 E4
2488.32 Mbit/s	2.4 Gbit/s	STM-16	1008 E1 or 16 E4
9953.28 Mbit/s	10 Gbit/s	STM-64	4032 E1 or 64 E4

Saat ini yang generasi teknologi OTN 1 sampai dengan 3, sudah diinggalkan WDM atau Wavelength Division Multiplexer adalah penggabungan beberapa sinyal optik yang panjang gelombangnya (λ) berbeda beda menjadi satu berkas cahaya atau satu sinyal optik dan penguraian satu berkas sinyal cahaya menjadi beberapa sinyal optik yang penjag gelombangnya berbeda beda. WDM dibedakan menjadi dua jenis yaitu

1. *CWDM* atau Coarse Wavelength Division Multiplexer, teknologi yang diimplementasikan pada Jaringan Metro menggunakan panjang gelombang S dan C band.

2. DWDM atau Dense Wavelength Division Multiplexer, teknologi yang diimplementasikan pada jaringan Longhaul atau Jaringan Backbone, menggunakan panjang gelombang L-band

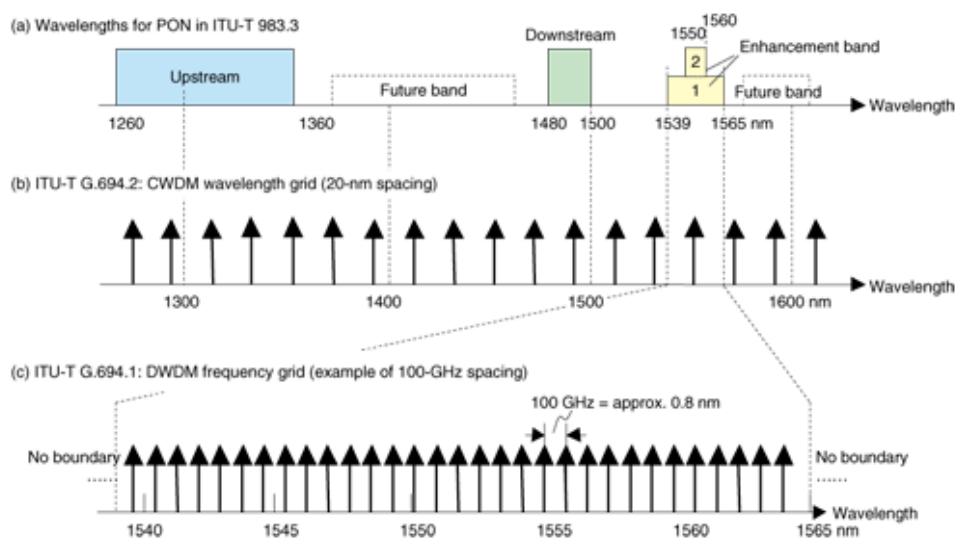
Band	Descriptor	Range [nm]
O-band	Original	1 260 to 1 360
E-band	Extended	1 360 to 1 460
S-band	Short wavelength	1 460 to 1 530
C-band	Conventional	1 530 to 1 565
L-band	Long wavelength	1 565 to 1 625
U-band	Ultra-long wavelength	1 625 to 1 675



Gambar X .2 Pembagian band pada spektrum sinal optik

Prinsip kerja WDM adalah sebagai berikut

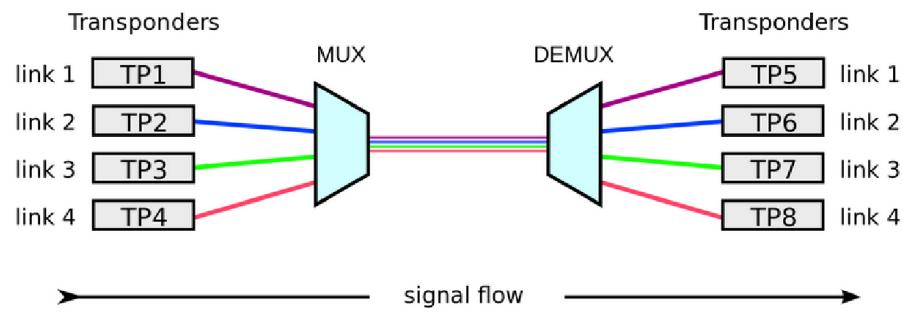
- Dalam satu band panjang gelombang dibagi menjadi beberapa panjang gelombang dengan dibatasi (space), pada frekwensi tertentu



Gambar X.3 Pembagian panjang gelombang optik pada CWDM dan DWDM

2. Maka akan dalam satu band panjang gelombang terdapat beberapa panjang gelombang yang berbeda beda dengan space yang tetap.
 3. Setiap panjang gelombang tertentu akan dipancarkan oleh setiap transponder,
 4. Berapa panjang gelombang yang dipancarkan oleh transponder, digabung oleh Optical Multiplexer.
 5. Output dari Multiplexer yang berupa satu berkas sinyal optik ($\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n$)
- dirambatkan pada serat optik.

wavelength-division multiplexing (WDM)

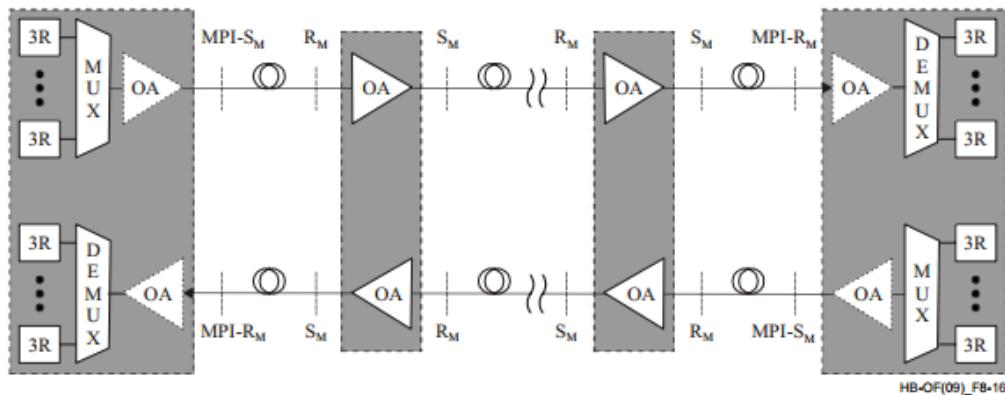


Gambar X.4 Prinsip Kerja WDM

Pada jaringan WDM, karena jaraknya antar node cukup jauh maka akan dilengkapi dengan;

- a. *Optical Amplifier (OpAmp)* ; untuk menguatkan dan memperbaiki sinyal optik

- b. *Dispersion Compensation Fiber (DCF)* ; untuk meminimalisir dispersion pada serat optik



Gambar X.5 Konfigurasi sistem WDM

Keistimewaan teknologi WDM;

1. Penghematan penggunaan sumber daya core optik, terutama jaringan kabel optik yang hanya memiliki kapasitas core yang kecil.
2. Kemampuan penyaluran transport network yang sangat tinggi, sehingga mampu menekan biaya investasi dan pemeliharaan perangkat.
3. Transparansi format dan bit rate (tidak merubah format/bit rate, hanya menyalurkan) sehingga penyaluran data, gambar dan suara tetap menggunakan jaringan transport yang umum.

B.2 Teknologi FTTx pada Jaringan Serat Optik

Seperti kita ketahui bahwa kelemahan kabel tembaga sebagai jaringan akses adalah;

1. Mempunyai redaman atau loss yang sangat tinggi bila digunakan untuk menyalurkan sinyal informasi dengan kecepatan tinggi atau bandwidth yang besar.
2. Tidak dapat mentransmisikan sinyal frekwensi tinggi atau sinyal informasi kecepatan tinggi (broadband). Sedangkan saat ini informasi yang ditransmisikan bersifat Multimedia dengan broadband.
3. Panjang sangat terbatas karena sifat elektrik yang mempengaruhi sinyal informasi, dan gangguan dari lingkungan luar (noise), untuk kabel diameter 0,6 mm panjang maksimum adalah 8-10 km.

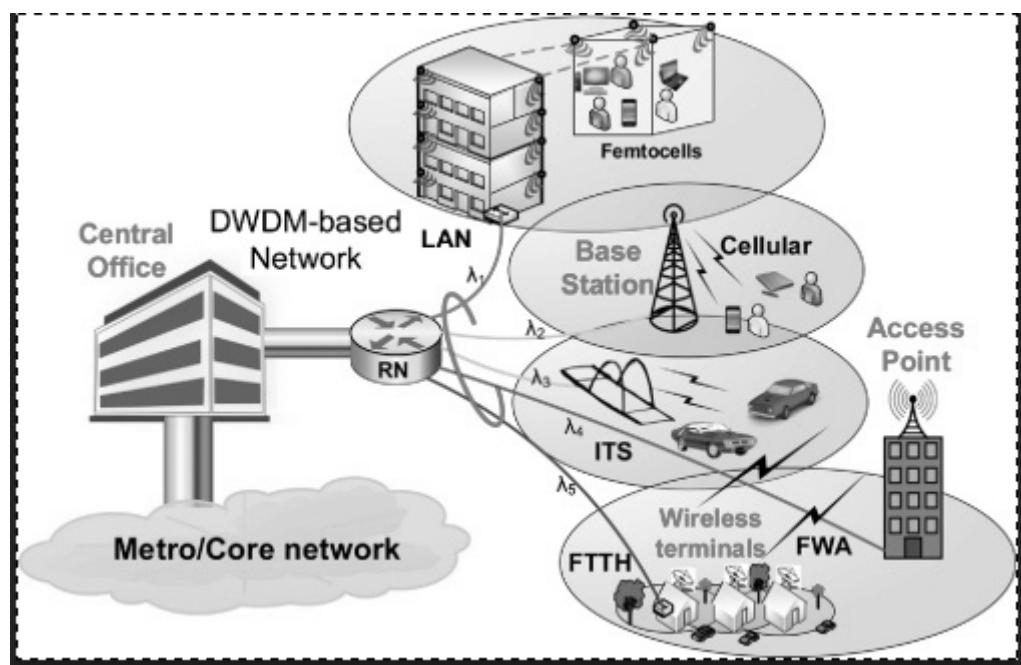
4. Tidak ada fitur layanan.

