

BAB II

DASAR - DASAR SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK

2.1. Umum

Gelombang cahaya juga merupakan gelombang elektromagnetik, jadi sebenarnya pengembangan sistem telekomunikasi dari gelombang elektromagnetik ratusan gigahertz ($=10^9$ Hz) ke ratusan terahertz ($=10^{12}$ Hz) merupakan perkembangan yang logis dalam bidang telekomunikasi. Semakin tinggi frekuensi gelombang pembawa semakin tinggi kapasitasnya atau dapat juga dikatakan semakin banyak kanal telepon yang dapat ditumpangkan.

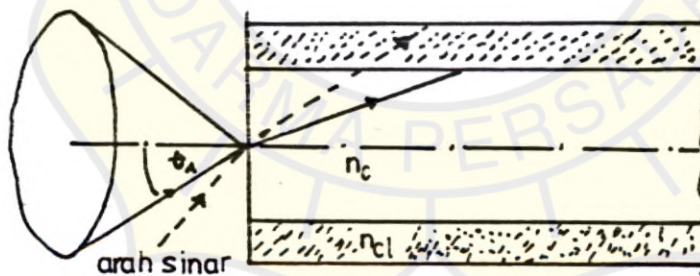
Sistem komunikasi serat optik menggunakan sinyal - sinyal listrik sebagai sinyal input. Sinyal yang akan dikirim masih dalam bentuk sinyal listrik, melalui penguat memodulasi sumber cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya (LED - Light Emitting Diode atau ILD - Injection Laser Diode). Gelombang cahaya ini lalu disalurkan melalui serat optik dan ditempat penerima, yang biasanya berupa photo diode, keluaran dari detektor ini yang berupa sinyal-sinyal listrik diteruskan kerangkaian berikutnya.

2.2. Struktur Serat Optik dan Jenisnya

2.2.1. Struktur Serat optik

Serat optik merupakan suatu penghantar cahaya yang bulat dan tipis dengan diameter $125 \mu\text{m}$, yang terdiri dari sebuah inti dengan diameter $5 - 50 \mu\text{m}$, dan selubung konsentris yang terbuat dari serat kuarts. Oleh karena inti mempunyai indeks bias yang sedikit lebih tinggi dari selubung, maka perambatan gelombang cahaya dibatasi sampai inti saja.

Indeks refraktif di dalam inti (n_o) adalah sedikit lebih besar dari pada selubung (n_c). Oleh sebab itu peristiwa cahaya pada permukaan ujung serat bergerak langsung ke dalam serat. Total pengulangan refleksi pada batas inti dan selubung terjadi bila sudut penjalaran cahaya lebih kecil dari sudut kritis. Pemantulan cahaya pada serat optik dapat dilihat pada gambar 2-1.



Gambar 2-1 Pemantulan cahaya di dalam serat optik

2.2.2. Celah Numerik (Numerical Arperture)

Celah numerik adalah ukuran kemampuan pengumpulan

cahaya dari serat optik.

Celah numerik ini dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$NA = (n_c^2 + n_{cl}^2)^{1/2} \dots\dots\dots(2-1)$$

2.2.3. Jenis/Tipe Serat Optik

Jenis serat optik dapat dibagi menurut kegunaannya dan tempat dimana serat tersebut dipergunakan seperti :

- 1) Serat optik untuk sistem komunikasi kabel laut.
- 2) Serat optik untuk sistem komunikasi terestrial.

2.2.3.1. Serat optik untuk sistem komunikasi kabel laut.

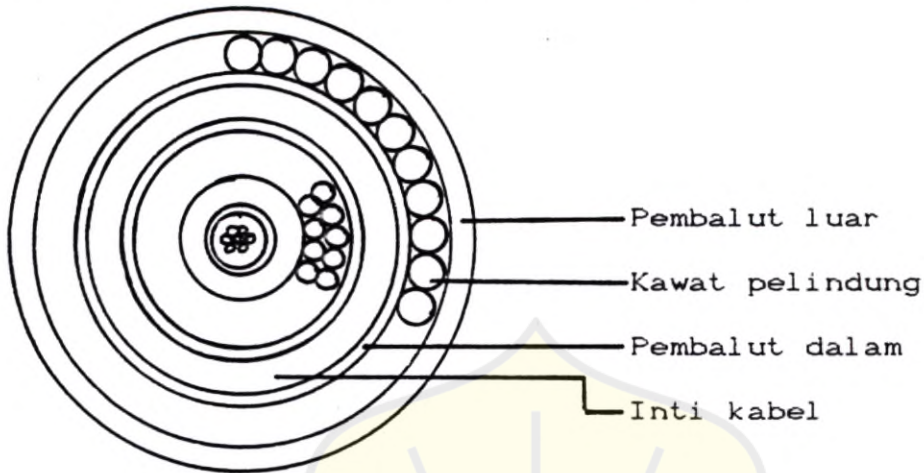
Kabel serat optik yang dipergunakan untuk sistem komunikasi kabel laut harus mempunyai persyaratan seperti :

- Dapat berfungsi sebagai penghantar daya listrik ke pengulang (repeater).
- Dibuat khusus untuk dapat menahan segala gangguan dari luar, seperti : tekanan air yang tinggi, beban besar, pembengkokan dan tahan terhadap ancaman binatang laut.
- Dan dapat beroperasi untuk waktu yang lama.

