

# **MAKALAH**

## **KOMUNIKASI DATA**

Disusun untuk memenuhi tugas UAS

Kelas: 02TPLP023

Dosen: Munawaroh, M.Kom



**Disusun Oleh:**

Nama : Andri Firman Saputra

NIM : 201011402125

**TEKNIK INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PAMULANG**

Jl. Surya Kencana No. 1 Pamulang Telp (021)7412566, Fax. (021)7412566

Tangerang Selatan – Banten

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas makalah yang berjudul Makalah komunikasi data ini tepat pada waktunya.

Adapun tujuan dari penulisan dari makalah ini adalah untuk memenuhi tugas Bu dosen Munawaroh, M.Kom pada studi Teknik Informatika mata kuliah komunikasi data. Selain itu, makalah ini juga bertujuan untuk menambah wawasan tentang komunikasi data bagi para pembaca dan juga bagi penulis.

Saya mengucapkan terima kasih kepada Bu dosen Munawaroh, M.Kom, selaku dosen Teknik Informatika mata kuliah komunikasi data yang telah memberikan tugas ini sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan sesuai dengan bidang studi yang saya tekuni.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membagi sebagian pengetahuannya sehingga saya dapat menyelesaikan makalah ini.

Saya menyadari, makalah yang saya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan saya nantikan demi kesempurnaan makalah ini.

Tangerang Selatan, 07 April 2021

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
BAB I PENDAHULUAN .....	1
a. Latar Belakang Masalah.....	1
b. Rumusan Masalah .....	2
c. Tujuan Pembahasan .....	2
BAB II PEMBAHASAN .....	3
a. Pengertian Komunikasi Data .....	3
b. Tujuan Komunikasi Data .....	3
c. Sejarah Komunikasi Data .....	4
d. Komponen Komunikasi Data .....	5
e. Artikel Komunikasi Data .....	5
a. Arsitektur Protokol.....	5
b. Media Transmisi.....	8
c. Domain Frekuensi.....	9
d. Media Transmisi Data .....	11
e. Artikel 1: Fiber Optik (Serat Optik) .....	13
f. Artikel 2: Fiber Optik (Serat Optik) .....	25
g. Artikel Atenuasi .....	30
h. Artikel Modulasi.....	33
i. Artikel Sinyal Analog dan Digital .....	39
j. Artikel Data Link Control.....	41
k. Artikel Error Control .....	43
PENUTUP .....	44
a. Kesimpulan.....	44
b. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **a. Latar Belakang Masalah**

Pada mulanya, sebuah komputer hanya dapat dipergunakan secara individual (standalone). Namun perkembangan teknologi digital telah memungkinkan sebuah komputer untuk dapat berkomunikasi dengan computer lain. Secara sederhana, dengan menggunakan sebuah kabel dan port komunikasi, dua buah komputer atau lebih dapat dihubungkan dan saling bekerja sama. Jika dua buah komputer (A dan B) saling dihubungkan, maka hal-hal yang dapat dilakukan antara lain: Komputer A dapat mengakses file-file yang ada di Komputer B, Komputer A dapat mengakses disk drive dari Komputer B, Komputer A dapat mengirimkan data ke Komputer B, dan lain sebagainya.

Dengan prinsip di atas, maka dapat dikembangkan suatu jaringan komputer di mana di dalamnya terhubung lebih dari satu buah komputer sehingga antar komputer tersebut dapat saling tukar menukar fasilitas data dan informasi. Untuk dapat membuat beberapa komputer terhubung dengan jaringan dan saling bekerja sama, dibutuhkan jalur transmisi baik dengan menggunakan kabel (terrestrial) maupun tanpa kabel (melalui satelit) Kabel transmisi digital (misalnya jenis UTP); dan Perangkat lunak sistem operasi dan aplikasi yang memiliki fitur jaringan dan diinstalasi pada masing-masing komputer. Komunikasi data antara komputer memungkinkan bagi user untuk mengirim dan menerima data dari dan ke computer lain. Hal tersebut juga dapat dimanfaatkan oleh suatu perusahaan untuk mengomunikasikan data baik kepada perusahaan lain sebagai pemakai informasi external maupun kepada karyawan sebagai pemakai internal.

**b. Rumusan Masalah**

1. Menjelaskan Komunikasi Data
2. Menjelaskan Arsitektur Protokol
3. Menjelaskan Media Transmisi
4. Menjelaskan Domain Frekuensi
5. Menjelaskan Media Transmisi Data
6. Menjelaskan Artikel 1: Fiber Optik (Serat Optik)
7. Menjelaskan Artikel 2: Fiber Optik (Serat Optik)

**c. Tujuan Pembahasan**

1. Untuk Mengetahui komunikasi data
2. Untuk Mengetahui Arsitektur Protokol
3. Untuk Mengetahui Media Transmisi
4. Untuk Mengetahui Domain Frekuensi
5. Untuk Mengetahui Media Transmisi Data
6. Untuk Mengetahui Artikel 1: Fiber Optik (Serat Optik)
7. Untuk Mengetahui Artikel 2: Fiber Optik (Serat Optik)

## **BAB II**

### **PEMBAHASAN**

#### **a. Pengertian Komunikasi Data**

Komunikasi data merupakan pertukaran data antara dua perangkat atau lebih melalui suatu media transmisi. Agar komunikasi data dapat terjadi, perangkat harus saling berkomunikasi atau saling terhubung menjadi sebuah bagian dari sistem komunikasi, perangkat tersebut terdiri kombinasi hardware dan software.