Dari kelemahan diatas maka saat ini dunia telekomunikasi yang mengarah ke layanan multimedia dan berpita lebar (broadband) perlu jaringan akses yang dapat mentransmisikan atau menyalurkan bandwidth atau bitrate yang sangat tinggi sekali.

Alasan digunakan serat optik sebagai jaringan akses, karena ;

1. Serat Optik dapat membawa sinyal informasi dengan kecepatan yang sangat tinggi ke CPE pelanggan, sehingga sangat cocok untuk layanan multimedia broadband.
2. Serat optik mempunyai kapasitas saluran pelanggan yang sangat besar, karena satu serat optik bisa untuk beberapa pelanggan dengan dimensi yang relatif kecil sehingga lebih murah dalam instalasi dan operasi
3. Jangkauan jarak atau panjang serat optik untuk menyalurkan sinyal informasi berpita lebar bukan masalah.
4. Kualitas sangat tinggi karena tidak ada gangguan berasal dari elektrikal.
5. Fitur layanan dengan sistem distribusi dan proteksi sehingga kemudahan (flexibility) dan tingkat ketersediaan (availability) layanan sangat tinggi.

Saat ini teknologi akses dengan serat optik disebut teknologi G-PON yaitu Giga – Pasive Optical Network, dimana informasi dengan kecepatan Giga bit/detik dapat diakses sampai ke pelanggan.

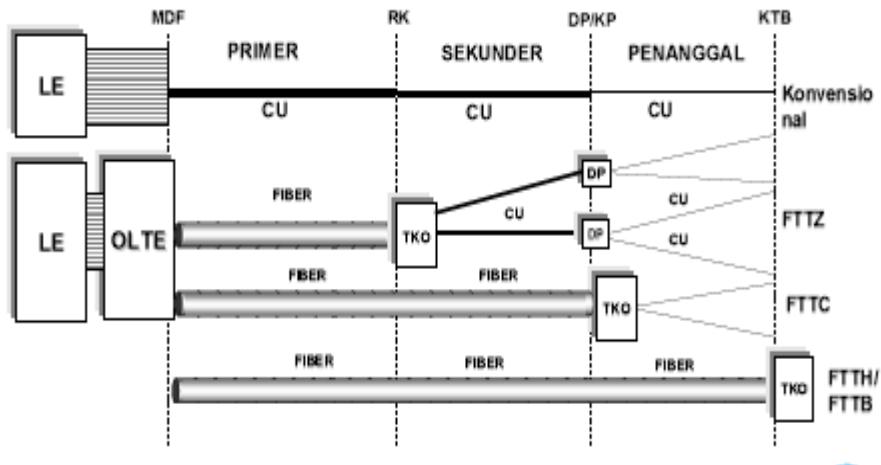


Gambar X.6. Kabel Serat Optik sebagai Jaringan Akses.

Struktur FTTx adalah sebagai berikut ;

1. FTTB Fiber to the Buliding yaitu jaringan akses dengan serat optik dari Optical Line Terminal Equipment (OLTE) sampai ke Gedung untuk disambungkan ke terminal atau CPE (Customer Premises Equipment). Titik terminasi serat optik bersifat indoor yaitu didalam gedung. Titik termnasi ini disambungkan dengan Titik Konversi Optik (TKO) atau sering juga disebut Converter atau Optical Driver. Kemudian dengan kabel tembaga atau UTP didistribusikan ke terminal equipment.
2. FTTH Fiber to the home, yaitu jaringan akses dengan serat optik dari Optical Line Terminal Equipment (OLTE) sampai ke Gedung atau Rumah untuk disambungkan ke terminal atau CPE (Customer Premises Equipment). Titik terminasi serat optik bersifat indoor yaitu didalam rumah.
3. FTTC Fiber to the Curb yaitu jaringan akses serat optik sebagai penganti Rumah kabel dan Distribuion Poit (DP) dimana Jaringan akses Serat Optik dari Optical Line Terminal Equipment (OLTE) tidak sampai ke tempat pelanggan, tetapi pada pada satu titik dimana terdapat sekumpulan pelanggan dilakukan distribusi dengan jaringan kabel tembaga. Titik terminasi optik bersifat outdoor yaitu ditempatkan diluar berupa Kabinet.
4. FTTZ Fiber to The Zona yaitu jaringan serat optik sebagai penganti Rumah Kabel, dimana jaringan serat optik dari Optical Line Terminal Equipment (OLTE) tidak sampai ke pelanggan tetapi sampai dengan titik distribusi dimana terdiri dari terdapat beberapa kelompok pelanggan.
5. FTTT Fiber To The Tower, yaitu jaringan serat optik yang menghubungkan antara MSC - BSC - Tower BTS.

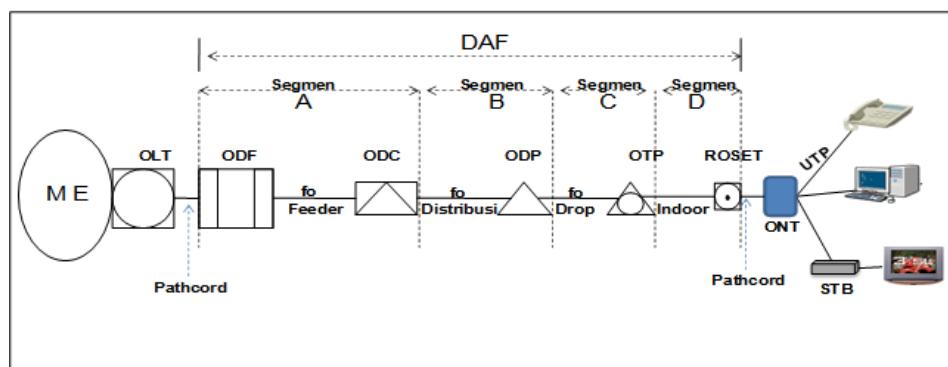
Struktur Jaringan Akses dengan Serat Optik digambarkan seperti dibawah.



Gambar X.7 Struktur Jaringan Akses dengan Serat Optik

B.3 Teknologi FTTH berbasis G-PON

FTTH dapat didefinisikan sebagai arsitektur jaringan optik mulai dari sentral office (STO) hingga ke perangkat pelanggan. FTTH sama hal seperti pada jaringan akses tembaga dimana terdapat segmen – segmen catuan, pada jaringan FTTH terdapat Catuan Kabel Feeder, Catuan Kabel Distribusi, Catuan Kabel Drop dan Catuan kabel Indoor dan perangkat aktif seperti OLT dan ONU/ONT seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar X .8 Konfigurasi FTTH berbasis G-PON

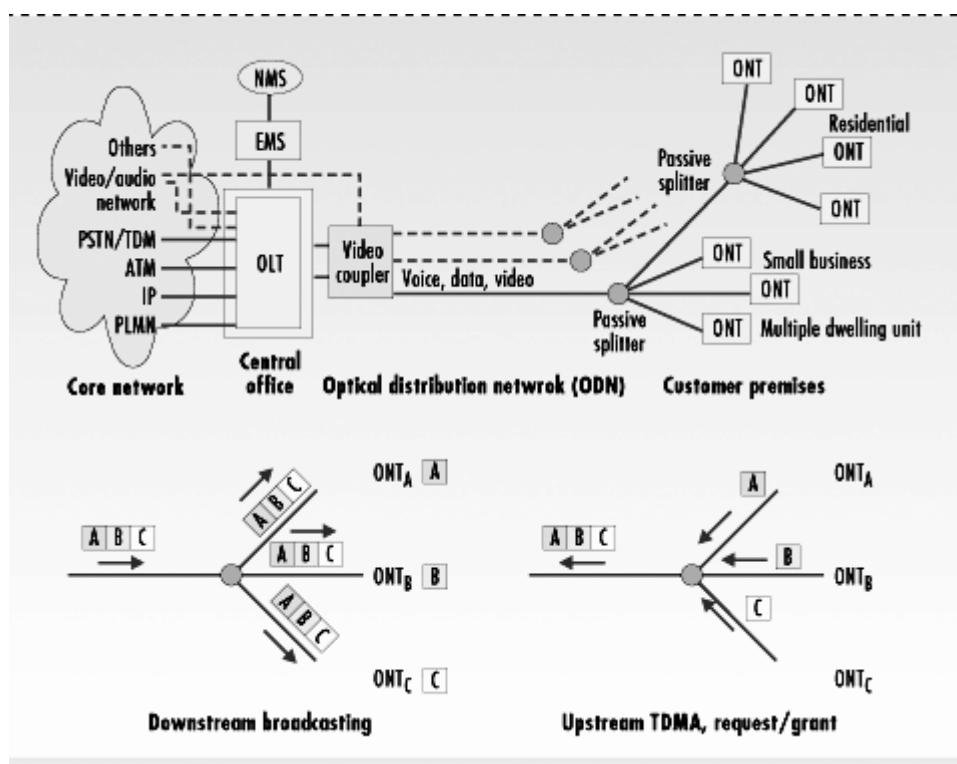
Keterangan :

1. Segmen A : Catuan kabel Feeder
2. Segmen B : Catuan kabel Distribusi
3. Segmen C : Catuan kabel Penanggal/Drop
4. Segmen D : Catuan kabel Rumah/Gedung

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:

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



Gambar X .9 Cara kerja G-PON

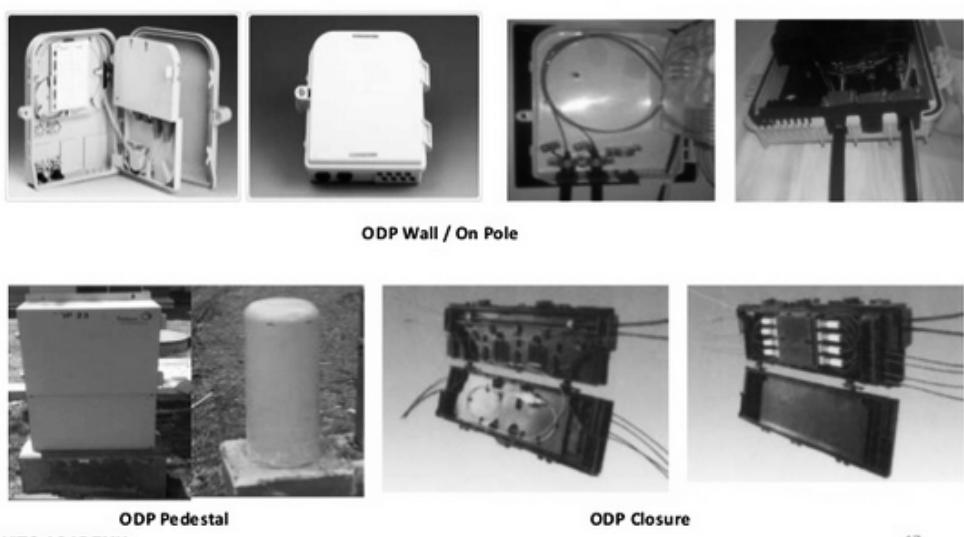
Optical Distribution Frame (ODF)

Titik terminasi kabel fiber optik, sebagai tempat peralihan dari kabel fiber optik outdoor dengan kabel fiber optik indoor dan sebaliknya.