- 1) Kabel tipe SAL (Kabel Berperisai tunggal).

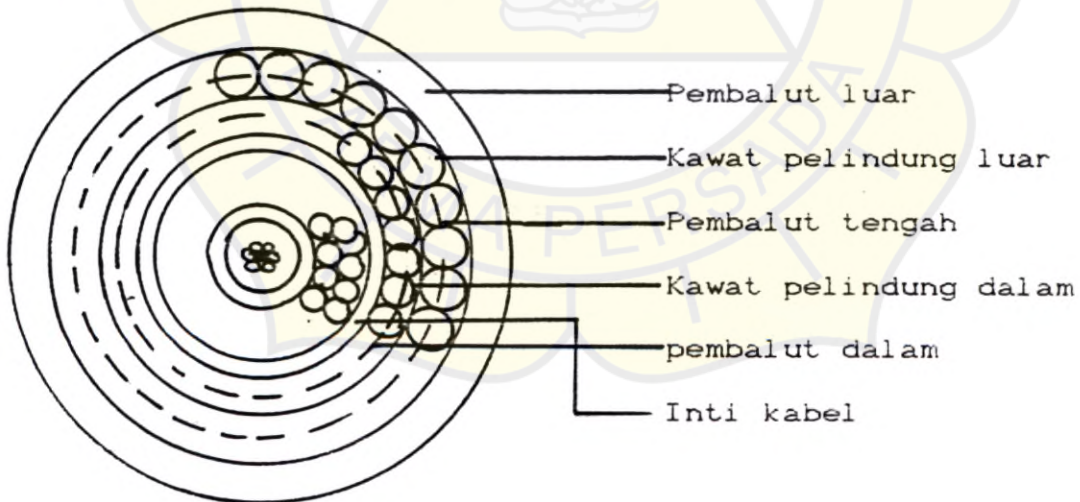
Kabel jenis ini hanya dilindungi oleh satu lapisan kawat baja disekelilingnya. serat optik jenis ini mempunyai diameter terluar sebesar 33 mm. Gambar 2-2 menunjukkan bentuk penampang dari serat optik tipe SAL. [TMKL 89]

2) Kabel tipe DA (Kabel berperisai ganda). Kabel serat



Gambar 2-2 Bentuk penampang kabel tipe SAL [TMKL 89]

optik tipe ini dilindungi oleh dua lapisan kawat baja disekelilingnya. Serat optik tipe ini mempunyai diameter terluar sebesar 43 mm. Gambar 2-3 menunjukkan bentuk penampang dari serat optik tipe DA.



Gambar 2-3 Bentuk penampang kabel tipe DA [TMKL 89]

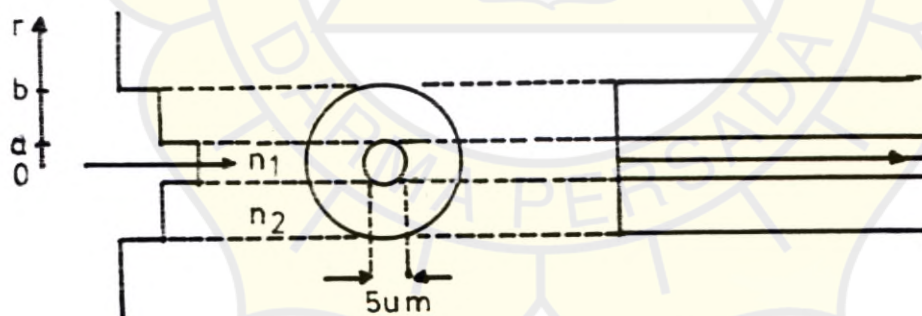
2.2.3.2. Serat optik untuk komunikasi terestrial.

Bedasarkan dengan banyaknya mode yang dapat dilewatinya, serat optik dapat dibedakan menjadi :

- 1) Serat singlemode step indeks
- 2) Serat multimode step indeks
- 3) Serat multimode graded indeks

1. Serat Singlemode Step Indeks

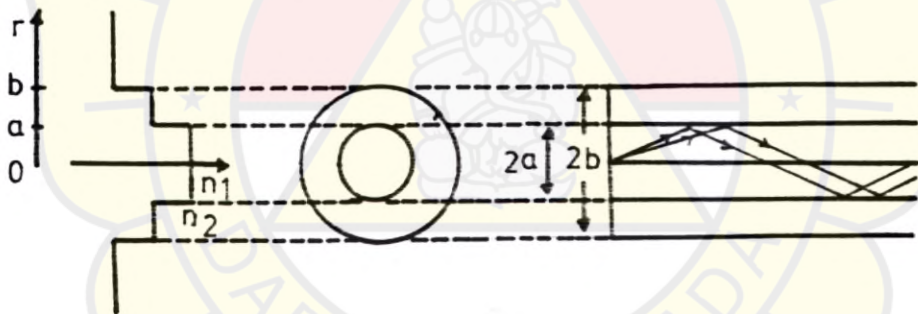
Serat ini hanya menyalurkan satu mode sinar optik pada sumbu di dalam diameter inti yang sangat kecil (5 - 10 μm), sehingga memungkinkan untuk mendapatkan lebar pita yang besar, oleh karena n_1 lebih besar dari pada n_2 sehingga semua sinar optik tidak terbias melainkan menembus lurus inti serat. Bentuk penampang dan penjalaran cahaya pada serat ini terlihat pada gambar 2-4.