#### **b. Tujuan Komunikasi Data**

- Mengefisiensikan sebuah pengiriman data dalam jumlah yang besar tanpa suatu kesalahan.
- Memungkinkan penggunaan sistem komputer & peralatan pendukungnya dari jauh.
- Bisa mendukung manajemen dalam hal kontrol karena memungkinkan penggunaan sistem komputer secara terpusat ataupun tersebar.
- Bisa digunakan untuk berkomunikasi bagi orang yang mempunyai lokasi geografi yang berlainan.
- Mampu menyebarkan informasi dengan cepat.

### **c. Sejarah Komunikasi Data**

Sejarah komunikasi data dimulai pada tahun 1970-an. Di mana pelaku di dunia kerja atau perusahaan mulai merasa kesulitan dengan tumpukan pekerjaan pengolahan data yang terdapat pada satu komputer besar. Pekerjaan ini tidak dapat didistribusikan agar bisa dikerjakan oleh banyak orang.

Sementara itu, opsi menambah sebuah unit komputer besar juga sulit direalisasikan karena harganya yang cukup mahal. Masalah ini terpecahkan dengan adanya konsep distributed processing dimana beberapa pusat komputer atau yang disebut juga host terhubung secara paralel untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang cukup besar. Masing-masing host ini terhubung secara seri dengan beberapa terminal sehingga beban pekerjaan dapat dibagi-bagi.

Pokok sejarah komunikasi data yang cukup signifikan adalah pada saat ditemukannya jaringan internet pada tahun 1969 yang disebut dengan ARPANET oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat.

Awalnya jaringan ini hanya digunakan untuk keperluan militer saja namun pada tahun 1972 jaringan ARPANET yang kini disebut internet mulai digunakan oleh umum sehingga semakin banyak orang yang bisa memanfaatkannya. Hal ini didukung pula dengan dikembangkannya protocol TCP/IP (Transmission Control Internetworking Protocol) pada tahun 1973-1977 sehingga proses komunikasi data dalam jaringan menjadi lebih baik dan beragam.

Komunikasi data saat ini sangat bermanfaat. Diantaranya dapat melakukan berbagai pekerjaan dengan efektif dan efisien sehingga lebih banyak pekerjaan yang bisa dilakukan yang otomatis memberi keuntungan bagi perusahaan. Selain itu, hal ini juga memudahkan akses informasi bagi masyarakat luas karena berbagai informasi dapat dengan mudah diakses melalui jaringan internet.

#### **d. Komponen Komunikasi Data**

- Pengirim – Suatu perangkat yang mengirimkan data.
- Penerima – Suatu perangkat yang menerima data. Data – Sebuah informasi yang dipindahkan dari pengirim ke penerima.
- Media Pengiriman – Sebuah media yang digunakan untuk mengirimkan data tersebut.
- Protokol – Sebuah aturan yang fungsinya menyesuaikan atau menyelaraskan hubungan.

#### **e. Artikel Komunikasi Data**

##### **a. Arsitektur Protokol**

###### **a) Pengertian Arsitektur Protokol**

Arsitektur protokol adalah Protokol Sebuah protokol digunakan untuk proses komunikasi di antara dua entiti pada sistem yang berbeda. Dalam arsitektur jaringan komputer, terdapat suatu lapisan-lapisan (layer) yang memiliki tugas spesifik serta memiliki protokol tersendiri. ISO (International Standard Organization) telah mengeluarkan suatu standard untuk arsitektur jaringan komputer yang dikenal dengan nama Open System Interconnection (OSI). Standard ini terdiri dari 7 lapisan protokol yang menjalankan fungsi komunikasi antara 2 komputer.

###### **b) Lapisan TCP/IP**

1. Physical Layer (lapisan fisik) merupakan lapisan terbawah yang mendefinisikan besaran fisik seperti media komunikasi, tegangan, arus. Lapisan ini dapat bervariasi bergantung pada media komunikasi pada jaringan yang bersangkutan. TCP/IP bersifat fleksibel sehingga dapat mengintegrasikan berbagai jaringan dengan media fisik yang berbeda-beda.
2. Network Access Layer mempunyai fungsi yang mirip dengan Data Link layer pada OSI. Lapisan ini mengatur penyaluran data frame-frame data pada media fisik yang digunakan secara handal. Lapisan ini biasanya memberikan service untuk deteksi dan koreksi kesalahan dari data yang ditransmisikan. Beberapa contoh protokol yang digunakan pada lapisan ini adalah X.25 jaringan publik, Ethernet untuk jaringan Etehernet, AX.25 untuk jaringan Paket Radio.



