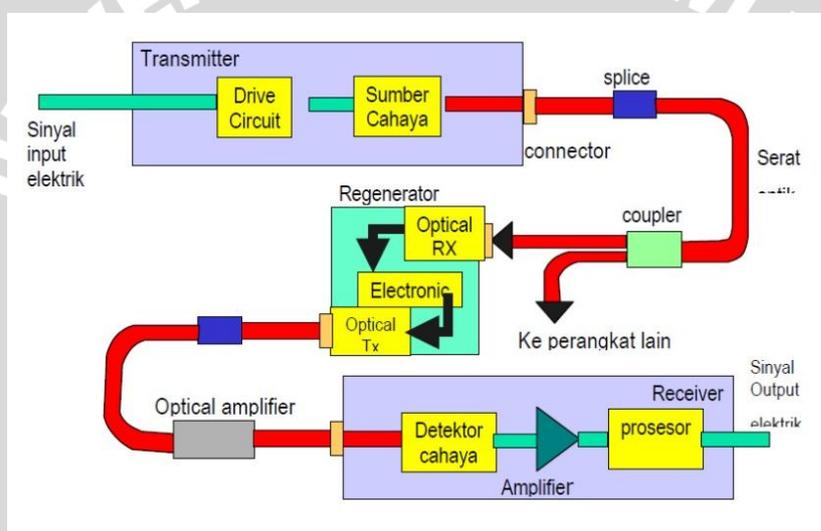


BAB II

KOMUNIKASI SERAT OPTIK

2.1 Dasar Komunikasi Serat Optik

Sistem komunikasi serat optik adalah suatu sistem komunikasi yang dalam pengiriman dan penerimaan sinyal menggunakan sumber optik dan detektor optik dengan panjang gelombang sinar inframerah antara 850 nm – 1550 nm (frekuensi 0,035 THz – 0,019 THz) yang dilakukan pada media transmisi serat optik. Diagram kotak suatu sistem komunikasi serat optik terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Link sistem komunikasi serat optik

(Sumber: <http://maxchristian.files.wordpress.com/sistem-komunikasi-serat-optik/>, 2009)

Pada komunikasi serat optik, sinyal yang digunakan dalam bentuk sinyal digital. Sedangkan penyaluran sinyal melalui serat optik dalam bentuk pulsa cahaya. Pulsa cahaya didapat dari memodulasi sinyal informasi dalam bentuk digital dalam suatu komponen sumber cahaya, proses ini terjadi pada arah kirim. Sedangkan pada arah terima melalui detektor cahaya, pulsa cahaya diubah kembali dalam bentuk sinyal digital.

2.2 Jenis Serat Optik

2.2.1 Berdasarkan mode perambatan, terdapat 2 jenis fiber optik, yaitu:

a. *Single Mode Fiber*

Serat *single mode* merupakan jenis khusus serat *step-index* yang memiliki ukuran inti (*core*) antara 2 – 10 μm dan perbedaan indeks bias reaktif antara inti dengan selubung kecil sehingga hanya sebuah energi cahaya *single mode* yang dapat merambat sepanjang serat. Cahaya merambat hanya dalam satu mode, yaitu sejajar dengan sumbu serat optik. Bagian inti serat optik *single mode* terbuat dari bahan kaca silika (SiO_2) dengan sejumlah kecil kaca Germanium (GeO_2) untuk meningkatkan indeks biasnya. Untuk mendapatkan performa yang baik pada kabel ini, ukuran claddingnya adalah sekitar 15 kali dari ukuran inti (sekitar 125 mikron). Standar terbaru untuk kabel ini adalah ITU-T G.652D, dan G.65

Karena hanya ada satu lintasan cahaya sepanjang serat, maka serat optik *single mode* mengalami penyebaran dan penyerapan cahaya lebih sedikit. Kabel untuk jenis ini paling mahal, tetapi memiliki pelemahan (kurang dari 0.35dB per kilometer), sehingga memungkinkan kecepatan yang sangat tinggi dari jarak yang sangat jauh. Dengan kelebihan tersebut, serat optik *single mode* banyak digunakan untuk aplikasi jarak jauh dan mampu menyalurkan data kapasitas besar dengan *bit rate* yang tinggi.

b. *Multi Mode Fiber*

Serat optik *multi mode* merupakan jenis serat yang memiliki jumlah mode lebih dari satu yang merambat pada panjang gelombang pengoperasian sistem. Umumnya, serat *multi mode* dengan jumlah mode mulai dari dua mode sampai dengan ratusan mode, digunakan sebagai media transmisi jarak dekat, untuk diameter 62.5 mikron dapat mentransmisikan sejauh 275 m, sedang 50 mikron sejauh 550 m.