Gambar 2-4 Bentuk penampang dan penjalaran sinyal pada serat singlemode [GMPG 87]

2. Serat Multimode Step Indeks

Jenis ini merupakan yang pertama dikembangkan. Semua sinar optik disalurkan ke dalam serat dengan sudut pancar yang bermacam - macam dengan indeks bias inti n_1 (diameter 50 - 100 μm) dan dikelilingi oleh selubung yang mempunyai indeks bias n_2 (diameter 125 - 150 μm), dimana $n_1 > n_2$ sehingga mengalami pantulan secara total pada perbatasan inti dengan selubung. Bekas intinya mengalami penjalaran dengan sudut yang berbeda, akan sampai pada ujung serat dengan waktu yang berbeda pula, ini mengakibatkan batasan lebar bidang transmisinya yaitu sekitar 10 - 50 MHz.

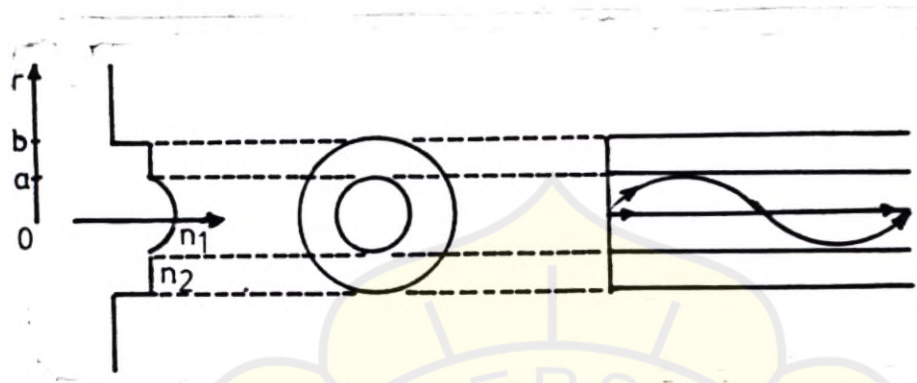


Gambar 2-5 Penjalaran gelombang cahaya dalam serat jenis step indeks [GMPG 87]

3. Serat Multimode Graded Indeks

Jenis ini dapat mereduksi perbedaan waktu perjalanan sinar dengan membuat indeks bias dari intinya yang menurun secara radial dari inti keluar (indeks bias inti adalah yang

paling besar) disebut dengan serat graded indeks. Pada serat optik jenis ini



Gambar 2-6 Bentuk penampang dan penjalaran cahaya pada serat optik graded indeks [GMPG 87]

distribusi indeks bias inti dapat dianggap terdiri dari banyak lapisan yang masing - masing mempunyai indeks bias yang tidak homogen. Serat jenis ini mempunyai ukuran 50 μm untuk diameter intinya dan 125 μm untuk selubungnya (rekomendasi CCITT G 651), dan dipergunakan untuk sistem transmisi jarak menengah dengan lebar bidang antara 200 - 1000 MHz. Bentuk penampang dan penjalaran cahaya terlihat pada gambar 2-6.

2.3. Sumber Optik

Penjalaran sinyal - sinyal suara (analog) yang telah dirubah kedalam bentuk sinyal - sinyal digital

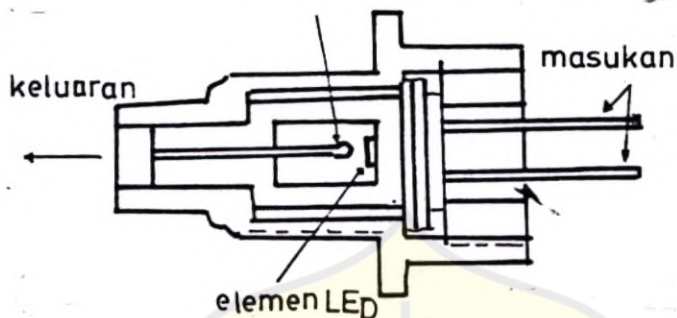
(listrik) didalam LTE sinyal yang berbentuk elektrik tersebut sebelum dipancarkan melalui kabel serat optik terlebih dahulu dirubah lagi menjadi sinyal - sinyal cahaya. Perubahan dari sinyal elektrik ke dalam bentuk sinyal cahaya dilakukan oleh suatu peralatan yang disebut LD (Laser Dioda) dan atau LED (Light Emitting Dioda). Syarat - syarat dari sumber serat optik yang digunakan untuk transmisi serat optik adalah sebagai berikut :

- Dapat langsung dimodulasi sampai frekuensi tertinggi dengan arus yang kecil dan tegangan yang rendah.
- Mempunyai daya optik yang besar di dalam serat.
- Mempunyai panjang gelombang di daerah 850 nm, 1300 nm.
- Mempunyai lebar spektrum yang sempit.
- Mempunyai umur sumber yang panjang.