3. Internet Layer mendefinisikan bagaimana hubungan dapat terjadi antara dua pihak yang berada pada jaringan yang berbeda seperti Network Layer pada OSI. Pada jaringan Internet yang terdiri atas puluhan juta host dan ratusan ribu jaringan lokal, lapisan ini bertugas untuk menjamin agar suatu paket yang dikirimkan dapat menemukan tujuannya di mana pun berada. Oleh karena itu, lapisan ini memiliki peranan penting terutama dalam mewujudkan internetworking yang meliputi wilayah luas (worldwide Internet).

Beberapa tugas penting pada lapisan ini adalah:

- Addressing, yakni melengkapi setiap datagram dengan alamat Internet dari tujuan. Alamat pada protokol inilah yang dikenal dengan Internet Protocol Address (IP Address). Karena pengalamatan (addressing) pada jaringan TCP/IP berada pada level ini (software), maka jaringan TCP/IP independen dari jenis media dan komputer yang digunakan.
  - Routing, yakni menentukan ke mana datagram akan dikirim agar mencapai tujuan yang diinginkan. Fungsi ini merupakan fungsi terpenting dari Internet Protocol (IP). Sebagai protokol yang bersifat connectionless, proses routing sepenuhnya ditentukan oleh jaringan. Pengirim tidak memiliki kendali terhadap paket yang dikirimkannya untuk bisa mencapai tujuan. Router-router pada jaringan TCP/IP lah yang sangat menentukan dalam penyampaian datagram dari penerima ke tujuan.
4. Transport Layer mendefinisikan cara-cara untuk melakukan pengiriman data antara end to end host secara handal. Lapisan ini menjamin bahwa informasi yang diterima pada sisi penerima adalah sama dengan informasi yang dikirimkan pada pengirim. Untuk itu, lapisan ini memiliki beberapa fungsi penting antara lain:
    - Flow Control. Pengiriman data yang telah dipecah menjadi paket-paket tersebut harus diatur sedemikian rupa agar pengirim tidak sampai mengirimkan data dengan kecepatan yang melebihi kemampuan penerima dalam menerima data.
    - Error Detection. Pengirim dan penerima juga melengkapi data dengan sejumlah informasi yang bisa digunakan untuk memeriksa data yang

dikirimkan bebas dari kesalahan. Jika ditemukan kesalahan pada paket data yang diterima, maka penerima tidak akan menerima data tersebut. Pengirim akan mengirim ulang paket data yang mengandung kesalahan tadi. Namun hal ini dapat menimbulkan delay yang cukup berarti.

Pada TCP/IP, protokol yang dipergunakan adalah Transmission Control Protocol (TCP) atau User Datagram Protocol (UDP). TCP dipakai untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan keandalan data, sedangkan UDP digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan panjang paket yang pendek dan tidak menuntut keandalan yang tinggi. TCP memiliki fungsi flow control dan error detection dan bersifat connection oriented. Sebaliknya pada UDP yang bersifat connectionless tidak ada mekanisme pemeriksaan data dan flow control, sehingga UDP disebut juga unreliable protocol. Untuk beberapa hal yang menyangkut efisiensi dan penyederhanaan, beberapa aplikasi memilih menggunakan UDP sebagai protokol transport. Contohnya adalah aplikasi database yang hanya bersifat query dan response, atau aplikasi lain yang sangat sensitif terhadap delay seperti video conference. Aplikasi seperti ini dapat mentolerir sedikit kesalahan (gambar atau suara masih bisa dimengerti), namun akan tidak nyaman untuk dilihat jika terdapat delay yang cukup berarti.

5. Application Layer merupakan lapisan terakhir dalam arsitektur TCP/IP yang berfungsi mendefinisikan aplikasi-aplikasi yang dijalankan pada jaringan. Karena itu, terdapat banyak protokol pada lapisan ini, sesuai dengan banyaknya aplikasi TCP/IP yang dapat dijalankan. Contohnya adalah SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) untuk pengiriman e-mail, FTP (File Transfer Protocol) untuk transfer file, HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) untuk aplikasi web, NNTP (Network News Transfer Protocol) untuk distribusi news group dan lain-lain. Setiap aplikasi pada umumnya menggunakan protokol TCP dan IP, sehingga keseluruhan keluarga protokol ini dinamai dengan TCP/IP.

## **b. Media Transmisi**

### **a) Pengertian Media Transmisi**

Media transmisi adalah media yang menghubungkan antara pengirim dan penerima informasi, karena jarak yang jauh, maka data terlebih dahulu diubah menjadi kode/isyarat, dan isyarat inilah yang akan dimanipulasi dengan berbagai macam cara untuk diubah kembali menjadi data.

