

**ABSTRAK**

Sistem komunikasi fiber optik telah berkembang pesat akhir-akhir ini, berupa komunikasi suara, video dan data, sesuai dengan perkembangan teknologi maju. Pemamfaatan fiber optik pada sistem komunikasi data akan memberikan nilai tambah dari suatu teknologi handal yang berkapasitas kanal yang besar, kecepatan tinggi, penerimaan data yang lebih akurat, teliti dapat dipercaya dan terjamin kerahasiaannya.

Sistem komunikasi data ini menggunakan laser LED sebagai sumber pembawa gelombang optik, Fiber Optik Multimode Graded Indeks sebagai media transmisi. Untuk modulasi dan demodulasi digunakan modem ZAT-16 dengan interface RS-232-C V.24 / V.28 dan protokol asinkronous sebagai penghubung antara komputer dan piranti-pirantinya. Hasil yang diperoleh adalah jangkauan transmisi data 16 km, 16 kanal data dengan kecepatan transmisi 300 baud, 600 baud, 1200 baud, 2400 baud, 4800 baud, 19600, 57600 baud dengan kualitas 10 ≈.

Prospek pemamfaatannya di Indonesia cukup cerah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, pemerintah, bisnis akan komunikasi data yang lebih canggih.

## 1. PENDAHULUAN

Komunikasi data yang berkembang dengan pesat dewasa ini. Hal ini sesuai dengan kemajuan teknologi dalam bidang telekomunikasi dunia yang sedang maju dengan pesat serta pengaruh era globalisasi dan arus informasi yang sangat diperlukan oleh masyarakat modern. Kemajuan perekonomian serta majunya teknologi telekomunikasi merupakan titik tolak dan potensi besar untuk dapat meningkatkan dan mewujudkan berbagai jenis pelayanan komunikasi yang lebih canggih untuk komunikasi suara, video dan data

Akhir-akhir ini permintaan masyarakat modern akan kebutuhan komunikasi data dengan pesat. Untuk mentransfer data dalam jumlah besar dan memerlukan keakuratan dan juga yang mampu menjaga kerahasiaan data tersebut. Keunggulan fiber optik sebagai media transmisi terutama mampu meningkatkan pelayanan sistem komunikasi data, seperti peningkatan jumlah kanal yang tersedia, kemampuan mentransfer data dengan kecepatan mega bit /second, terjaminnya kerahasiaan data yang dikirimkan, sehingga pembicaraan tidak dapat disadap, tidak terganggu oleh gelombang elektromagnetik, petir atau cuaca.

Dalam sistem komunikasi data fiber optik digunakan modem “ *16 Channel Data Multiplexer ZAT-16* “, merupakan modem khusus yang dianggap sesuai. Interface RS-232-C V.24/V.28 yang berfungsi untuk menghubungkan komputer dengan piranti-piranti periperhalnya. Sistem ini mampu juga menggunakan kedua jenis protokol yaitu protokol asinkronus dan sinkronus untuk menghasilkan transmisi kecepatan tinggi.

Jenis fiber optik yang digunakan adalah fiber optik multi mode graded indeks. Laser sumber gelombang optik dipilih LED. Pemilihannya disesuaikan dengan kepentingan sistem yang dirancang, agar dapat menghasilkan sistem yang lebih efektif dan optimal ditinjau dari nilai ekonomi dan teknologinya. Sistem ini mampu memberikan transmisi data dengan jauh lintasan sejauh 16 km Jika menggunakan modem *ZAT-16*, sedangkan menggunakan lainnya hanya mampu menjangkau 15 meter saja.

Kecepatan transmisi yang mampu dicapai adalah bervariasi dari 300 baud, 600 baud, 1200 baud, 2400 baud, 4800 baud, 9600 baud dan 19200 baud yang sudah direkomendasikan oleh CCITT. Sedangkan kualitas transmisi dapat mencapai BER ( bit error ) 10.