2.3.3. Light Emitting dioda

Sumber optik jenis ini termasuk harganya relatif murah serta mempunyai keandalan yang tinggi dan panjang gelombang yang dihasilkan kira - kira 850 nm. Oleh karena cahaya yang dihasilkan tersebar (inkoheren) yang mempunyai lebar spektrum sedikit agak besar kira - kira 300 Å. Lebar beam (penyinaran) cahaya yang dihasilkan oleh LED cukup besar . Panjang gelombang yang dihasilkan tergantung dari pada bahan material LED. Untuk jenis LED GaAlAs mempunyai panjang gelombang 800 - 900 nm, sedang untuk jenis InGaAsP mempunyai panjang gelombang 1100 - 1600

nm.



Gambar 2-7 Bentuk penampang dari LED [FJTS 85]

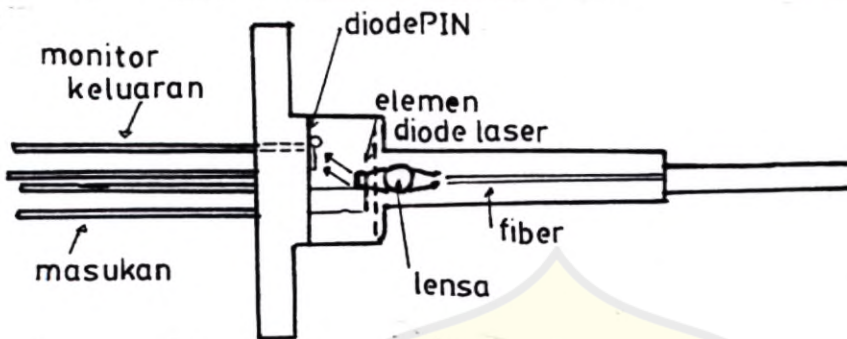
2.3.2. ILD (Injection Laser Diode)

ILD mempunyai lebar spektrum keluarannya kira-kira 25 \AA dan sudut radiasinya kecil sekitar 20° dan sinar yang dipancarkan terkumpul (koheren). Daya keluarannya lebih tinggi dari LED dan batas kecepatan modulasi langsung adalah 1 GHz. Karena itu elemen ini dapat dipakai untuk transmisi jarak jauh dengan kapasitas tinggi. Kekurangan yang paling serius pada jenis ini (ILD), adalah usia pakai yang relatif pendek berkisar 10.000 jam, sedangkan LED dapat mencapai 100.000 jam.

2.4. Detektor Optik

Detektor optik mengubah informasi dari sinyal optik menjadi sinyal listrik dan disebut sebagai O/E (Optical - Electrical) konverter yang selanjutnya sinyal

elektris yang dikeluarkan oleh detektor diolah menjadi fungsi sinyal yang diperlukan.



Gambar 2-8 Bentuk penampang dari ILD [FJTS 85]

Panjang gelombang sinar optik yang digunakan dalam sistem SKSO antara $0,8 - 1,55 \mu\text{m}$. Prinsip dasar detektor optik adalah sebagai berikut : detektor menyerap sinar yang datang, yang menghasilkan pembawa muatan listrik dalam bentuk elektron bebas atau hole. Aliran pembawa muatan ini menghasilkan sinyal listrik.

Cahaya yang dipancarkan ke dalam serat optik pada ujung pengirim mempunyai daya hanya beberapa mikro watt sampai ke mili watt. Oleh karena cahaya yang diterima cukup lemah sebagai akibatnya rendaman pada serat optik, maka detektor yang digunakan harus mempunyai kemampuan antara lainnya :

1. Kepekaan tinggi.
2. Panjang gelombang harus tepat dengan sumber cahaya yang digunakan.
3. Waktu tanggap tinggi (Responsivity).

Perbandingan perubahan kenaikan arus detektor dengan daya optik rata - rata yang jatuh pada daerah aktif dari detektornya.

$$R = \frac{I_p}{P_o} = \frac{\eta \cdot q \cdot \lambda}{h \cdot c} \left[\frac{A}{W} \right] \dots\dots\dots(2-2)$$

4. Efisiensi konversi sinyal optik ke sinyal listrik tinggi.

$$\eta = \frac{\text{banyak elektron bebas yang dibangkitkan}}{\text{banyak foton yang jatuh}}$$

$$\eta = \frac{I_p \cdot h \cdot c}{P_o \cdot q \cdot \lambda} \dots\dots\dots(2-3)$$

dimana : I_p = arus foton yang dibangkitkan.