### **b) Klasifikasi Media Transmisi**

Media transmisi diklasifikasikan sebagai:

- Media yang dituntun (guided media), gelombang-gelombang dituntun melewati jalur fisik.  
contoh: twisted pair, kabel koaksial dan fiber optik.
- Media yang tidak dituntun (unguided media), menyediakan suatu device untuk mentransmisi gelombang elektromagnetik tetapi tanpa menuntunnya.  
contoh: penyebaran melalui udara, hampa udara, dan air laut.

### **c) sistem-sistem transmisi**

sistem-sistem transmisi (menurut definisi ANSI):

- Simplex, sinyal ditransmisi dalam satu arah saja; stasiun yang satu bertindak sebagai transmitter dan yang lain sebagai receiver.
- Half-duplex, kedua stasiun dapat melakukan transmisi tetapi hanya sekali dalam suatu waktu.
- Full-duplex, kedua stasiun dapat bertransmisi secara simultan, medium membawa dalam dua arah pada waktu yang sama.

Transmitter adalah alat yang digunakan untuk mengubah perubahan sensing element dari sebuah sensor menjadi sinyal yang mampu diterjemahkan oleh controller. Transmitter sendiri ada yang berfungsi sebagai pengirim sinyal saja, atau ada juga yang mengkonversi besaran yang diinginkan.

Penerima (receiver) adalah ujung penerima saluran komunikasi. Ia menerima pesan / informasi yang diterjemahkan dari pengirim, yang pertama kali menyandikannya. Terkadang penerima dimodelkan sehingga termasuk decoder.

### c. Domain Frekuensi

#### a) Pengertian Domain Frekuensi

Frekuensi Domain dalam fisika, elektronik, teknik sistem kendali, dan statistik, domain frekuensi mengacu pada analisis fungsi atau sinyal matematika yang berkaitan dengan frekuensi, bukan waktu. Sederhananya, grafik domain-waktu menunjukkan bagaimana sinyal berubah dari waktu ke waktu, sedangkan grafik domain-frekuensi menunjukkan seberapa banyak sinyal berada di dalam setiap pita frekuensi pada rentang frekuensi. Representasi domain frekuensi juga dapat mencakup informasi tentang pergeseran fasa yang harus diterapkan pada setiap sinusoid agar dapat menggabungkan kembali komponen frekuensi untuk memulihkan sinyal waktu asli.

Fungsi atau sinyal yang diberikan dapat diubah antara domain waktu dan frekuensi dengan sepasang operator matematika yang disebut transformasi. Contohnya adalah Transformasi Fourier, yang mengubah fungsi waktu menjadi jumlah atau integral dari gelombang sinus dengan frekuensi yang berbeda, yang masing-masing mewakili komponen frekuensi. " Spektrum " komponen frekuensi adalah representasi domain frekuensi dari sinyal. The inverse Transformasi Fourier berubah fungsi frekuensi-domain kembali ke fungsi waktu-domain. Sebuah analisa spektrum adalah alat yang biasa digunakan untuk memvisualisasikan sinyal elektronik dalam domain frekuensi.

Beberapa teknik pemrosesan sinyal khusus menggunakan transformasi yang menghasilkan domain waktu-frekuensi gabungan, dengan frekuensi sesaat menjadi penghubung utama antara domain waktu dan domain frekuensi.

#### b) Keuntungan

Salah satu alasan utama menggunakan representasi domain frekuensi dari suatu masalah adalah untuk menyederhanakan analisis matematis. Untuk sistem matematika diatur oleh persamaan diferensial linear, kelas yang sangat penting dari sistem dengan banyak aplikasi dunia nyata, mengubah deskripsi dari sistem dari domain waktu ke domain frekuensi mengubah persamaan diferensial ke persamaan aljabar, yang jauh lebih mudah untuk memecahkan.

Selain itu, melihat sistem dari sudut pandang frekuensi seringkali dapat memberikan pemahaman intuitif tentang perilaku kualitatif sistem, dan

nomenklatur ilmiah yang terungkap telah tumbuh untuk menggambarkannya, mencirikan perilaku sistem fisik hingga input yang bervariasi dari waktu ke waktu. menggunakan istilah seperti bandwidth, respons frekuensi, penguatan, pergeseran fasa, frekuensi resonansi, konstanta waktu, lebar resonansi, faktor redaman, faktor Q, harmonisa, spektrum, kepadatan spektral daya, nilai eigen, kutub, dan nol.

Contoh bidang di mana analisis domain frekuensi memberikan pemahaman yang lebih baik daripada domain waktu adalah musik; Teori pengoperasian alat musik dan notasi musik yang digunakan untuk merekam dan mendiskusikan karya musik secara implisit didasarkan pada pemecahan suara kompleks menjadi frekuensi komponen yang terpisah (not musik).