## 2. TEKNOLOGI FIBER OPTIK

### 2.1. Perambatan cahaya pada fiber optik

Teknologi fiber optik maju pesat dan sedang berkembang pemamfatannya untuk sistem teknologi telekomunikasi maju dan handal. Penemuan fiber optik sebagai media transmisi pada suatu sistem komunikasi didasarkan pada hukum *Snellius* untuk perambatan cahaya pada media transparan seperti pada kaca yang terbuat dari *kuartz* kualitas tinggi dan dibentuk dari dua lapisan utama yaitu lapisan inti yang biasanya disebut core terletak pada lapisan yang paling dalam dengan indeks bias  $n_1$  dan dilapisi oleh *cladding* dengan indeks bias  $n_2$  yang lebih kecil dari  $n_1$ .

Menurut hukum *Snellius* jika seberkas sinar masuk pada suatu ujung fiber optik ( media yang transparan ) dengan sudut kritis dan sinar itu datang dari medium yang mempunyai indeks bias lebih kecil dari udara menuju inti fiber optik ( *kuartz* murni ) yang mempunyai indeks bias yang lebih besar maka seluruh sinar akan merambat sepanjang inti (core) fiber optik menuju ujung yang satu.

Dewasa ini ada 3 jenis fiber optik yang populer pemamfatannya pada sistem komunikasi Fiber Optik yaitu:

- a. Fiber optik multimode step indeks
- b. Fiber optik multimode Graded
- c. Fiber optik single mode

## 2.2. Konfigurasi Dasar Sistem Komunikasi Fiber Optik

Sistem Komunikasi Fiber optik terdiri dari 3 komponen utama yaitu:

- a. Transmitter berupa Laser Diode ( LD ) dan Light Emmiting Diode (LED)
- b. Media transmisi berupa fiber optik
- c. Receiver yang merupakan detektor penerima digunakan PIN dan APD. Konfigurasi dasar Sistem Komunikasi Fiber Optik dapat dilihat pada gambar 2.2

### 2.2.1. Transmitter

Transmitter terdiri dari 2 bagian yaitu :

- a. Rangkaian elektrik berfungsi untuk mengkonversi sinyal digital menjadi sinyal analog, selanjutnya data tersebut ditumpangkan kedalam sinyal gelombang optik yang telah termodulasi
- b. Sumber gelombang optik berupa sinar Laser Diode (LD) dan LED ( light emmiting diode ) yang pemakaiannya disesuaikan dengan sistem komunikasi yang diperlukan.
  - Laser Diode dapat digunakan untuk sistem komunikasi optik yang sangat jauh seperti Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) dan Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO), karena laser LD mempunyai karakteristik yang handal yaitu dapat memancarkan daya dengan intensitas yang tinggi, stabil, hampir monokromatis, terfokus, dan merambat dengan kecepatan sangat tinggi, sehingga dapat menempuh jarak sangat jauh. Pembuatannya sangat sukar karena memerlukan spesifikasi tertentu sehingga harganya pun mahal. Jadi LD tidak ekonomis dan tidak efisien jika digunakan untuk sistem komunikasi jarak dekat dan pada trafik kurang padat.
  - LED digunakan untuk sistem komunikasi jarak sedang dan dekat agar sistem dapat ekonomis dan efektif karena LED lebih mudah pembuatannya, sehingga harganya pun lebih murah.
  - Pada gambar 2.2.1 dapat diilustrasikan karakteristik transfer dari LD dan LED dan menganalisisnya bahwa setelah suatu harga tertentu dilampaui, dengan input yang sama ternyata daya output LD jauh lebih besar dari LED.