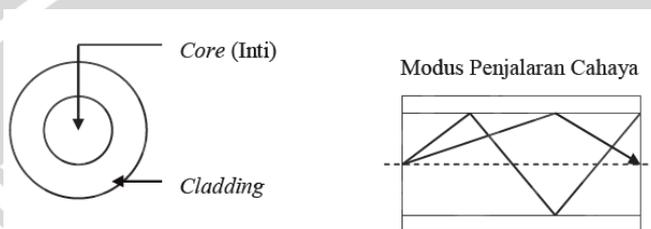
Meskipun tidak memiliki kapasitas pengangkutan informasi yang besar, serat *multi mode* memiliki diameter inti yang sangat besar sehingga lebih mudah saat penyambungan dilakukan. Selain itu, dengan nilai *numerical aperture* (NA)

yang lebih tinggi dan biasanya jarak sambungan lebih pendek, serat *multi mode* bisa menggunakan sumber cahaya yang lebih murah seperti *LED*.

2.2.2 Berdasarkan indeks bias core:

a. *Step-index*

Serat *step-index* memiliki karakteristik indeks bias inti yang tetap dan juga memiliki indeks bias yang konstan. Karakteristik serat optik *step-index* ditunjukkan seperti dibawah ini:



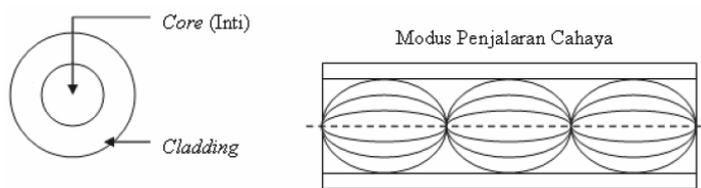
Gambar 2.2 Karakteristik Serat *Step-Index*

(Sumber : www.seratoptik.com, tanpa tahun)

Pada serat *step-index* ini, terjadi permasalahan dalam perambatan pulsa optik dimana sinyal yang merambat akan mengalami pemantulan pada dinding - dinding *cladding*. Perambatan sinyal seperti ini akan mengakibatkan terjadinya keterlambatan sinyal datang yang mengalami pemantulan beberapa kali dibandingkan dengan sinyal yang merambat lurus tanpa mengalami pemantulan.

b. *Graded-index*

Inti serat *graded-index* memiliki indeks bias yang tidak seragam sehingga mengikuti *profile* tertentu. Tujuan menggunakan indeks bias seperti ini adalah untuk membuat sinyal tepi yang lintasannya lebih jauh, mengalami kecepatan yang lebih tinggi daripada sinyal yang merambat melalui tengah, sehingga pada penerimaan sinyal didapatkan sinyal yang datang bersamaan tanpa terjadi keterlambatan.



Gambar 2.3 Karakteristik Serat Optik *Graded Index*

(Sumber : www.seratoptik.com, tanpa tahun)

2.3 Jenis Sumber Optik

Sumber optik adalah perangkat pembangkit gelombang elektromagnetik (GEM) pada frekuensi optik yaitu $3 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{16}$ Hz. Gelombang tersebut dibangkitkan untuk membawa informasi yang akan ditransmisikan.

Dalam sistem transmisi serat optik, sumber optik yang sering digunakan adalah *Light Emitting Diode* (LED) dan *Laser Diode* (LD). Masing masing sumber optik ini memiliki parameter dan karakteristik yang merupakan bahan pertimbangan dalam pemilihan yang akan digunakan.

2.3.1 *Light Emitting Diode* (LED)

LED adalah salah satu jenis diode yang disusun dari bahan semi konduktor jenis P dan N. Cahaya pada LED timbul karena emisi spontan saat rekombinasi elektron dan hole pada daerah aktif.

Kelebihan utama dari LED adalah harganya yang murah. Namun demikian, LED memiliki efisiensi yang sangat rendah, *bandwidth* yang terbatas, dan keluaran daya optik yang rendah. Oleh karena itu transmitter LED lebih cocok digunakan pada saluran optik yang beroperasi pada bit rate yang paling rendah (< 100 Mbits/s) pada jarak yang relatif dekat (kira-kira beberapa kilometer).

2.3.2 *Laser Dioda* (LD)

Saat arus mengalir, elektron dari lapisan N diinjeksikan ke lapisan P. Pada bagian tengah lapisan P, elektron dan hole berekombinasi dan kelebihan energinya dipancarkan sebagai cahaya yang dipantulkan kembali oleh tiap ujung daerah persambungan yang mempunyai indeks bias lebih kecil. Energi cahaya

pantulan tersebut akan merangsang terjadinya rekombinasi pada tingkat energy yang lebih tinggi. Dengan demikian akan dihasilkan cahaya dengan intensitas dan koherensi yang tinggi.

Laser diode mempunyai efisiensi yang jauh lebih baik daripada LED dan menghasilkan daya optik yang jauh lebih tinggi (lebih dari 1W). DFB Laser biasanya menjadi pilihan utama dibandingkan dengan FP laser untuk saluran jarak jauh berkecepatan tinggi karena DFB Laser memiliki noise yang lebih kecil dan *side mode suppression ratio* yang tinggi pula. Pada

temperatur normal, akan dihasilkan pergeseran panjang gelombang hanya sebesar 0.1 nm tiap derajat Celcius, yang menyebabkan peningkatan performa 3 sampai 5 kali lebih baik daripada jika menggunakan laser diode konvensional.