P_o = daya optik yang jatuh pada detektor

h = konstanta plank ($6,625 \times 10^{-34} \text{ vs}^2$)

q = muatan elektron ($1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

c = kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

5. Handal.

6. Sederhana.

7. Ekonomis.

8. Noise rendah.

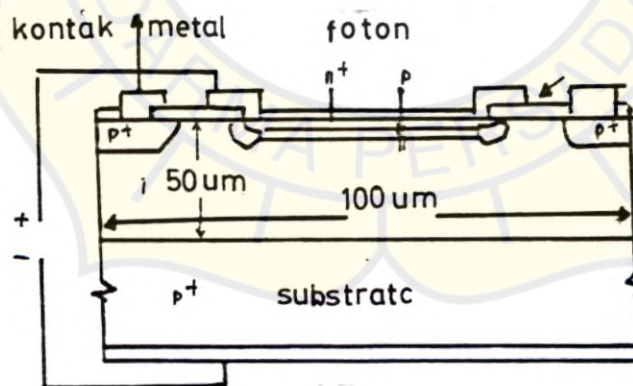
Ada dua jenis detektor yaitu:

1) Avalanche photo diode(APD)

2) Positif Intrinsik Negatif Photo Diode

2.4.1. Detektor optik dioda foto jenis APD

Avalanche Photo Diode mempunyai efek beruntun (avalanche effect) dengan menerapkan bias mundur yang besar kedalam pn junction, yang menimbulkan jumlah sangat kecil untuk membawanya bergerak dimana menghasilkan pembawa yang lain secara berturut - turut, dengan demikian akan mempercepat kenaikan arus. Itu adalah suatu keuntungan dari APD yang mempunyai penguatan dalam yang berhubungan dengan "internal photo current multiplication", yang menghasilkan perbandingan S/N yang tinggi. APD memberikan operasi switching yang mengontrol cahaya agar dapat dipakai sekitar 1 GHz. Ini membutuhkan bias yang tinggi sekitar 100 - 200 volt untuk frekwensi yang tinggi. APD lebih tepat dipergunakan untuk sistem komunikasi dalam skala sedang dan skala besar.

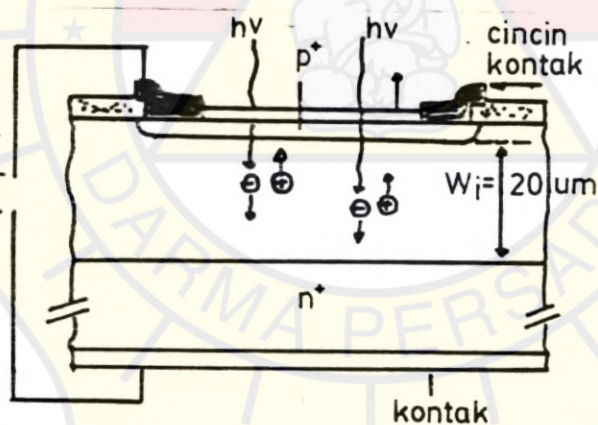


Gambar 2-9 Struktur dari dioda foto APD [FJTS 85]

2.4.2. Detektor optik dioda jenis PIN

PIN bekerja atas dasar elektron dan hole yang

berpasangan, yang dibentuk oleh cahaya yang timbul, kemudian berubah menjadi arus keluaran di dalam lapisan yang hilang yang ditimbulkan oleh sambungan pn atau yang ekuivalen dengannya. Dimana sambungan PIN dioda mempunyai lapisan i (intrinsik semikonduktor) yang sering digunakan karena memberikan keuntungan dengan efisiensi kuantum yang lebih besar dan kapasitas sambungan yang lebih kecil. foto dioda ini mempunyai tegangan bias mundur yang kecil hanya untuk lebih kecil dari 10 volt yang menjadikannya mudah untuk digunakan. Elemen penerima cahaya cocok untuk pemakaian dengan kapasitas sedang sampai rendah dimana beroperasi dengan kecepatan terbatas dari 10 - 100 MHz.



Gambar 2-10 Struktur dari dioda foto PIN [FJTS 85]

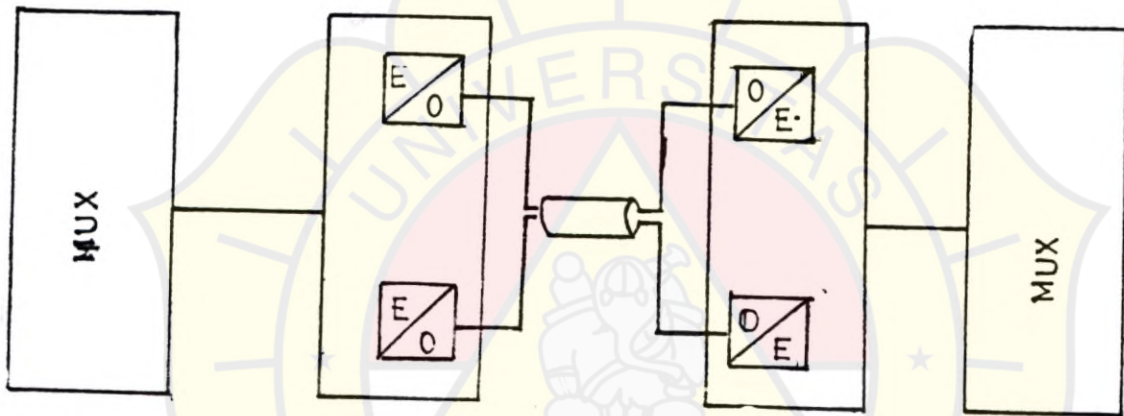
2.5. Sistem Komunikasi Serat Optik Antar Sentral

Pada dasarnya sistim komunikasi serat optik antar

sentral terbagi menjadi tiga bagian yaitu :

- 1) Sistem multipleks digital.
- 2) Perangkat terminal saluran.
- 3) Kabel serat optik.
- 4) Perangkat pengulang.