Optical Distribution Cabinet (ODC)

Perangkat *outdoor* dalam jaringan akses fiber optik (jarloka) yang pertama adalah *Optical Distribution Cabinet (ODC)*. ODC adalah suatu ruang yang berbentuk kotak atau kubah (dome) yang terbuat dari material khusus yang berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan optik single-mode, yang dapat berisi connector, splicing, maupun *splitter* dan dilengkapi ruang manajemen fiber dengan kapasitas

tertentu pada jaringan akses optik pasif (PON), untuk hubungan telekomunikasi. ODC berfungsi sebagai tempat terminasi antara kabel *feeder* dengan kabel distribusi. Bias dipahami bahwa didalam ODC terdapat *splitter* dari sentral atau OLT yang dibagi ke ODP. Pada umumnya perangkat ODC dipasang di *Outdoor* walaupun bisa saja dipasang diindoor. Terdapat dua jenis ODC yaitu ODC tanam dan ODC tiang.



Gambar X .10 Berbagai jenis ODP

Splitter atau Coupler

Fungsi dari Splitter adalah untuk mendistribusi trafik dari OLT ke ONT/ONU dan menggabungkan trafik dari ONT/ONU menuju ke OLT.

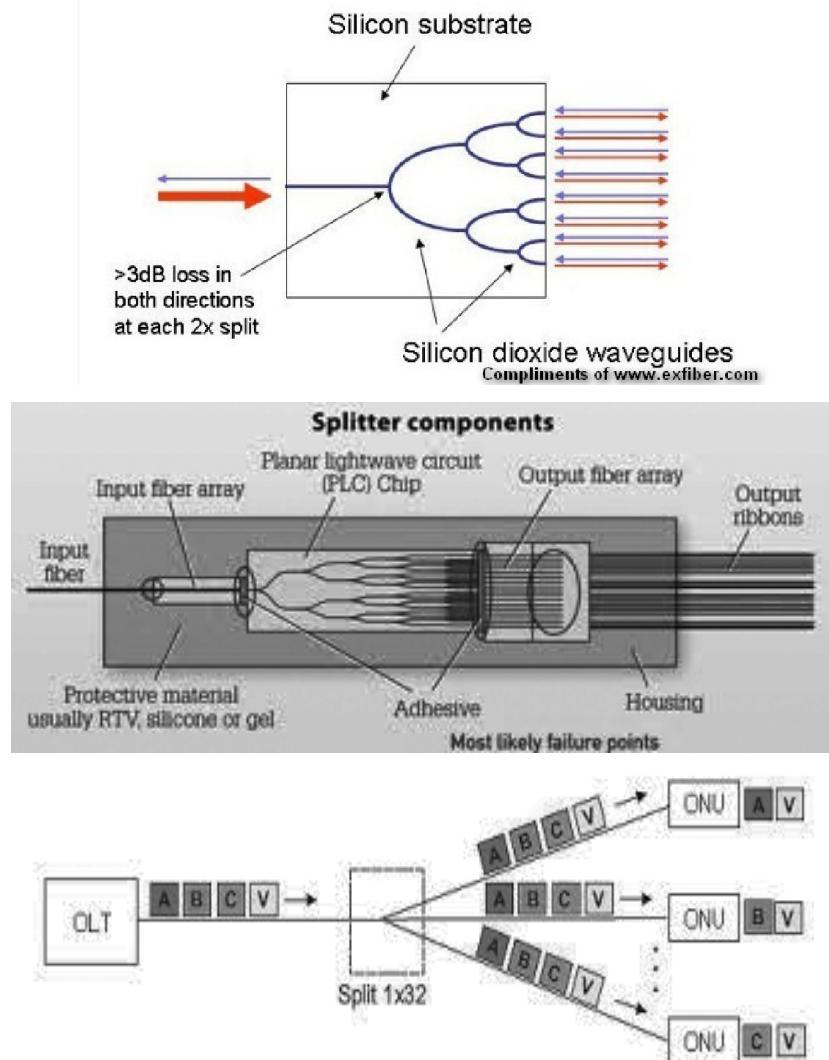
Kapasitas Spliiter mulai dari 1:2 sampai dengan 1:32. Spliiter tidak memerlukan daya listrik dan ditempatkan pada ODN.



Gambar X .11 Splitter yang dipasang pada ODP

Cara Kerja Splitter

Cara kerja splitter seperti pada gambar dibawah ini



Gambar X .12 Cara kerja splitter

Semakin banyak port output splitter maka semakin besar Loss setiap outputnya.

Untuk jarak jauh maka digunakan kapasitas splitter yang sedikit sedangkan untuk jarak dekat dapat digunakan splitter kapasitas besar.

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.

Tabel Loss Splitter

Jenis Splitter	Loss
1 : 2	2,8 - 4 dB
1 : 4	5,8 - 7,5 dB
1 : 8	8,8 - 11 dB
1 : 16	10,7 - 14,4 dB
1 : 32	14,6 - 18 dB

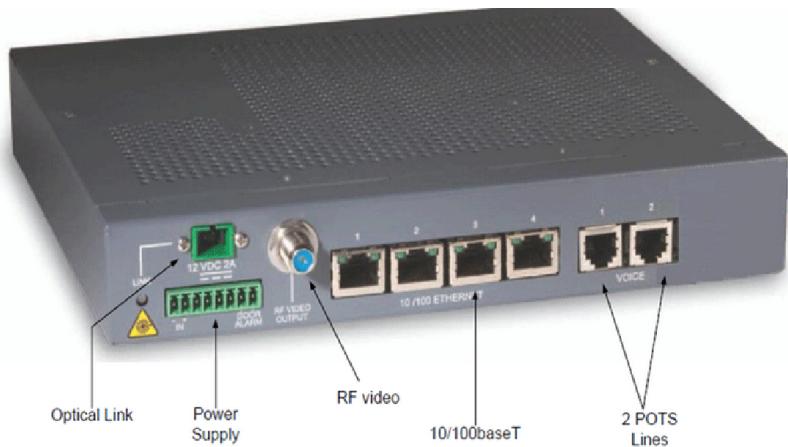
Optical Distribution Point (ODP)

Instalasi atau terminasi yang bagus dari serat adalah persyaratan utama untuk menjamin kemampuan transmisi pada kabel serat optik. Syarat utama ODP adalah :

1. ODP dapat diubah tanpa mengganggu kabel yang sudah terpasang dengan cara melebihkan kabel serat optik beberapa meter.
2. Setiap ODP harus punya ruangan untuk memuat splitter.DP harus memiliki akses dari sisi depan.
3. Setiap ODP harus memiliki penutup depan untuk melindungi orang dari cahaya laser yang langsung keluar dari ujung serat optik
4. ODP harus mempunyai ruang untuk memuat dan memandu tray, reel dan holder kabel serat optik.

Optical Network Termination (ONT)

ONT menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN diubah oleh ONT menjadi sinyal elektrik yang diperlukan untuk service pelanggan.



Gambar X .13 ONT yang terpasang pada pelanggan

Keunggulan dan Kekurangan GPON

Adapun beberapa keunggulan yang dimiliki oleh teknologi GPON adalah:

1. Mendukung aplikasi triple play (suara,data, dan video) pada layanan FTTx yang dilakukan melalui satu core fiber optik.
2. Dapat membagi bandwidth sampai 32 ONT.
3. GPON mengurangi penggunaan banyak kabel dan peralatan pada kantor pusat bila dibandingkan dengan arsitektur point to point. Hanya satu port optik di central office (mengantikan multiple port).
4. Alokasi bandwidth dapat diatur.
5. Biaya maintenance yang murah karena menggunakan komponen pasif.
6. Transparan terhadap laju bit dan format data.
7. 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.
8. Biaya pemasangan, pemeliharaan dan pengembangan lebih effisien.
9. Hal ini dikarenakan arsitektur jaringan GPON lebih sederhana dari pada arsitektur jaringan serat optik konvensional.