2.4 Parameter dan Karakteristik Sumber Optik

Dalam kaitannya dengan kecepatan dan jarak transmisi sistem, beberapa parameter dan karakteristik sumber optik yang perlu dipertimbangkan antara lain:

- a. Waktu jangkit (*Rise Time*) yaitu waktu yang diperlukan sumber optik untuk membentuk amplitude pulsa intensitas optik dari kondisi 10% sampai 90% (Palaos, 1988:132). Makin pendek waktu jangkit suatu sumber optik, makin tinggi kecepatan transmisi yang dimungkinkan untuk dibangkitkan oleh sumber optik tersebut.
- b. Daya keluaran sumber optik (P_s) yaitu besarnya daya optik yang dipancarkan oleh suatu sumber optik. Makin besar daya keluaran sumber optik makin jauh jarak transmisi yang dimungkinkan untuk dicapai. Pada LD daya keluaran sumber optiknya lebih besar daripada LED.
- c. Kepekaan terhadap suhu adalah variasi daya keluaran sebagai fungsi dari perubahan suhu. Pada LD lebih peka terhadap perubahan suhu dibanding LED.
- d. Lebar spektrum pancar sumber optik yaitu lebar bidang panjang gelombang yang dibangkitkan. Semakin sempit lebar bidang tersebut

semakin tinggi kecepatan transmisi yang dimungkinkan untuk disalurkan.

- e. Rugi rugi kopling yaitu rugi rugi pada proses pengkoplingan berkas gelombang ke dalam serat optik.

Tabel 2. 1. Perbandingan Karakteristik LED dan LD

No	Karakteristik	LED	LD
1	Panjang gelombang (nm)	850,1300,1550	850,1300,1550
2	Waktu jangkit (ns)	2-10	0.3-1.0
3	Daya Keluaran (mW)	0.5-4.0	1.5-8.0
4	Lebar Spektrum (nm)	30-150	1-10
5	Rugi kopling	Lebih besar	Lebih kecil
6	Kepekaan suhu	Lebih tahan	Peka perubahan

(Sumber : spotelindo.com, tanpa tahun)

2.4.1 Jenis Detektor Optik

Detektor optik adalah alat yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik kembali. Detektor optik bekerja berdasarkan prinsip emisi fotolistrik yaitu terjadinya pembebasan elektron dari permukaan laser sebagai hasil penyerapan energy foton. Dalam sistem transmisi serat optik , detektor optik yang sering digunakan antara lain diode *Positive Intrinsic Negative* (PIN) dan *Avalanche Photo Diode* (APD)

Parameter utama yang berkenaan dengan *receiver* adalah sensitivitas dan *dynamic range*. *Avalanche Photo Diode* (APD) memiliki linearitas yang sangat baik pada daya optik yang bernilai antara sekian nanowatt sampai beberapa microwatt. Jika daya yang tersedia pada *receiver* melebihi nilai tersebut, biasanya APD tidak digunakan. Pada tingkat daya ini, PIN diode dapat menyediakan responsivitas yang cukup dan SNR yang cukup besar. Pada awalnya, silicon merupakan fiber optik detector yang paling lazim digunakan, namun silicon

memiliki sensitivitas yang rendah pada 1.5micrometer band. InGaAs diode memiliki noise yang lebih besar daripada silicon, tetapi lebih responsif pada 1.5 micro-meter wavelength band. Hal ini merupakan terdapat tradeoff yang layak dipertimbangkan. Pada APD, nilai *multiplicative gain* yang sangat besar disertai oleh variansi yang besar pula pada photocurrent yang dihasilkan, yang dapat memperburuk noise performance APD. Namun demikian, APD dapat dirancang sedemikian rupa untuk mencapai performa yang diinginkan. Dalam hal ini, konfigurasi yang terdiri dari EDFA (sebagai Optical preamplifier pada ujung *receiver*) yang dipadukan dengan APD akan menghasilkan sensitivitas dan *noise suppression* yang lebih tinggi, dan *dynamic range* yang lebih luas. Nilai antara -20 dBm sampai -30 dBm merupakan nilai sensitivitas yang ideal untuk diterapkan pada *receiver*.

Tabel 2.2 Perbandingan Parameter dan Karakteristik PIN dan APD

No	Karakteristik	PIN	APD
1	Panjang Gelombang (nm)	900-1550	830-1550
2	Daya optik minimum	Lebih besar	Lebih kecil
3	Responsitivitas	0.35-0.8	2.5-120
4	Penguatan	1	10-250
5	Derau Detektor	Lebih kecil	Lebih besar
6	Waktu jangkit	0.06	0.1-0.3

(Sumber : spotelindo.com, tanpa tahun)