Gambar 2-11 menunjukkan blok diagram hubungan sistem komunikasi serat optik.



LTE = Perangkat terminal saluran

Gambar 2-11 Skema blok sistem komunikasi serat optik

2.5.1. Sistem multipleks digital

Sistem multipleks digital adalah sebagai tempat pengolahan sinyal informasi, yang mana sistem ini dikenal juga dengan istilah Modulasi Kode Pulsa "CPDM". Dimana sistem PCM ini mempergunakan sistem PCM 30 Yang

mengikuti sistem Eropa (A-Law). Dalam PCM 30 sinyal dalam analog dirubah kedalam bentuk digital dengan mengikuti beberapa aturan, dimana prosesnya adalah sebagai berikut :

- 1) Dengan proses sampling (pencuplikan).
- 2) Dengan proses kuantisasi.
- 3) dengan pengkodean.

2.5.1.1. Proses Sampling (Pencuplikan)

Proses pencuplikan digunakan untuk menetapkan harga maksimum, dimana sinyal dalam bentuk analog dicuplik tanpa menghilangkan informasinya, sehingga didapatkan kembali sinyal asli. Frekuensi sampling (f_a) harus lebih besar dua kali dari frekuensi tertinggi dari sinyal analog (f_s), atau $f_a > 2f_s$. Frekuensi sampling untuk kanal suara sebesar 300 - 3400 Hz ($2f_s = 8000$ Hz). Sinyal telepon dicuplik 8000 kali perdetik.

Jarak antara dua pencuplikan yang berurutan dari sinyal telepon adalah sama (jarak pencuplikan = TA), dihitung sebagai berikut : [CARD 84]

$$TA = \frac{1}{f} = \frac{1}{8000 \text{ Hz}} = 125 \mu\text{s}$$

2.5.1.2. Proses kuantisasi

Sinyal modulasi amplitudo pulsa ("PAM") masih menggambarkan sinyal telepon dalam bentuk analog. Untuk mendapatkan sinyal digital yang pertama dilakukan adalah

mengubah sinyal analog tersebut dengan proses kuantisasi. proses kuantisasi dapat digolongkan atas dua hal, yaitu

- Proses kuantisasi uniform.
- Proses kuantisasi non-uniform.

Dari kedua proses kuantisasi di atas yang lebih umum dipergunakan adalah proses kuantisasi non uniform, karena proses kuantisasi uniform menimbulkan distorsi noise.

2.5.1.3. Proses pengkodean

Proses ini adalah merupakan proses pengkodean dari sinyal telepon yang telah dikuantisasi. Dimana satu sinyal digital yang telah dikuantisasi dihargai senilai 8 bit. Hal tersebut didapatkan dari setiap time slot, dimana ada sebanyak 32 time slot di dalam satu frame. Pada PCM 30 terdapat 16 frame (multiframe). Dalam proses pengkodean atau proses akhir dari PCM 30 kita mendapatkan bits rate sebesar 2048 kbps. Ini didapat dari perhitungan sebagai berikut :

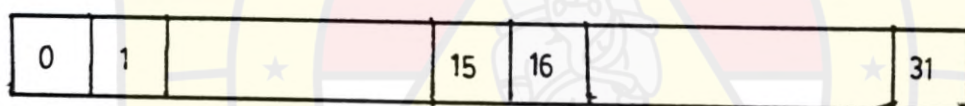
Dalam satu detik terdapat 30 time slot + 2 time slot yang masing - masing berfungsi sebagai sinkronisasi (TS 0) dan sebagai pensinyalan (TS 16), sedangkan satu time slot dikodekan dengan 8 bit. Jadi didapatkan jumlah bit sebesar $32 \times 8 = 256$ bit. Dalam satu detik dilakukan penyampling sebanyak 8000 kali, untuk itu didapatkan jumlah bit rate sebesar $256 \text{ bit} \times 8000/s = 2048 \text{ kbps}$. Gambar 2-12 menunjukkan struktur frame dari PCM 30.

Keluaran dari PCM 30 ini dihubungkan dengan sistem multiplexing digital.

Sistem multiplex digital yang terdapat pada PCM dengan mempergunakan sistem A-law terdiri atas 4 tingkatan yaitu :

1) Penggabungan primer	30 kanal	2.048 kbps
2) Multiplexer orde II	120 kanal	8.448 kbps
3) Multiplexer orde III	480 kanal	34.368 kbps
4) Multiplexer orde IV	1920kanal	139.264 kbps

Tiap orde kita lakukan memultiplexer empat buah multiplexer yang setingkat dibawahnya. Jadi kita mendapatkan kapasitas kanal dengan kecepatan empat kali lebih besar dari yang sebelumnya.