#### c) Jenis-jenis Domain Frekuensi

Meskipun domain frekuensi dibicarakan dalam tunggal, ada sejumlah transformasi matematika yang berbeda yang digunakan untuk menganalisis fungsi waktu-domain dan disebut sebagai metode "domain frekuensi". Ini adalah transformasi yang paling umum, dan bidang tempat mereka digunakan:

- Seri Fourier - sinyal berulang, sistem berosilasi.
- Transformasi Fourier - sinyal tidak berulang, transien.
- Transformasi Laplace - sirkuit elektronik dan sistem kontrol.
- Transformasi Z - sinyal waktu-diskrit, pemrosesan sinyal digital.
- Transformasi wavelet - analisis citra, kompresi data.

Secara lebih umum, seseorang dapat berbicara tentang domain transformasi sehubungan dengan transformasi apa pun. Transformasi di atas dapat diartikan sebagai menangkap beberapa bentuk frekuensi, dan karenanya domain transformasi disebut sebagai domain frekuensi.

#### **d. Media Transmisi Data**

##### **a) Pengertian Media Transmisi Data**

Media transmisi data merupakan media yang digunakan untuk mengirimkan data, sehingga dapat menghubungkan pengirim dengan penerima tersebut. Media transmisi data dibagi menjadi 2 yaitu media transmisi berkabel (guided transmission media) dan media transmisi nirkabel (unguided transmission media).

##### **b) Media Transmisi Berkabel**

Media transmisi berkabel merupakan suatu media transmisi data menggunakan kabel yang memerlukan ruang dalam pemasangannya. Media transmisi berkabel dapat berupa pasangan kabel terpilin (twisted pair cable), kabel koaksial dan serat optik. Dimana, masing-masing kabel tersebut memiliki karakteristik seperti kecepatan transmisi, ketahanan terhadap noise hingga harga yang berbeda-beda.

Pasangan kabel terpilin, merupakan sebuah kabel dengan 2 konduktor yang digabungkan untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan medan listrik maupun medan magnet dari luar. Pasangan kabel terpilin dibagi lagi menjadi 2 jenis, yaitu kabel terpilin tanpa pelindung dan kabel terpilin dengan pelindung.

Kabel koaksoal, merupakan sebuah kabel yang tersusun oleh 2 buah konduktor dan isolator. Konduktor pertama terbuat dari tembaga dan berada dibagian inti serta dilapisi oleh struktur isolator. Sedangkan konduktor kedua melingkat di luar isolator tersebut tepat dibawah lapisan selubung luarnya.

Serat optik, merupakan sebuah kabel serat lentur dan transparan yang terbuat dari gelas silica dan dilapisi pelindung luar. Sinyal listrik konversi menjadi gelombang cahaya untuk mentransmisikan informasi. Kabel serat optik memiliki kemampuan mentransmisikan sinyal dengan jarak yang lebih jauh dibandingkan kabel koaksial maupun pasangan kabel terpilin.

##### **c) Media Transmisi Nirkabel**

Media transmisi nirkabel merupakan suatu media transmisi data tanpa menggunakan kabel namun menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai media transmisi datanya. Media transmisi nirkabel dapat berupa gelombang radio, gelombang mikro dan gelombang inframerah.

Gelombang radio, merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki rentang frekuensi sekitar 0,1 MHz hingga 1000 GHz dan rentang panjang gelombang sekitar 0,3 m hingga 600 m. Gelombang radio banyak digunakan dalam berbagai perangkat komunikasi seperti walkie talkie, perangkat berbasis wifi dan Bluetooth. Selain itu, gelombang radio digunakan dalam sistem kendali jarak jauh yang ada dalam mobil atau pesawat mainan.

Gelombang mikro, merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki rentang frekuensi sekitar 0,3 GHz sampai 300 GHz dan rentang panjang gelombang sekitar 1 nm hingga 1 m. gelombang mikro banyak digunakan dalam sistem radar. Sistem gelombang mikro tidak boleh terhalang objek apapun karena dapat mempengaruhi proses pengiriman dan penerimaan informasi, maka diperlukan menara-menara tinggi dalam proses transmisi informasi.

Gelombang inframerah, merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki rentang frekuensi sekitar 300 GHz sampai 30.000 GHz dan rentang panjang gelombang sekitar  $8 \times 10^{-7}$  m sampai  $10^{-3}$  m. Teknologi ini digunakan untuk mentransmisikan informasi pada jarak yang dekat secara langsung. Dalam kehidupan sehari-hari teknologi inframerah digunakan pada sistem remote control TV.

## **e. Artikel 1: Fiber Optik (Serat Optik)**

### **a) Pengertian Fiber Optik**

Fiber Optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Perkembangan teknologi serat optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (attenuation) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (bandwidth) yang besar sehingga kemampuan dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian serat optik sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi. Pada prinsipnya serat optik memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat didalamnya. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas/kaca. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh serat optik.