Sedangkan kekurangan yang dimiliki GPON, antara lain:

1. Setiap produk vendor mempunyai karakteristik dan setting yang berbeda beda
2. ONT dan ONU yang terpasang bersifat proprietary atau harus sama dengan produk OLT

C. Soal Soal

1. Apa yang dimaksud dengan Optical Transport Network, dan diimplementasikan pada sistem jaringan serat optik jenis apa ?
2. Apa yg dimaksud dengan WDM, jelaskan
3. Ada berapa jenis WDM, jelaskan jenisnya dan pengunaannya
4. Speltrum Sinyal optik terbagi berapa band, jelaskan namanya dan range panjang gelombangnya.
5. Jelaskan proses cara kerja WDM !
6. Apa keistimewaan teknologi WDM
7. Apa yang dimaksud dengan FTTx, dan jelaskan strukturnya !
8. Jelaskan cara kerja teknologi FTTH berbasis G-PON
9. Apa keistimewaan teknologi FTTH berbasis G-PON
10. Apa kelemahan teknologi FTTH berbasis G-PON

D. Tugas :

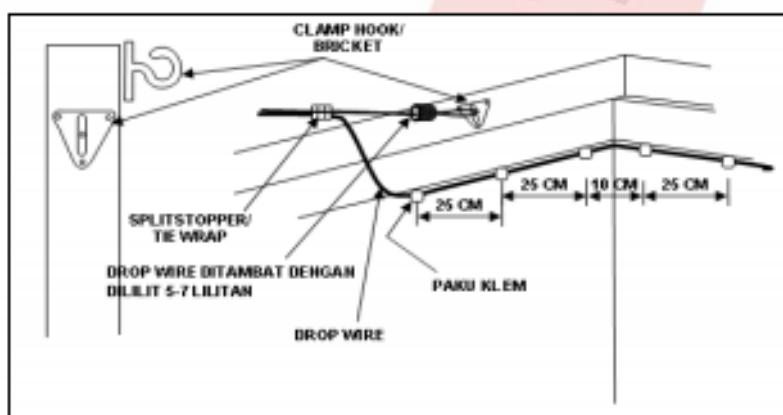
Amati instalasi pelanggan FTTH, dropp optik yang digunakan hanya 1 (satu) core namun dapat membawa informasi dua arah (bi-directional). Jelaskan mengapa dalam satu core optik bisa dua arah cahaya yang berlawanan

D. Praktek :

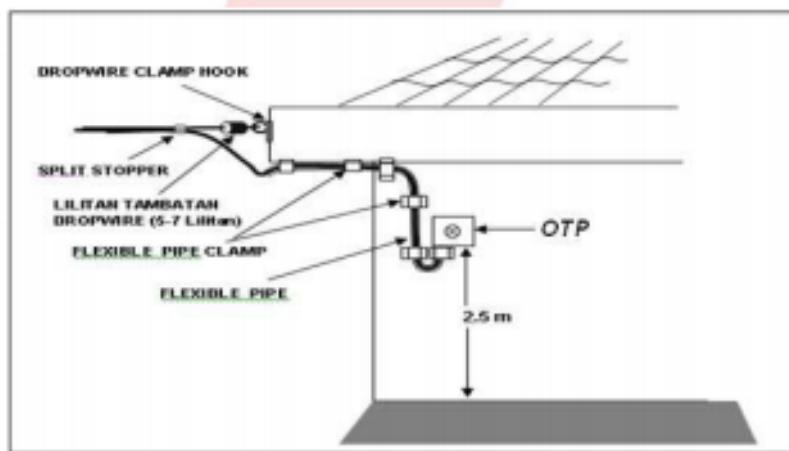
Instalasi dropp optik pada rumah pelanggan dari ODP - OTP seperti pada gambar dibawah ini

Bahan yang diperlukan

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Dropp optik | 4. Paku klemp 1 cm |
| 2. Clamp hook | 5. OTP |
| 3. Split stopper | 6. Fleksible pipe |



Gambar 89. Instalasi Saluran Penanggal pada Rumah Pelanggan dengan Sistem Lilit dan Drop Cable dengan Sistem Klem



BAB XI

OTDR, OSA dan NMS

PADA SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK

A. Tujuan Pembelajaran.

1. Siswa mampu menggunakan peralatan OTDR untuk operasi dan pemeliharaan
2. Siswa mampu menggunakan peralatan OSA untuk operasi dan pemeliharaan
3. Siswa mampu menerapkan konsep NMS pada sistem jaringan serat optik

B.1. Optical Time Domain Reflectometer

Optical Time Domain Reflectometer atau juga sering disebut dengan OTDR, adalah alat ukur optik dengan menggunakan prinsip pantulan cahaya yang dikirim.

Alat ini berfungsi,

1. Menampilkan grafis kondisi rambatan cahaya pada core yang diukur
2. Menampilkan jenis jenis kejadian (event) sepanjang core yang diukur
3. Menampilkan nilai Loss
4. Menampilkan panjang atau jarak setiap event

Sedangkan kegunaan alat OTDR adalah untuk ;

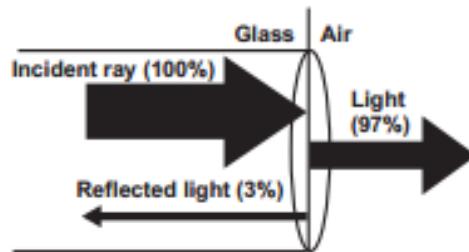
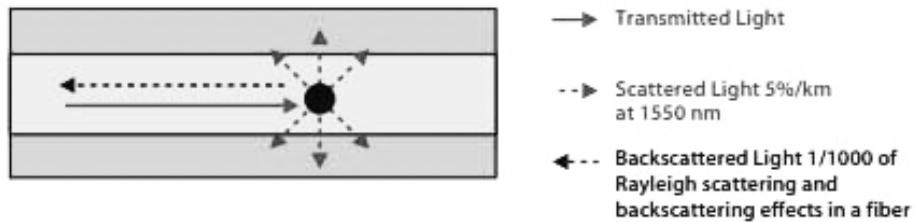
1. Pengujian/testing pembangunan jaringan kabel serat optik
2. Operasi dan pemeliharaan jaringan kabel serat optik
3. Melakukan trouble shooting atau melokalisir gangguan kabel serat optik

Prinsip dasar kerja OTDR

Cara kerja OTDR dengan menggunakan dua efek :

1. Releigh Scattering

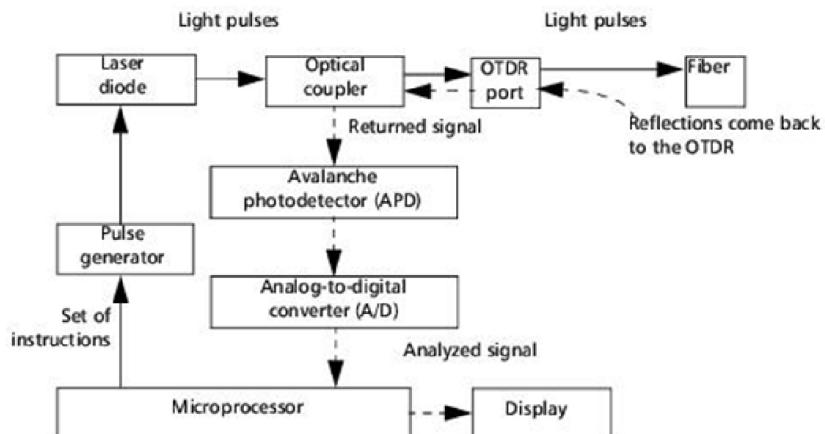
Releigh Scatering yaitu sinyal optik yang dirambatkan pada core optik, akan dihambat oleh partikel-partikel di dalam core, dan sebagian sinyal memantul kembali ke OTDR yang disebut dengan backscatter. Sinyal yang kembali akan di analisa seberapa daya sinyal dan dibandingkan dengan daya yang dikirim atau dipancarkan. Selisihnya akan menjadi loss.



Gambar XI. Releigh Scater

Selisih waktu antara waktu kirim dengan waktu terima akan menghasilkan perhitungan jarak setiap kejadian.

$$\text{Jarak kejadian (event)} = (3 \times 10^8 \text{ mtr/det} \times \text{waktu detik}) / (2 \times \text{indeks bias core})$$



Gambar XI.2. Blok Diagram OTDR

Contoh :

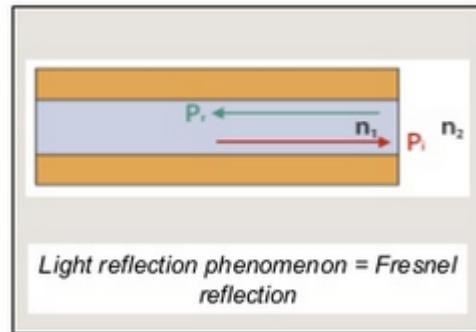
suatu kabel fiber optik akan diukur panjangnya, jika perbedaan waktu kirim dan waktu terima sinyal cahaya yang dipantulkan adalah 0,3 milli second, dan indeks bias core adalah 1,5. Berapa panjang kilometer kabel

Jawab :

$$\text{Jarak} = 3 \times 10^8 \text{ mtr/det} \times 0,3 \times 10^{-3} \text{ detik} / (2 \times 1,5) = 0,9 \times 100.000 \text{ mtr} = 90 \text{ kilo meter.}$$

2. Fresnel Reflection.

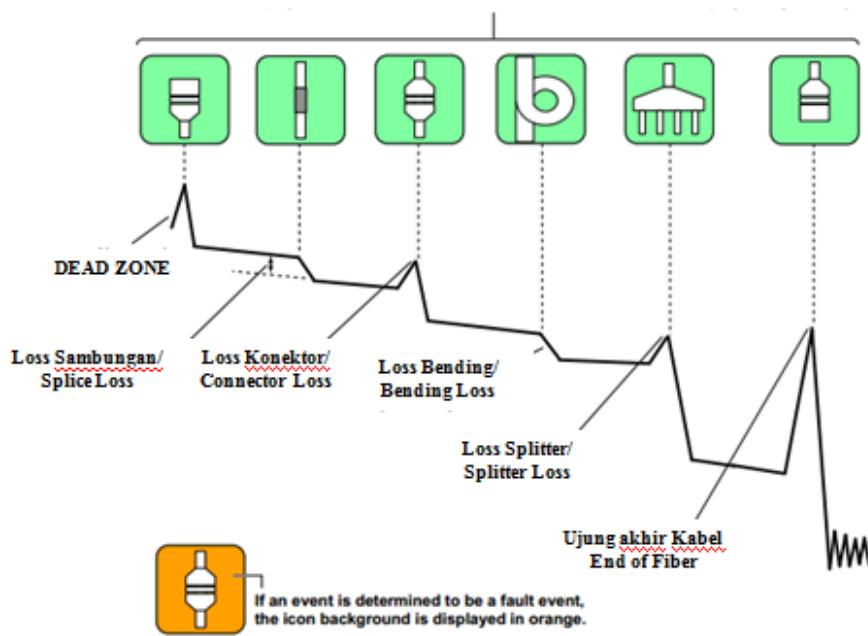
Fresnel Reflection adalah suatu kejadian dimana sinyal optik mengalami perubahan indeks bias core optik misal dari fiber optik menjadi konektor, atau perubahan indeks bias core optik. Sinyal optik yang kembali akan mengubah bentuk karena ada pantulan yang besar. Sinyal pantulan atau refleksi akan dianalisa oleh OTDR