### 2.2.2. Receiver

Receiver atau bagian penerima terdiri dari 2 bagian yaitu detektor penerima dan rangkaian elektrik

- a. Detektor penerima berfungsi untuk menangkap cahaya yang berupa gelombang optik pembawa informasi, dapat berupa PIN diode atau APD (Avalanche Photo Diode) pemilihannya tergantung keperluan sistem komunikasinya.
  - Untuk komunikasi jarak jauh digunakan detektor APD yang dapat bekerja pada panjang gelombang 1300 nm, 1500 nm serta 1550 nm dengan kualitas yang baik. Artinya detektor APD mempunyai sensitivitas dan response yang tinggi terhadap sinar laser LD sebagai pembawa gelombang optik informasi.
  - Untuk komunikasi jarak pendek lebih efisien jika menggunakan detektor PIN diode, karena PIN diode baik digunakan untuk bit rate rendah dan sensitivitasnya tinggi untuk LED. Pada gambar 2.2.2. dapat diilustrasikan daerah kerja dari laser LD dan LED serta detektor APD dan PIN diode dan dapat dianalisis sebagai berikut:
  - Sumber cahaya LD terlihat memiliki daya lebih besar, stabil, konstan pada bit rate berapapun, sedangkan sumber cahaya LED mempunyai daya pancar yang lebih kecil dan pada bit rate 100 Mbps dayanya mulai menurun.
  - Detektor penerima PIN bereaksi baik pada bit rate rendah tetapi kurang sensitif bila bit rate dinaikan.
  - Detektor penerima APD lebih sensitif pada bit rate tinggi. Untuk transmisi jarak jauh diperlukan daya pancar yang lebih besar dan sensitivitas yang tinggi, sistem fiber optik akan menggunakan laser LD sebagai sumber cahaya dan APD sebagai detektor penerima. Sedangkan untuk transmisi jarak dekat cukup digunakan LED sebagai sumber optik dan PIN sebagai detektor penerima.
  - Rangkaian elektrik berfungsi untuk mengkonversi cahaya pembawa informasi terhadap data informasi terhadap data informasi yang dibawa dengan melakukan regenerasi timing, regenerasi pulse serta konversi sinyal elektrik ke dalam interface V.28 yang berupa sinyal digital dan sebaliknya

### 2.3. *Atenuasi*

Atenuasi adalah besaran pelemahan energi sinyal informasi dari fiber optik yang dinyatakan dalam dB dan disebabkan oleh 3 faktor utama yaitu absorpsi, hamburan (scattering) dan mikro-bending. Gelas yang merupakan bahan pembuat fiber optik biasanya terbentuk dari silicon-dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Variasi indeks bias diperoleh dengan menambahkan bahan lain seperti titanium, thallium, germanium atau boron. Dengan susunan bahan yang tepat maka akan didapatkan atenuasi yang sekecil mungkin. Atenuasi menyebabkan pelemahan energi sehingga amplitudo gelombang yang sampai pada penerima menjadi lebih kecil dari pada amplitudo yang dikirimkan oleh pemancar.

#### a. *Absorpsi.*

Absorpsi merupakan sifat alami suatu gelas. Pada daerah-daerah tertentu gelas dapat mengabsorpsi sebagian besar cahaya seperti pada daerah ultraviolet. Hal ini disebabkan oleh adanya gerakan elektron yang kuat. Demikian pula untuk daerah inframerah, terjadi absorpsi yang besar. Ini disebabkan adanya getaran ikatan kimia. Oleh karena itu sebaiknya penggunaan fiber optik harus menjauhi daerah ultraviolet dan inframerah. Penyebab absorpsi lain adanya transmisi ion-ion logam dan ion OH. Ion OH ini ternyata memberikan sumbangan absorpsi yang cukup besar. Semakin lama usia suatu fiber maka bisa diduga akan semakin banyak ion OH di dalamnya yang menyebabkan kualitas fiber menurun.