### **b) Sejarah Fiber Optik**

Penggunaan cahaya sebagai pembawa informasi sebenarnya sudah banyak digunakan sejak zaman dahulu, baru sekitar tahun 1930-an para ilmuwan Jerman mengawali eksperimen untuk mentransmisikan cahaya melalui bahan yang bernama serat optik. Percobaan ini juga masih tergolong cukup primitif karena hasil yang dicapai tidak bisa langsung dimanfaatkan, namun harus melalui perkembangan dan penyempurnaan lebih lanjut lagi. Perkembangan selanjutnya adalah ketika para ilmuwan Inggris pada tahun 1958 mengusulkan prototipe serat optik yang sampai sekarang dipakai yaitu yang terdiri atas gelas inti yang dibungkus oleh gelas lainnya. Sekitar awal tahun 1960-an perubahan fantastis terjadi di Asia yaitu ketika para ilmuwan Jepang berhasil membuat jenis serat optik yang mampu mentransmisikan gambar.



Di lain pihak para ilmuwan selain mencoba untuk memandu cahaya melewati gelas (serat optik) namun juga mencoba untuk “menjinakkan” cahaya. Kerja keras itupun berhasil ketika sekitar 1959 laser ditemukan. Laser beroperasi pada daerah frekuensi tampak sekitar  $10^{14}$  Hertz- $10^{15}$  Hertz atau ratusan ribu kali frekuensi gelombang mikro.

Pada awalnya peralatan penghasil sinar laser masih serba besar dan merepotkan. Selain tidak efisien, ia baru dapat berfungsi pada suhu sangat rendah. Laser juga belum terpancar lurus. Pada kondisi cahaya sangat cerah pun, pancarannya gampang meliuk-liuk mengikuti kepadatan atmosfer. Waktu itu, sebuah pancaran laser dalam jarak 1 km, bisa tiba di tujuan akhir pada banyak titik dengan simpangan jarak hingga hitungan meter.

Sekitar tahun 60-an ditemukan serat optik yang kemurniannya sangat tinggi, kurang dari 1 bagian dalam sejuta. Dalam bahasa sehari-hari artinya serat yang sangat bening dan tidak menghantar listrik ini sedemikian murninya, sehingga konon, seandainya air laut itu semurni serat optik, dengan pencahayaan cukup mata normal akan dapat menonton lalu-lalangnya penghuni dasar Samudera Pasifik.

Seperti halnya laser, serat optik pun harus melalui tahap-tahap pengembangan awal. Sebagaimana medium transmisi cahaya, ia sangat tidak efisien. Hingga tahun 1968 atau berselang dua tahun setelah serat optik pertama kali diramalkan akan menjadi pemandu cahaya, tingkat atenuasi (kehilangan)-nya masih 20 dB/km. Melalui pengembangan dalam teknologi material, serat optik mengalami pemurnian, dehidran dan lain-lain. Secara perlahan tapi pasti atenuasinya mencapai tingkat di bawah 1 dB/km.

#### c) Kronologi Perkembangan Fiber Optik

- 1917 Albert Einstein memperkenalkan teori pancaran terstimulasi dimana jika ada atom dalam tingkatan energi tinggi
- 1954 Charles Townes, James Gordon, dan Herbert Zeiger dari Universitas Columbia USA, mengembangkan maser yaitu penguat gelombang mikro dengan pancaran terstimulasi, dimana molekul dari gas ammonia memperkuat dan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Pekerjaan ini menghabiskan waktu tiga tahun sejak ide Townes pada tahun 1951 untuk

mengambil manfaat dari osilasi frekuensi tinggi molekular untuk membangkitkan gelombang dengan panjang gelombang pendek pada gelombang radio.

- 1958 Charles Townes dan ahli fisika Arthur Schawlow mempublikasikan penelitiannya yang menunjukkan bahwa maser dapat dibuat untuk dioperasikan pada daerah infra merah dan spektrum tampak, dan menjelaskan tentang konsep laser.
- 1960 Laboratorium Riset Bell dan Ali Javan serta koleganya William Bennett, Jr., dan Donald Herriott menemukan sebuah pengoperasian secara berkesinambungan dari laser helium-neon.
- 1960 Theodore Maiman, seorang fisikawan dan insinyur elektro dari Hughes Research Laboratories, menemukan sumber laser dengan menggunakan sebuah kristal batu rubi sintesis sebagai medium.
- 1961 Peneliti industri Elias Snitzer dan Will Hicks mendemonstrasikan sinar laser yang diarahkan melalui serat gelas yang tipis (serat optik). Inti serat gelas tersebut cukup kecil yang membuat cahaya hanya dapat melewati satu bagian saja tetapi banyak ilmuwan menyatakan bahwa serat tidak cocok untuk komunikasi karena kerugian cahaya yang terjadi karena melewati jarak yang sangat jauh.
- 1961 Penggunaan laser yang dihasilkan dari batu Rubi untuk keperluan medis di Charles Campbell of the Institute of Ophthalmology at Columbia-Presbyterian Medical Center dan Charles Koester of the American Optical Corporation menggunakan prototipe ruby laser photocoagulator untuk menghancurkan tumor pada retina pasien.
- 1962 Tiga group riset terkenal yaitu General Electric, IBM, dan MIT's Lincoln Laboratory secara simultan mengembangkan gallium arsenide laser yang mengkonversikan energi listrik secara langsung ke dalam cahaya infra merah dan perkembangan selanjutnya digunakan untuk pengembangan CD dan DVD player serta penggunaan pencetak laser.
- 1963 Ahli fisika Herbert Kroemer mengajukan ide yaitu heterostructures, kombinasi dari lebih dari satu semikonduktor dalam layer-layer untuk mengurangi kebutuhan energi untuk laser dan membantu untuk dapat