Gambar XI. 3 Fresnel Reflection

Tampilan grafis OTDR

OTDR akan menampilkan grafis hasil perambatan sinyal optik sepanjang serat optik, seperti pada gambar dibawah ini, kejadian kejadian sinyal optik akibat fresnel refraction disebut dengan "event"

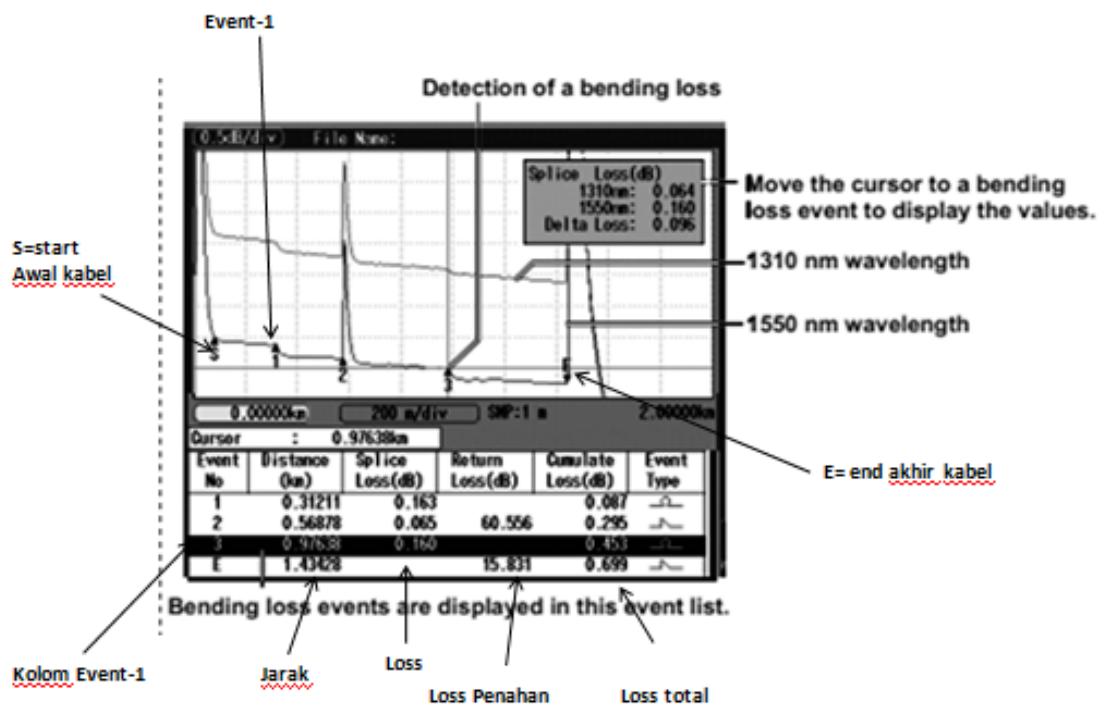


Gambar XI. 4 Tampilan Display OTDR

OTDR memancarkan sinar LASER dengan intensitas yang cukup tinggi, maka harus diperhatikan pada saat mengoperasikan, agar output OTDR dihindari untuk ditatap langsung pada saat ON karena dapat merusak retina mata.



Gambar XI.5 Tanda keselamat kerja penggunaan OTDR



Gambar XI.6 Contoh tampilan OTDR

Diatas adalah contoh display hasil pengukuran kabel, dari gambar tampak ada 4 event yaitu

- a. event-1 jarak 0,312 km terdapat sambungan splice dengan loss 0,163 dB

- b. event-2 jarak 0,568 km terdapat sambungan dengan konektor loss 0,065 dB
- c. event-3 jarak 0,976 km terdapat bending dengan loss 0,140 dB
- d. event-4 jarak 1,434 km adalah ujung akhir kabel dengan loss total 0,699 dB

Pengoperasian OTDR ada dua cara, yaitu ;

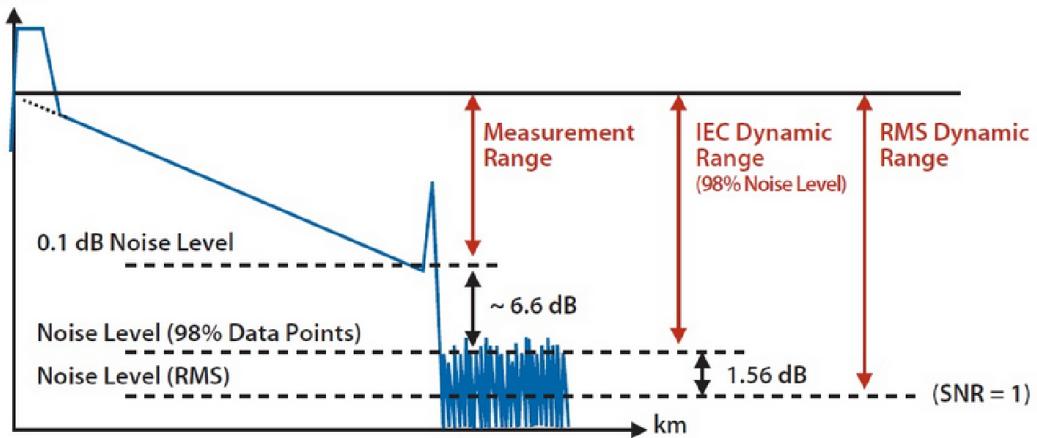
1. Secara otomatis atau terkadang disebut Fast, Easy, yaitu tanpa melakukan set-up parameter. Biasanya hanya untuk memeriksa apakah kabel optik putus atau tidak, tanpa perlu dianalisa karena tidak akurat.
2. Setting parameter manual, harus melakukan input parameter agar hasil analisa akurat, biasanya digunakan untuk menganalisa kualitas karakteristik kabel, misal
 1. Attenuation total atau persegmen
 2. Mengidentifikasi bagian loss yang tidak memenuhi persyaratan

Parameter yang harus dimasukkan

1. Panjang Gelombang
2. Pulse Width
3. Jarak perkiraan
4. Indeks Bias (IOR= Index Optical Ratio)
5. Waktu rata rata pengiriman sinyal (avarage time)

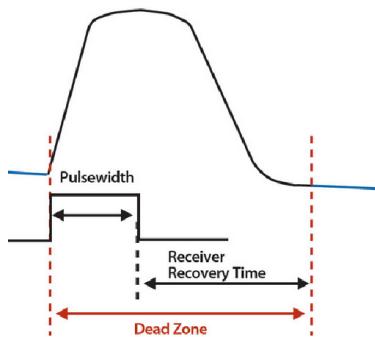
Istilah istilah dalam OTDR ;

1. Dinamic Range = yaitu kemampuan mengukur total loss pada sebuah lintasan Fiber Optik, semakin besar dinamic range berarti OTDR semakin panjang kemampuan mengukurnya. Pada OTDR dinamic range nilainya dapat dirubah dengan melakukan perubahan setting pulse width atau lebar pulsa cahaya yang dikirim. Semakin lebar pulse width akan semakin besar dinamic range nya



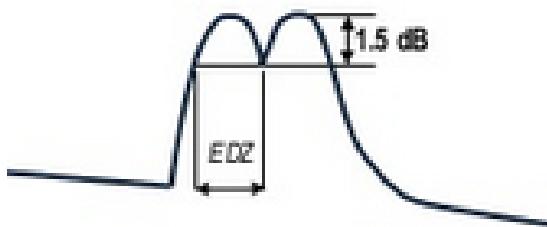
Gambar XI.7 Dynamic Range OTDR

2. Dead Zone = yaitu pada kondisi perubahan daya pada lintasan fiber optik yang tidak linier sehingga tidak dapat dianalisis pada OTDR, dan bentuknya seperti lonjakan. Pada umumnya dead zone ini sekitar 50 meter sampai dengan 100 meter.



Gambar XI.8 Dead Zona

3. Even Zone = yaitu kondisi dua kejadian namun yang terdeteksi satu kejadian



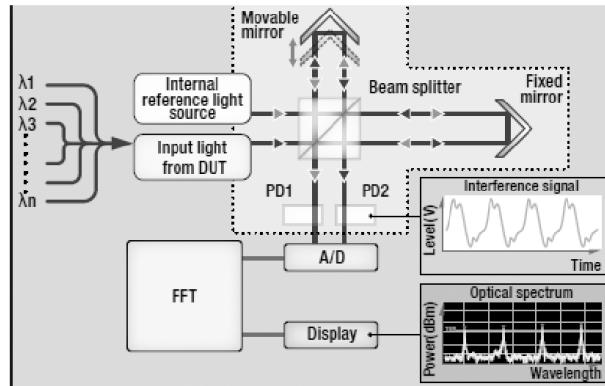
Gambar XI.9 Even Zona OTDR

4. End of Fiber = yaitu akhir dari lintasan akhir cahaya pada fiber optik.

B.2 Spectrum Optical Analyzer

Optical Spectrum Analyzer(OSA) digunakan untuk menganalisa output dari sinyal optik WDM, dan berfungsu untuk ;

1. Menampilkan grafis gelombang cahaya pada fiber optik.
2. Mengukur panjang gelombang cahaya yang ada pada fiber optik.
3. Mengukur level atau daya setiap panjang gelombang cahaya dalam (dB)
4. Mengukur Optical Signal to Noise Ratio (OSNR) dB
5. Mengukur span lambda (jarak antar gelombang cahaya)
6. Mengukur jumlah panjang gelombang yang terdapat pada fiber optik