#### b. *Hamburan*

Seberkas cahaya yang melalui suatu gelas dengan variasi indeks bias disepanjang gelas tadi, sebagian energinya akan hilang dihamburkan oleh benda-benda kecil yang ada di dalam gelas. Hamburan yang disebabkan oleh tumbukan cahaya dengan partikel tersebut dinamakan hamburan Rayleigh. Besarnya hamburan Rayleigh ini berbanding terbalik dengan pangkat empat dari panjang gelombang cahaya yaitu  $1/\lambda^4$ . Sehingga dapat disimpulkan untuk  $\lambda$  kecil, hamburan Rayleigh besar dan sebaliknya. Seberapa besar sumbangan hamburan Rayleigh ini terhadap atenuasi transmisi dapat dilihat pada grafik gambar 2.3. yang sudah direkomendasi oleh CCITT. Ternyata pada panjang gelombang sekitar  $0,85 \mu\text{m}$  yaitu panjang gelombang sinar laser Ga Al As, Hamburan Rayleigh memberikan loss akibat hamburan sangat kecil dibandingkan dengan loss fiber optik multimode. Karena itu fiber optik singlemode lebih baik mutunya sebagai media transmisi dibandingkan dengan fiber optik multimode.

#### c. *Mikro-bending*

Atenuasi lainnya adalah atenuasi yang disebabkan mikro-bending yaitu pembengkokan fiber optik untuk memenuhi persyaratan ruangan. Namun pembengkokan dapat pula terjadi secara tidak sengaja seperti misalnya fiber optik yang mendapat tekanan cukup keras sehingga cahaya yang merambat di dalamnya akan berbelok dari arah transmisi dan hilang. Hal ini tentu saja menyebabkan atenuasi.

### 2.4. *Karakteristik Transmisi*

Sifat transmisi informasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Informasi yang akan ditransmisikan berupa data dalam bentuk digital sedangkan bentuk sinyal pembawa carrier yang akan melewati media transmisi fiber optik berupa sinyal analog.
- b. Untuk itu diperlukan proses modulasi dan demodulasi yaitu proses yang mengubah data digital ke analog dan juga proses sebaliknya dengan menggunakan sebuah *Modem* dengan pirantinya.
- c. Dalam hal ini jenis fiber optik yang digunakan sebagai media transmisi adalah fiber optik multimode graded indeks.

### 3. PIRANTI INTERFACE / MODEM ZAT-16

Sistem Komunikasi data fiber optik yang dibahas dalam paper ini menggunakan transmisi digital dan modem ZAT-16 yaitu modem yang mempunyai 16 buah saluran transmisi digital dan dinamakan “ 16-Channel Data Multiplexer ZAT 16 “

#### 3.1. Modem dan Karakteristiknya

- a. Piranti yang berfungsi sebagai Modem adalah Modem ZAT-16 berfungsi sebagai multiplexer untuk data sampai 16 kanal dengan menggunakan interface RS-232-C V.24 / V.28 pada inputnya dan sepasang fiber optik pada outputnya. Panel muka modem ZAT16 dapat dilihat pada gambar 3.1. Penggunaan modem ZAT 16 ini akan mampu menghasilkan jangkauan transmisi hingga 16 km dan dengan menggunakan protokol asinkronisasi mampu mengirimkan data dengan kecepatan transmisi dari 300 bps sampai 24kbps. Jika menggunakan protokol sinkronisasi akan mampu mengirimkan data dengan kecepatan transmisi dari 300 bps sampai dengan 57600 bps. Kemampuan ini telah direkomendasi oleh CCITT9 Commite Consultatif Telegraphique et Telephonique ).
- b. Rangkaian electric dihubungkan empat buah interface RS-232-C V.24/V.28 dengan konektor type 25-pin female subminiatur “ D “ seperti pada gambar 3.2. Pemamfaatan interface RS-232-C V.24/V.28 telah direkomendasi oleh CCITT untuk dipakai pada system komunikasi data. Tiap-tiap konektor mempunyai kanal output 4 buah, sebuah output baud rate dan sebuah output +12V. Berbagai kombinasi dapat dibuat dengan alat ini seperti kombinasi data, sinyal clock dan sinyal kontrol (handshake). Kemampuan jangkauan transmisi suatu RS-232-C V.24/V.28 dapat mencapai 6 km apabila terpasang pada ZAT16 dengan media transmisi fiber optik akan tetapi hanya 15 meter jika dengan media lainnya.
- c. Terminal data disebut DTE ( Data Terminal Equipment ) sedangkan modem untuk menghubungkan antara DTE dengan media transmisi disebut DCE ( Data Circuit-terminating Equipment ). Apabila dikehendaki hubungan antara dua buah terminal yang lain, begitu pula sebaliknya. Disini terjadi hubungan kabel silang.