bekerja lebih efisien. Heterostructures ini nantinya akan digunakan pada telepon seluler dan peralatan elektronik lainnya.

- 1966 Charles Kao dan George Hockham yang melakukan penelitian di Standard Telecommunications Laboratories Inggris mempublikasikan penelitiannya tentang kemampuan serat optik dalam mentransmisikan sinar laser yang sangat sedikit kerugiannya dengan menggunakan serat kaca yang sangat murni. Dari penemuan ini, kemudian para peneliti lebih fokus pada bagaimana cara memurnikan bahan serat kaca tersebut.
- 1970 Ilmuwan Corning Glass Works yaitu Donald Keck, Peter Schultz, dan Robert Maurer melaporkan penemuan serat optik yang memenuhi standar yang telah ditentukan oleh Kao dan Hockham. Gelas yang paling murni yang dibuat terdiri atas gabungan silika dalam tahap uap dan mampu mengurangi kerugian cahaya kurang dari 20 decibels per kilometer, yang selanjutnya pada 1972, tim ini menemukan gelas dengan kerugian cahaya hanya 4 decibels per kilometer. Dan juga pada tahun 1970, Morton Panish dan Izuo Hayashi dari Bell Laboratories dengan tim Ioffe Physical Institute dari Leningrad, mendemonstrasikan laser semikonduktor yang dapat dioperasikan pada temperatur ruang. Kedua penemuan tersebut merupakan terobosan dalam komersialisasi penggunaan fiber optik.
- 1973 John MacChesney dan Paul O. Connor pada Bell Laboratories mengembangkan proses pengendapan uap kimia ke bentuk ultratransparent glass yang kemudian menghasilkan serat optik yang mempunyai kerugian sangat kecil dan diproduksi secara masal.
- 1975 Insinyur pada Laser Diode Labs mengembangkan Laser Semikonduktor, laser komersial pertama yang dapat dioperasikan pada suhu kamar.
- 1977 Perusahaan telepon memulai penggunaan serat optik yang membawa lalu lintas telepon. GTE membuka jalur antara Long Beach dan Artesia, California, yang menggunakan transmisi LED. Bell Labs mendirikan sambungan yang sama pada sistem telepon di Chicago dengan jarak 1,5 mil di bawah tanah yang menghubungkan 2 switching station.
- 1980 Industri serat optik benar-benar sudah berkibar, sambungan serat optik telah ada di kota kota besar di Amerika, AT&T mengumumkan akan

menginstal jaringan serat optik yang menghubungkan kota-kota antara Boston dan Washington D.C., kemudian dua tahun kemudian MCI mengumumkan untuk melakukan hal yang sama. Raksasa-raksasa elektronik macam ITT atau STL mulai memainkan peranan dalam mendalami riset-riset serat optik.

- 1987 David Payne dari Universitas Southampton memperkenalkan optical amplifiers yang didoping (doped) oleh elemen erbium, yang mampu menaikkan sinyal cahaya tanpa harus mengkonversikan terlebih dahulu ke dalam energi listrik.
- 1988 Kabel Transatlantic yang pertama menggunakan serat kaca yang sangat transparan, dan hanya memerlukan repeater untuk setiap 40 mil.
- 1991 Emmanuel Desurvire dari Bell Laboratories serta David Payne dan P. J. Mears dari Universitas Southampton mendemonstrasikan optical amplifiers yang terintegrasi dengan kabel serat optik tersebut. Dengan keuntungannya adalah dapat membawa informasi 100 kali lebih cepat daripada kabel dengan penguat elektronik (electronic amplifier).
- 1996 TPC-5 merupakan jenis kabel serat optik yang pertama menggunakan penguat optik. Kabel ini melewati samudera Pasifik mulai dari San Luis Obispo, California, ke Guam, Hawaii, dan Miyazaki, Jepang, dan kembali ke Oregon coast dan mampu untuk menangani 320,000 panggilan telepon.
- 1997 Serat optik menghubungkan seluruh dunia, Link Around the Globe (FLAG) menjadi jaringan kabel terpanjang di seluruh dunia yang menyediakan infrastruktur untuk generasi internet terbaru.