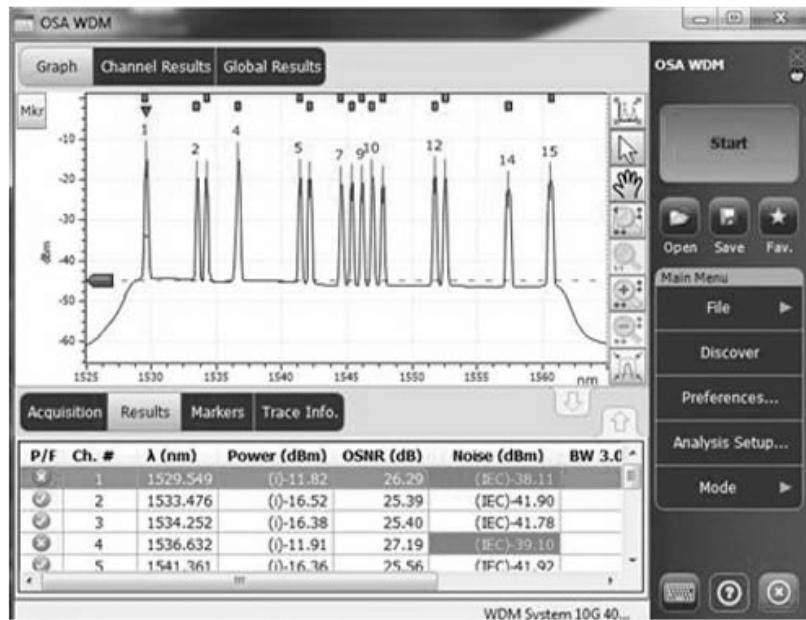


Gambar XI.9 Prinsip pengukuran OTDR

Kegunaan dari OSA adalah ;

1. Pengujian pembangunan sistem kabel serat optik yang menggunakan WDM
2. Operasi dan Pemeliharaan sistem jaringan serat optik dengan WDM
3. Mengidentifikasi gangguan yang terjadi pada WDM

Contoh dari hasil ukur seperti pada gambar di bawah ini, terdapat sepuluh sinyal optik gelombang dengan sepuluh panjang gelombang berbeda, dan level/ daya yang berbeda, juga ditampilkan noise maupun signal to noise ratio.sesuai tabel.

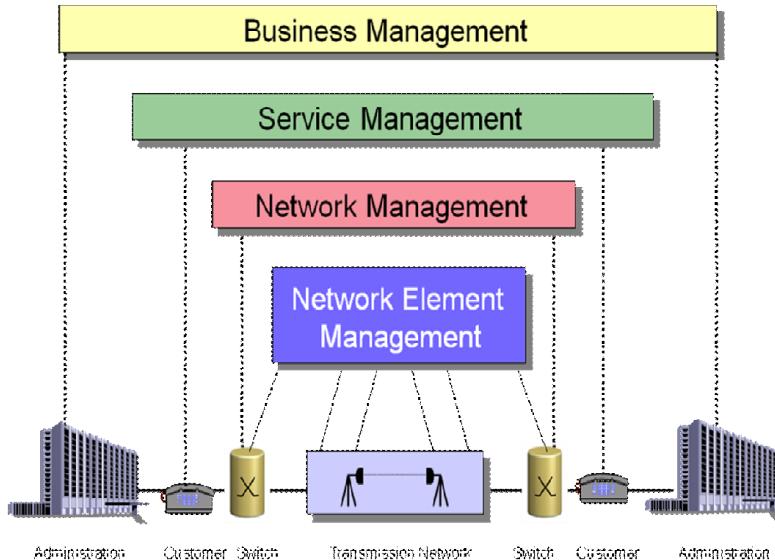


Gambar XI.10 Contoh Tampilan OSA

B.3 Network Management System

Network Management System (NMS) adalah suatu sistem operasi dan pemeliharaan jaringan telekomunikasi secara terpadu, terpusat dan optimal dan merupakan bagian dari Telecommunication Management Network. Dengan menggunakan NMS maka akan diperoleh keuntungan dalam operasi dan pemeliharaan jaringan Telekomunikasi, yaitu;

1. Operasi dan Pemeliharaan Jaringan secara terpusat dan terintegrasi keseluruhan sistem.
2. Lebih cepat terdeteksi akan terjadinya gangguan.
3. lebih cepat dilakukan diagnose dan analisa penyebab gangguan.
4. Selalu termonitor kualitas operasi dari Jaringan telekomunikasi
5. Lebih sederhana dan praktis dalam operasi dan pemeliharaan jaringan
6. Lebih hemat dalam melakukan operasi dan pemeliharaan.



Gambar XI.11 Bagan dari Telecommunication Management Network

Jaringan NMS atau juga bagian dari Telecommunication Network Management dimana setiap komponen perangkat (Network element) dihubungkan dengan data link atau atau saluran komunikasi data menuju Data Communication Network (DCN). Kondisi perangkat akan selalu dikirim ke DCN secara periodik atau real time, demikian juga data link tersebut juga digunakan untuk mengirim perintah dari DCN menuju ke Network Element. Data yang sudah terkumpul pada DCN akan diproses oleh NMS. Sistem protocol dalam jaringan NMS digunakan *Simple Management Network Protocol atau SMNP*.

Tempat pusat Pengendalian Operasi dan Pemeliharaan dengan NMS disebut NOC Network Operation Center

NMS mempunyai fungsi sebagai berikut,

1. Performance Management
2. Fault Management
3. Configuration Management
4. Accounting Management
5. Security Management

a. Fungsi dari Performance Management.

Adalah monitor kondisi kualitas perangkat / Network Elemen dan Jaringan
Sebagai contoh ;

-
1. Hasil BER Bit Error Rate
 2. Kondisi Temperatur / Kelembaban Ruangan Network element
 3. Nilai daya listrik untuk operasi
 4. Nilai daya pancar dan daya terima network Elemen
 5. Nilai Loss/ Attenuation Jaringan
 6. Kondisi jumlah dan status dari perangkat yang beroperasi
 7. Mengukur trafik, lalu lintas trafik percakapan maupun trafik volume data.

b. Fungsi dari Configuration Management

Adalah untuk melihat hubungan, mengaktifkan dan memutuskan/melepas hubungan suatu kanal/ sirkit dari satu Node ke Node yang lain. Sebagai contoh

1. Melihat hubungan media transmisi dalam jaringan baik secara physical link maupun logical link
2. Melakukan aktivasi kanal transmisi
3. Melakukan deaktivasi kanal transmisi
4. Melakukan penyambungan antar link pada kanal transmisi

c. Fungsi dari Fault Management

Adalah untuk melakukan operasi pendektesi, analisa dan trouble shooting suatu gangguan pada jaringan. Contoh dari fungsi Fault Management adalah sebagai;

1. Survailance Jaringan
- 2, Self Diagnostic / Self recovery
3. Mendeteksi gejala gangguan (Trouble symptom)
4. Analisa dan menentukan penyebab gangguan Fault diagnostic
5. Evaluasi gangguan /Fault evaluation
6. Tindakan perbaikan perangkat yang terganggu / Eksekusi

d. Fungsi dari Accounting Management

Yaitu menghitung biaya penggunaan jaringan sebagai dasar untuk tagihan kepada pelanggan. Berdasarkan fungsi penagihan (billing) ada dua tipe yaitu ;

1. Time based, biaya berdasarkan waktu penggunaan
2. Volume based, biaya berdasarkan jumlah bit/byte yang disalurkan

e. Fungsi dari Security Management

Yaitu fungsi untuk melindungi keamanan jaringan dari serangan hacker atau peretas jaringan, maupun kesalahan otoritas fungsi. Contoh dari fungsi ini adalah sebagai berikut ;

1. Firewall untuk melindungi system operasi
2. Menentukan otoritas dan level pada system operator workstation
3. Memberikan account login password pada setiap operator
4. Evaluasi Log pada login sehingga cepat diketahui bila terjadi penyimpangan

C. Soal Soal

1. Apa yang dimaksud dengan alat ukur OTDR, dan jelaskan fungsinya.
2. Apa kegunaan dari alat ukur OTDR
3. Gambarkan event event pada display OTDR
4. Jelaskan dua metode pengukuran dengan OTDR
5. Sebutkan 5 (lima) parameter yang harus diinput untuk set up pengukuran OTDR
6. Apa yang dimaksud dengan OSA dan jelaskan fungsinya
7. Apa kegunaan dari alat ukur OSA
8. Apa yang dimaksud dengan NMS
9. Apa keuntungan dengan menggunakan NMS
10. Jelaskan lima fungsi utama dari NMS

D. Tugas :

Kunjungi Network Operation System, amati penanganan gangguan atau fault handling pada NMS. Buatkan alur diagram proses penanganan gangguan.

D. Praktek :

PENGUKURAN FIBER OPTIK DENGAN MENGGUNAKAN OTDR

I. Tujuan :

- a. Untuk mengetahui panjang kabel Fiber Optik

-
- b. Untuk mengetahui kondisi (event) sepanjang kabel Fiber Optik (sambungan splice, konektor, ujung kabel.end fiber) dan titik lokasinya.
 - c. Untuk mengukur Loss total Fiber Optik
 - d. Untuk mengukur Loss setiap event
 - e. Untuk mengukur loss dua titik pengukuran (two point loss)
 - f. Untuk menghitung atenuasi Fiber Optik total maupun setiap segemen
 - g. Untuk menganalisa kualitas Fiber optic
 - h. Untuk mencari jenis gangguan dan menentukan jarak gangguan Fiber Optik.