#### 3.2. Protokol Sinkronus

Pada modem ZAT16 protokol sinkronus dapat diperoleh dari tiga buah sumber yaitu :

- a. Sinkronisasi yang sudah ada pada sinyal data informasi yang ditransmisikan
- b. Sinkronisasi menggunakan clock yang sudah ada didalam modem ZAT16 sehingga baud rate yang terdapat didalam ZAT16 ada 8 tingkat yaitu 300 baud, 600 baud, 1200 baud, 2400 baud, 4400 baud, 4800 baud, 9600 baud, 19200 baud, 57600 baud. Konfigurasi ini memungkinkan 8 buah DTE dihubungkan ke Modem ZAT16 karena sinyal clock harus dikirimkan juga.
- c. Sinkronisasi menggunakan clock dari DTE. Konfigurasi ini memerlukan sebuah kanal untuk mentransmisikan sinyal clock bersamaan dengan kanal data yang menjadikan modem ZAT 16 mampu menerima 8 DTE dengan clock masing-masing.

#### 3.3. Protokol Asinkronus

- a. Data asinkron tanpa sinyal kontrol/handshake. Dengan cara ini tiap subminiatur “ D ” akan dapat memberikan 4 kanal duplex. Hubungannya cukup menggunakan sebuah kabel saja.
- b. Asinkron data dan handshake. Jika DTE memerlukan sinyal kontrol, sembarang kanal pada modem dapat dipakai. Dengan konfigurasi ini minimal 2 DTE dapat dihubungkan ke sebuah subminiatur. Konfigurasi-konfigurasi di atas dapat dibuat sesuai dengan kebutuhan pemakainya.

#### 4. **KESIMPULAN**

Sistem komunikasi data menggunakan fiber optik telah berkembang dengan pesat yang merupakan teknologi maju. Apabila dibandingkan dengan sistem kabel 2 kawat atau 4 kawat ataupun sistem radio maka sistem komunikasi fiber optik menggunakan “ *Modem ZAT 16 Data Multiplexer* “ ternyata mempunyai kelebihan sebagai berikut:

- a. Sistem fiber optik mampu menyediakan kapasitas sangat besar karena mempunyai lebar pita yang sangat lebar sehingga dapat digunakan untuk keperluan komunikasi data dengan kecepatan yang sangat tinggi sampai Mbaud yang sangat diperlukan dewasa ini.
- b. Untuk komunikasi jarak jauh dan kecepatan tinggi 565 Mbps, media transmisi fiber optik memberikan solusi harga yang ekonomis, sangat ringan, ukuran kecil, instalasi relatif mudah dan murah jika dibandingkan terhadap misi sistem komunikasi yang dirancang.
- c. Fiber optik tahan terhadap interferensi yang ditimbulkan oleh petir, motor listrik, dan gelombang elektro magnetik karena itu Sistem Komunikasi Fiber Optik tidak mengenal hubungan singkat.
- d. Memamfaatkan Modem ZAT16 dapat menghasilkan bit yang tinggi. Hal ini memberikan peluang pemamfaatan komunikasi data melalui fiber optik lebih fleksibel karena kecepatan transmisinya dapat bervariasi dari kecepatan transmisi rendah sampai sangat tinggi sehingga prospek pemamfaatannya menjadi cerah.
- e. Di Indonesia Sistem Komunikasi Data melalui fiber optik perlu dikembangkan. Untuk mengatisipasi kebutuhan masyarakat modern akan komunikasi data yang lebih handal pada akhir akhir ini sangat meningkat.