Keterangan :

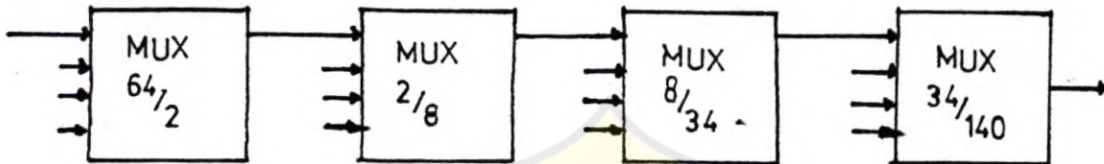
- Kanal 0 : Sinkronisasi
Kanal 1-15,17-31 : Kanal telepon
Kanal 16 : Pensinyalan

Gambar 2-12 Satu time slot dari PCM 30

Proses sampling, kuantising, pengkodean dan penggabungan sinyal masing - masing kanal adalah mempergunakan Time Division Multiplexing (TDM).

Arus bit yang dilewatkan ke dalam multiplex dikodekan menurut kode penghubung (interface). Kode yang

dipergunakan adalah kode HDB (High Density Bipolar), disini adalah kode HDB3 untuk sistem PCM 30, 120 dan 480, sedang untuk 1920 digunakan dengan secara sederhana, seperti pada gambar 2-13.



Gambar 2-13 Susunan dasar multipleks digital

2.5.2. Perangkat Terminal Saluran

Perangkat terminal akhir (LTE) berfungsi sebagai penghubung dari peralatan multipleks ke saluran serat optik. Jadi LTE adalah awal dari sistem komunikasi serat optik. Proses yang terjadi pada LTE adalah sebagai berikut :

Sinyal masukan dalam Kode CMI yang berasal dari "Digital distribution Frame" multipleks digital orde empat dirubah menjadi bentuk sinyal biner oleh dekoder CMI. Selanjutnya oleh enkoder 5B/6B sinyal tersebut dirubah menjadi sinyal 5 bit seterusnya menjadi 6 bit (kode 5B/6B), selanjutnya diubah kedalam pulsa cahaya oleh LD atau LED pada pemancar optik untuk selanjutnya dikirimkan melalui serat optik. Proses sebaliknya terjadi pada sistem penerima, seperti diperlihatkan pada gambar 2-14.

Pada bagian penerima, tingkatan sinyal yang

diterima diatur secara otomatis yaitu dengan mengubah - ubah tegangan bias detektor optiknya, sehingga pada detektor jenis APD diperoleh penguatan dalam yang berubah - ubah atau pada sebuah dioda jenis PIN dengan sebuah penguat kontrol yang terpisah. Kemudian sinyal diteruskan ke bagian pengkode 5B/6B. Bagian ini perinsipnya sama dengan pada bagian pengirim, hanya operasinya berfungsi sebagai dekoder. Suatu sinkronisasi atau pelaksana penjajaran



Gambar 2-14 Sistem kerja LTE 140 Mbps [NKFO 88]

diperlukan untuk merubah 6 kata - kata biner menjadi 5 kata - kata biner. Kemudian keluaran dari pengkode 5B/6B ini masuk kedalam bagian penyandi CMI. Dengan pengkode ini arus - arus bit biner dari pengkode saluran dikonversikan kedalam kode CMI yang distandarisasikan oleh CCITT. Sinyal yang diperoleh yaitu HDB3 atau CMI disalurkan melalui penguat keluaran ke pembagi digital frame (multiplekser).

Sinyal keluaran dari penerima adalah sama dengan sinyal masukan pada pengirim dari sistem transmisinya. [NKFO 88]

- Catu Daya

Catu daya adalah sebuah peralatan yang merubah tegangan masukan sebesar 48/60 volt menjadi tegangan keluaran yang stabil sebesar 8, 7, 5 dan -5,2 volt tegangan keluaran akan memproteksi kesalahan dari kelebihan beban dan kelebihan tegangan, jika terjadi kelebihan beban maka tegangan akan dikurangi dan jika terjadi kelebihan tegangan maka tegangan keluaran akan di cut-off seluruhnya. Sinyal alarm akan dibangkitkan jika tegangan keluaran turun dibawah ambang batas yang telah ditentukan.

- Unit Sistem Alarm

Unit sistem alarm adalah sebagai tempat untuk mendeteksi kesalahan, dan akan mengolah kesalahan tersebut kemudian mengirimkannya keperalatan LED atau alarm dan kebagian operasi pemeliharaan. Secara umum unit ini berfungsi untuk mengawasi segala bentuk kesalahan supaya lebih mudah untuk diketahui.

- Unit Pendeteksi Kegagalan

Unit ini membangkitkan sinyal AIS (Alarm Indication sinyal) 46421,3 kHz untuk CMI dekoder dan sebesar 139264 kHz untuk CMI enkoder yang dipergunakan untuk

memonitor sinyal AIS. Jika ada ditemukan kesalahan maka LED 139264 yang berada di depan peralatan akan menyala dan sinyal alarm akan dilewatkan ke dalam sistem alarm unit kerja serta CMI dekoder.