II . Alat

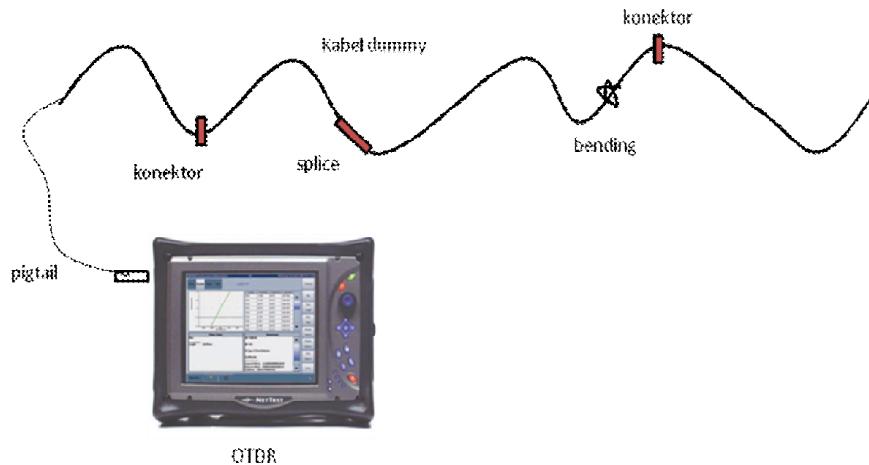
- 1. OTDR

III Bahan

- 1. Patchcord / Pigtail
- 2. Adapter
- 2. Kabel dummy yang tersambung dengan pigtail yang akan diukur

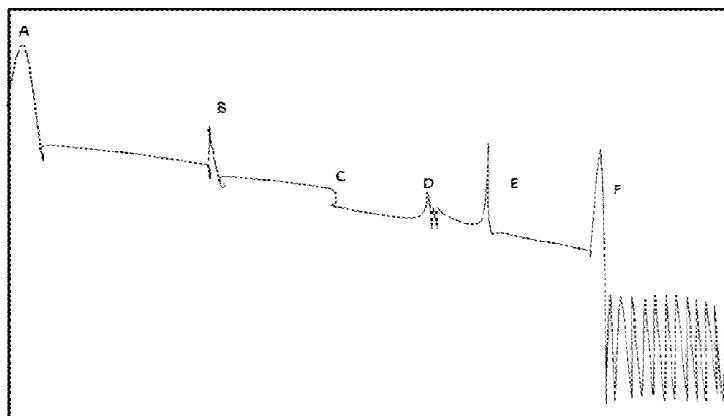
IV Pelaksanaan

- 1. bersihkan Konektor Patchcord dengan pembersih
- 2. Bersihkan adapter OTDR
- 3. Bersihkan pigtail pada kabel
- 4. Hidupkan OTDR dan lakukan setting sesuai kabel yang akan diukur
- 5. Pasang Patchcord untuk menghubungkan Kabel FO dengan OTDR
- 6. Lakukan Pengukuran, dan catat hasilnya



Gambar pelaksanaan praktik pengukuran OTDR

I HASIL PRAKTIKUM



1. Jelaskan event pada gambar diatas

- | | |
|-----------|-----------|
| A = | D = |
| B = | E = |
| C = | F = |

II Analisa

1. Panjang kabel = Meter
2. Dead zone = meter
3. Jarak ujung dengan konektor 1 =meter
4. Jarak konektor 1 dengan konektor 2 =meter
5. Jarak splicing =meter
6. Jarak gangguan loss bending =meter
7. Loss kabel total = dB

-
8. Loss konektor 1 =dB
 9. Loss konektor 2 = dB
 10. Loss Splice =dB
 - 11 Loss bending = dB
 7. Attenuation ideal kabel =dB/km
 8. Attenuation real kabel =dB/km

III Kesimpulan :

1. Secara keseluruhan kualitas kabel (tidak /sudah *) memenuhi persyaratan teknis, karena;

.....
(*coret mana yang tepat)

2. Segmen yang memenuhi syarat teknis adalah :

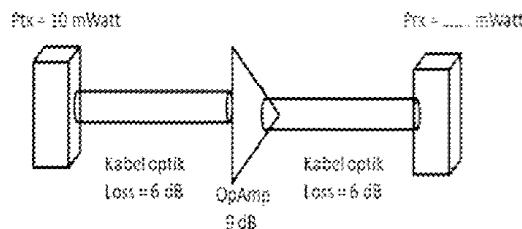
.....
Karena :

3. Segmen yang memenuhi syarat teknis adalah :

.....
Karena :

SOAL UJIAN KENAIKAN KELAS 2014-2015
KELAS XI Kompetensi Teknik Tansmisi dan Teknik Jarigan Akses

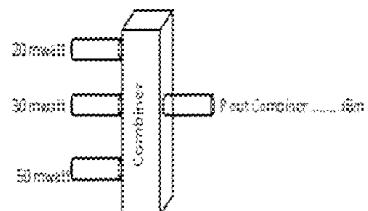
1. Berikut adalah jaringan kabel fiber optic dengan menggunakan OP-Amp,



Jika Pemancar (PTx) = 10 mwatt, dan loss kabel masing masing adalah 6 dB, sedangkan Gain OpAmp = 9 dB, maka daya yang diterima PRx pada penerima adalah,....

- A. 9 mWatt
- B. 8 mWatt
- C. 6 mWatt
- D. 5 mWatt**
- E. 4 mWatt

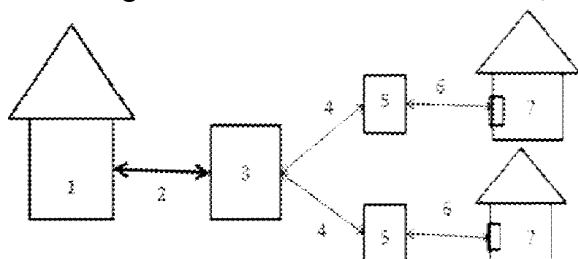
2. Berikut adalah gambar komponen Optical Combiner yang berfungsi untuk mengabungkan sinyal optik



Jika input daya masing masing adalah; 20 mW, 30 mW dan 50 Watt, maka Daya output Combiner adalah,....

- A. 5 milliWatt
- B. 10 milliWatt
- C. 14 milliWatt
- D. 18 milliWatt
- E. 20 milliWatt**

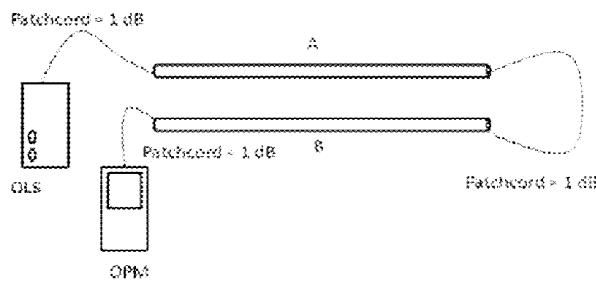
3. Berikut adalah gambar konfigurasi FTTH Fiber to The Home,



Urutan dari hirarkhi jaringan FTTH adalah sebagai berikut,....

- A. OLT – Distribution Cables – Feeder Cables – ODC – ODP – Droppwire optic – Soket

- B. OLT – Distribution Cables – ODC – Feeder Cables – ODP – Dropwire optic – Soket
- C. **OLT – Feeder Cables – ODC – Distribution Cables – ODP - Dropwire optic – Soket**
- D. OLT – Feeder Cables – ODC – Distribution Cables – ODP – Soket - - Dropwire optic
- E. OLT - Dropwire optic - Feeder Cables – ODC – Distribution Cables – ODP – Soket
4. Berikut adalah table warna dari kabel serat optic 144/12 T
 Kabel Optik : 144
 /12 T
- | Tube | Fiber | Urutan ke |
|-------------|--------------|------------------|
| Hijau | Hijau | |
| Putih | Toska | |
- Maka urutan serat optik tersebut, adalah,....
- A. 24 dan 12
- B. **27 dan 72**
- C. 28 dan 68
- D. 30 dan 70
- E. 32 dan 60
5. Suatu kabel serat optic pada kulit kabel PE tertulis kode 36/6T-SM-D – LT, maka artinya, kabel tersebut adalah,....
- A. Kabel tanah tanam langsung
- B. **Kabel tanah tanam dengan duct**
- C. Kabel tanah dengan manhole
- D. Kabel udara tanpa bearer.
- E. Kabel udara dengan bearer
6. Kabel serat optic dengan kapasitas 36/6T, maka urutan fiber yang ke 36 warna tube dan warna fiberanya adalah,....
- A. **Tube = Putih Fiber = Putih**
- B. Tube = Putih Fiber = Hijau Toska
- C. Tube = Putih Fiber = Biru
- D. Tube = Hijau Fiber = Putih
- E. Tube = Hijau Fiber = Hijau Toska.
7. Berikut adalah pengukuran loss total kabel Fiber Optik pada fiber a dan fiber b, di asumsikan loss fiber optic A = loss fiber optic B. Jika OLS mempunyai daya pancar -7 milliWatt dan display OPM tertulis – 18 milliWatt



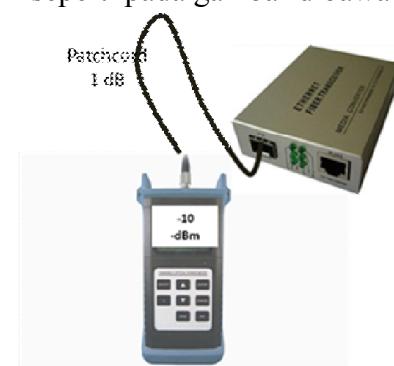
Maka artinya loss total fiber A atau fiber B, sebesar.....

- A. 1 dB
 - B. 2 dB
 - C. 3 dB
 - D. 4 dB**
 - E. 5 dB
8. 1. OPM 2. AVOMeter 3. OLS. 4. Ossciloscope 5. OTDR

Untuk melakuka pengukuran loss total pada patchcord, menggunakan alat,....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3**
- C. 1 dan 4
- D. 1 dan 5
- E. 2 dan 4

9. Pengukuran daya pada OLTE seperti pada gambar dibawah ini



Patchcord yang digunakan mempunyai Loss = 1 dB, sedangkan display OPM menunjukkan nilai -10 milliWatt, maka daya pancar PTx OLT adalah,.....

- A. 1,000 milliWatt
- B. 0,750 milliWatt
- C. 0,500 milliWatt
- D. 0,375 milliWatt
- E. 0,125 milliWatt**

13. Saat akan mengukur daya sinyal optic, maka perlu dilakukan setting parameter pada alat ukur yang disesuaikan dengan nilai parameter pemancar sinyal optic. Parameter tersebut adalah,....
- Scan range
 - Indeks bias
 - Lebar pulsa/ pulse width
 - Waktu pengiriman cahaya
 - Panjang gelombang (λ)**

14. Berikut adalah gambar patchcord dengan jenis,.....



- FC – FC
- FC – LC
- FC – SC**
- FC – ST
- SC – LC

15. Pada alat ukur OTDR terdapat gambar keselamat kerja sebagai berikut.



Artinya, adalah.....