2.6. Keuntungan Dari Sistem Komunikasi Serat Optik

Keuntungan - keuntungan yang dapat diperoleh dari pemakaian serat optik adalah sebagai berikut :

- Ukuran serat optik relatif kecil, ringan dan lentur.
- Kapasitas transmisi besar.
- Tidak peka dengan interferensi elektromagnetik dan frekuensi radio.
- Redaman transmisi rendah.
- Mempunyai lebar pita yang lebar.
- Tidak terjadi percakapan silang (crosstalk) antara serat - serat yang dipasang paralel.
- Pemasangan pengulang pada jarak yang jauh (± 25 Km).
- Tidak mudah untuk disadap.
- Serat tidak korosi.
- Kebal terhadap arus balik tanah.

2.7. Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL)

Sistem komunikasi kabel laut (SKKL) adalah suatu sistem komunikasi melalui laut dengan menggunakan media transmisi serat optik, yang diletakkan terbaring diatas dasar pada bagian air yang dalam atau di dalam parit pada bagian laut yang paling dangkal. Kabel serat optik yang dipergunakan mempunyai persyaratan - persyaratan tertentu terutama mengenai perlindungan terhadap tegangan tarik dan gangguan dari luar. [SITI 89]

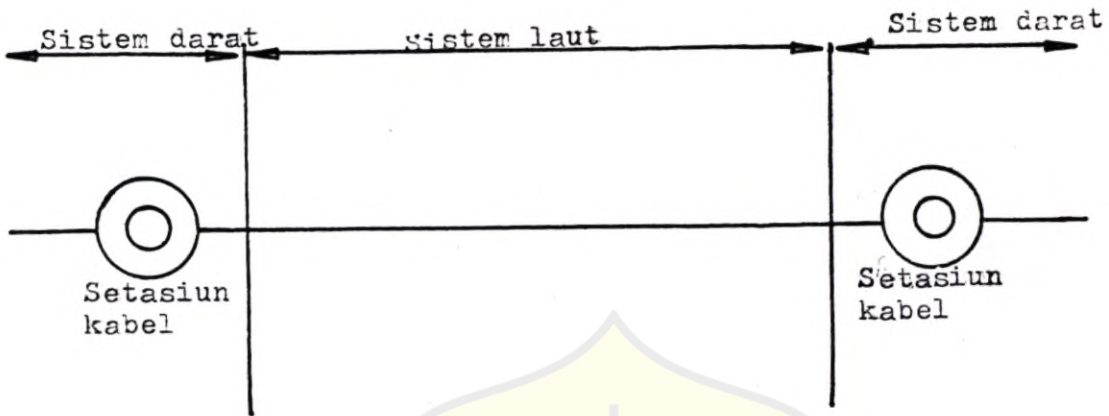
2.7.1. Sistem Jaringan

Keseluruhan sistem komunikasi kabel laut terdiri dari :

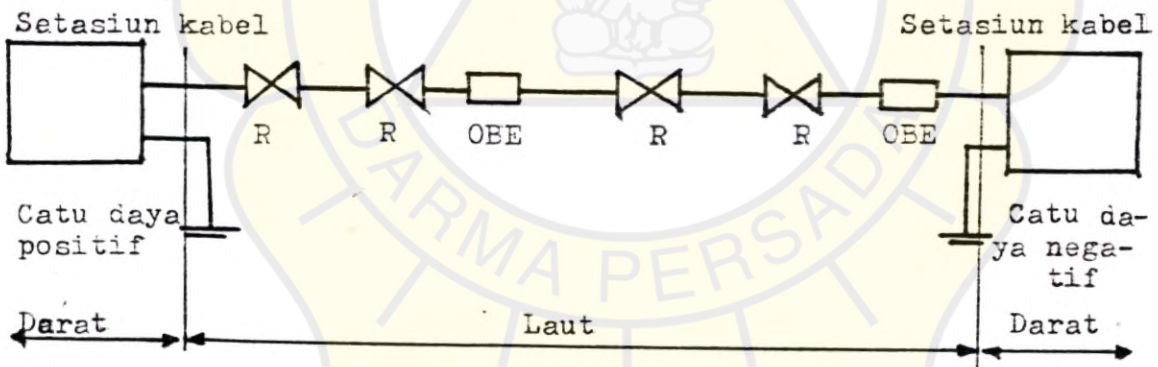
- Sistem utama (main system).
- Jaringan ekor (tail network) atau biasa disebut sistem darat (inland system).

Untuk jelasnya konfigurasi sistem komunikasi kabel laut dapat dilihat pada gambar 2-15.

Sistem darat atau jaringan ekor (tail network) sistem berfungsi sebagai sistem penunjang, jaringan ini dapat berupa gelombang mikro (microwave) ataupun berupa jaringan serat optik yang menghubungkan sistem transmisi dengan sentral telepon. Gambaran umum dari sistem komunikasi kabel laut dapat dilihat pada gambar 2-16.



Gambar 2-15 Konfigurasi dari sistem komunikasi kabel laut [SITI 89]



R = repeater

SK = Stasiun kabel

OBE = Ocean Block Equalizer

Gambar 2-16 Gambaran umum sistem laut SKKL [SITI 89]