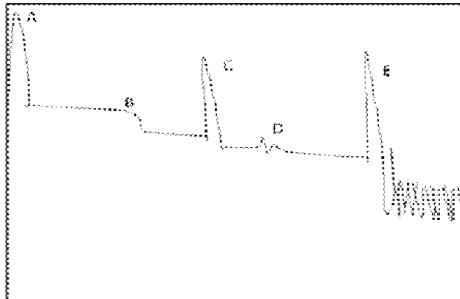
- Berbahaya agar tidak menatap langsung pada layar atau display OTDR
- Berbahaya agar menggunakan kaca mata gelap saat menggunakan OTDR
- Berbahaya agar tidak menatap langsung sumber cahaya kirim OTDR**
- Berbahaya agar tidak mengaktifkan LASER sebelum setting parameter OTDR
- Berbahaya agar dilakukan shut down setelah melakukan pengukuran dengan OTDR

16. Optical Amplifier pada Jaringan Fiber Optik, mempunyai tiga fungsi yaitu *Regeneration, Reshape dan Retime*, artinya,.....

- Memperkuat daya, Menepatkan waktu pulsa, Memperbaiki bentuk pulsa.
- Memperkuat daya, Memperbaiki bentuk pulsa, Menepatkan waktu pulsa**
- Menepatkan waktu pulsa, Memperkuat daya, Memperbaiki bentuk pulsa
- Menepatkan waktu pulsa, Memperbaiki bentuk pulsa, Memperkuat daya

- E. Memperbaiki bentuk pulsa, Menepatkan waktu pulsa, Memperkuat daya.
17. Salah satu syarat instalasi Fiber Optik adalah tidak diperkenankan membuat lilitan Fiber Optik dengan jari jari (R) kurang dari 3 (tiga) centimeter, hal tersebut adalah untuk menghindari ,.....
- Dispersion
 - Absorption
 - Attenutaion
 - Micro Bending
 - Macro Bending**
18. Berikut adalah gambar perubahan bentuk pulsa yang menyebabkan terjadi cacat sinyal atau Bit Error, kejadian tersbut disebut dengan,.....
- 
- Dispersion**
 - Absorption
 - Attenutaion
 - Micro Bending
 - Macro Bending
19. Jika suatu pengukuran kualitas pengiriman data dengn kabel Fiber optic, menghasilkan nilai Bit Error Rate (BER) sebesar 8×10^{-9} , maka artinya,.....
- 8 bit yang dikirim cacat dari 1 milyard bit yang dikirim
 - 8 bit yang dikirim cacat dari 1 milyard bit yg diterima
 - 8 bit yang diterima cacat dari 1 milyard bit yg diterima
 - 8 bit yang diterima cacat dari 1 milyard bit yang dikirim**
 - 8 bit yang diterima tidak cacat dari 1 milyard bit yang dikirim.
20. Setelah kabel Fiber Optik terkupas dan terurai, untuk dilakukan penyambungan ditempatkan pada Joint Closure, agar kabel tidak terlepas, maka ada bagian kabel yang harus ditambatkan pada Joint Closure, bagian tersebut disebut dengan ,.....
- Filler
 - Strength member**
 - Gel
 - Aramid Yarn
 - Rip Cord

-
21. Salah satu standard Internasional penyambungan Fiber Optik secara permanen dengan menggunakan splicer, yaitu Estimasi Loss yang diperbolehkan adalah,....
- A. < 6 dB
 - B. < 5 dB
 - C. < 4 dB
 - D. < 3 dB
 - E. < 2 dB
22. 1. Heating ; 2. V- Grove; 3. Stripping. ; 4. Fiber Cleaver; 5. Fiber cleaning ; 6 Fussion; Langkah atau procedure penyambungan Fiber Optik menggunakan Fusion Splicer adalah sebagai berikut ,....
- A. 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
 - B. 2 – 4 -1 – 5 - 3 – 6
 - C. 3 – 5 – 4 – 2 – 6 – 1
 - D. 4 – 1 - 2 - 5 - 6 - 3
 - E. 5 – 3 – 2 -1 – 6 – 4
23. Jika suatu pemancar optic memancarkan daya $PTx = 100$ milliwatt. Jaringan kabel mempunyai Loss Total sebesar 36 dB. Sedangkan penerima optic dari pabrik disyaratkan dapat menerima daya (Receive sensitive Level /RSL) sebesar = 10 milliwatt. Savety margin dari ITU-T => $RSL + 3B$ Maka diperlukan optical amplifier dengan Gain sebesar
- A. 26 dB
 - B. 16 dB
 - C. 10 dB
 - D. 9 dB
 - E. 6 dB
24. Pada teknologi G-PON terdapat perangkat atau komponen yang berfungsi sebagai titik distribusi dari satu fiber optic menjadi beberapa fiber optic atau sebagai penggabung dari beberapa fiber optic menjadi satu fiber optic, komponen tersebut disebut dengan,....
- A. OLT
 - B. ONT
 - C. ONU
 - D. Splitter
 - E. OAN.

25. Pada teknologi G-PON dalam satu Fiber Optik disamping digunakan sebagai sinyal arah kirim juga sebagai sinyal arah terima. Agar sinyal layanan informasi pada G-PON dapat disalurkan berlawanan arah pada fiber optic, maka identitasnya adalah
- A. Panjang gelombang
 - B. Warna Cahaya
 - C. IP address
 - D. Nomor telepon
 - E. Time slot.
26. Yang bukan setting parameter pada alat ukur OTDR, adalah,....
- A. Scan Range
 - B. Pulse Width
 - C. Wave Length
 - D. Index Bias (IOR)
 - E. Voltage Input
27. Prinsip OTDR untuk menentukan jarak suatu kejadian (events) adalah dengan prinsip waktu pantulan cahaya dengan menggunakan rumus panjang / jarak = kecepatan cahaya x waktu refleksi / (2 x indeks bias core).
Jika kecepatan cahaya = 3×10^8 mtr/detik dan indeks bias core = 1,5. Maka panjang kabel (dalam kilometer) yang putus bila waktu refleksi cahaya adalah 30 mikro detik.....
- A. 12 km
 - B. 10 km
 - C. 9 km
 - D. 6 km
 - E. 3 km
28. Berikut adalah tampilan suatu display pada OTDR
- 
- Arti dari A, B, C, D dan E adalah sebagai berikut ;
- A. Connector - Dead Zone – Sambungan - Bending – End of Fiber
 - B. Dead Zone – Connector – Sambungan - Bending – End of Fiber
 - C. Dead Zone – Sambungan – Connector - Bending – End of Fiber
 - D. Bending - Dead Zone – Sambungan – Connector – End of Fiber
 - E. Sambungan - Connector - Dead Zone – Bending – End of Fiber

29. Berikut adalah table hasil pengukuran Kabel Fiber Optik OTDR dari Slipi ke beberapa ruas lokasi

No	Ruas Kabel	Panjang Km	2 point Loss dB
1	Slipi - Cawang	9	7
2	Slipi - Tj Priok	6	8
3	Slipi - Kebayoran	6	5
4	Slipi - Bekasi	12	14
5	Slipi - Tanggerang	10	9

Dari table tersebut kabel Fiber Optik yang kualitasnya tidak memenuhi syarat adalah,....

- A. Slipi – Cawang
- B. Slipi – Tanjung Priok
- C. Slipi - Kebayoran
- D. Slipi – Bekasi**
- E. Slipi – Tanggerang.

30. Teknologi Wavelength Division Multiplexing (WDM) adalah teknologi untuk meningkatkan kapasitas atau kecepatan bandwidth pada fiber optic, prinsip kerjanya adalah,....

- A. Menggabungkan warna cahaya yang berbeda menjadi satu berkas cahaya
- B. Menggabungkan panjang gelombang cahaya yang berbeda menjadi satu berkas cahaya.**
- C. Menggabungkan indeks bias cahaya yang berbeda menjadi satu berkas cahaya.
- D. Menggabungkan frekwensi cahaya yang berbeda menjadi satu berkas cahaya.
- E. Menggabungkan intensitas cahaya yang berbeda menjadi satu berkas cahaya.

Daftar Pustaka

ITU-T Manual Book, *Optical Fibers, Cables and Systems*, 2009

UE-Telcom Commite , *FTTH Handbook*, 2012

Govin P.Agrawal, *Fiber Optic Communication*, Wiley Interscience 2010

Diktat Pelatihan *SKSO dan DWDM* PT Telekomunikasi Indonesia, Divisi Pelatihan 2004

Tentang Penulis



Sukhendro Pragulo, Lulus Sarjana Elektro Jurusan Teknik Telekomunikasi tahun 1993, Sekolah Tinggi Teknik Telekomunikasi di Bandung. Saat ini sebagai guru Produktif pada SMK TELKOM Jakarta, Yayasan Pendidikan TELKOM dan juga sebagai assesor Teknisi Fiber Optik BSNP pada LSP-TPCC PT TELKOM.

Karier diawali mulai dari teknisi Pengatur Muda Teknik PMTNT pada tahun 1977 di PERUMTEL yang saat ini bernama PT Telekomunikasi Indonesia (PT TELKOM) Jabatan yang pernah diemban, yaitu antara lain;

- a. Kasi Perencanaan Konfigurasi Network Backbone Bali Nusra di DIVRE Denpasar
- b. Kepala Urusan Transmisi Sumatera Bag Selatan di DIVRE Palembang
- c. Kepala Bagian OPHAR Network Backbone Jawa Timur di DIVRE Surabaya
- d. Kepala Unit Pengelola Network Daerah Surabaya di DIVRE Surabaya
- e. Kepala Unit Pengelola Network Daerah Jakarta Divisi Network
- f. Kepala Representative Office Jakarta - JABAR Divisi Long Distance
- g. Manager Infrastruktur Backbone Jakarta-(Semanggi) Divisi INFRATEL

Pelatihan atau Trainning Dalam Negeri dan Luar Negeri yang pernah diikuti berkaitan dengan Sistem Komunikasi Serat Optik antara lain,

- a. Optical Submarine Cables, NEC Tokyo Japan 1997
- b. DWDM -for HPBB Jawa Sumatera, SIEMENS Training Center, Muenchen Germany 2002
- c. DWDM for Java Backbone, ZTE corp Shenzhen China 2004
- d. Assesor TIFO, BSNP -TPCC PT TELKOM Bandung