#### d) Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO)

Berdasarkan penggunaannya maka SKSO dibagi atas beberapa generasi yaitu:

- Generasi pertama (mulai 1975)

Sistem masih sederhana dan menjadi dasar bagi sistem generasi berikutnya, terdiri dari : alat encoding : mengubah input (misal suara) menjadi sinyal listrik  
transmitter : mengubah sinyal listrik menjadi sinyal gelombang, berupa LED dengan panjang gelombang 0,87 mm.  
serat silika : sebagai penghantar sinyal gelombang  
repeater : sebagai penguat gelombang yang melemah di

perjalanan receiver : mengubah sinyal gelombang menjadi sinyal listrik, berupa fotodetektor alat decoding : mengubah sinyal listrik menjadi output (misal suara) Repeater bekerja melalui beberapa tahap, mula-mula ia mengubah sinyal gelombang yang sudah melemah menjadi sinyal listrik, kemudian diperkuat dan diubah kembali menjadi sinyal gelombang. Generasi pertama ini pada tahun 1978 dapat mencapai kapasitas transmisi sebesar 10 Gb.km/s.

- Generasi kedua (mulai 1981)

Untuk mengurangi efek dispersi, ukuran teras serat diperkecil agar menjadi tipe mode tunggal. Indeks bias kulit dibuat sedekat-dekatnya dengan indeks bias teras. Dengan sendirinya transmitter juga diganti dengan diode laser, panjang gelombang yang dipancarkannya 1,3 mm. Dengan modifikasi ini generasi kedua mampu mencapai kapasitas transmisi 100 Gb.km/s, 10 kali lipat lebih besar daripada generasi pertama.

- Generasi ketiga (mulai 1982)

Terjadi penyempurnaan pembuatan serat silika dan pembuatan chip diode laser berpanjang gelombang 1,55 mm. Kemurnian bahan silika ditingkatkan sehingga transparansinya dapat dibuat untuk panjang gelombang sekitar 1,2 mm sampai 1,6 mm. Penyempurnaan ini meningkatkan kapasitas transmisi menjadi beberapa ratus Gb.km/s.

- Generasi keempat (mulai 1984)

Dimulainya riset dan pengembangan sistem koheren, modulasinya yang dipakai bukan modulasi intensitas melainkan modulasi frekuensi, sehingga sinyal yang sudah lemah intensitasnya masih dapat dideteksi. Maka jarak yang dapat ditempuh, juga kapasitas transmisinya, ikut membesar. Pada tahun 1984 kapasitasnya sudah dapat menyamai kapasitas sistem deteksi langsung. Sayangnya, generasi ini terhambat perkembangannya karena teknologi piranti sumber dan deteksi modulasi frekuensi masih jauh tertinggal. Tetapi tidak dapat disangkal bahwa sistem koheren ini punya potensi untuk maju pesat pada masa-masa yang akan datang.

- Generasi kelima (mulai 1989)

Pada generasi ini dikembangkan suatu penguat optik yang menggantikan fungsi repeater pada generasi-generasi sebelumnya. Sebuah penguat optik terdiri dari sebuah diode laser InGaAsP (panjang gelombang 1,48  $\mu\text{m}$ ) dan sejumlah serat optik dengan doping erbium (Er) di terasnya. Pada saat serat ini disinari diode lasernya, atom-atom erbium di dalamnya akan tereksitasi dan membuat inversi populasi\*, sehingga bila ada sinyal lemah masuk penguat dan lewat di dalam serat, atom-atom itu akan serentak mengadakan deeksitasi yang disebut emisi terangsang (stimulated emission) Einstein. Akibatnya sinyal yang sudah melemah akan diperkuat kembali oleh emisi ini dan diteruskan keluar penguat. Keunggulan penguat optik ini terhadap repeater adalah tidak terjadinya gangguan terhadap perjalanan sinyal gelombang, sinyal gelombang tidak perlu diubah jadi listrik dulu dan seterusnya seperti yang terjadi pada repeater. Dengan adanya penguat optik ini kapasitas transmisi melonjak hebat sekali. Pada awal pengembangannya hanya dicapai 400 Gb.km/s, tetapi setahun kemudian kapasitas transmisi sudah menembus harga 50 ribu Gb.km/s.

- Generasi keenam (sekarang)

Pada tahun 1988 Linn F. Mollenauer memelopori sistem komunikasi soliton. Soliton adalah pulsa gelombang yang terdiri dari banyak komponen panjang gelombang. Komponen-komponennya memiliki panjang gelombang yang berbeda hanya sedikit, dan juga bervariasi dalam intensitasnya. Panjang soliton hanya 10-12 detik dan dapat dibagi menjadi beberapa komponen yang saling berdekatan, sehingga sinyal-sinyal yang berupa soliton merupakan informasi yang terdiri dari beberapa saluran sekaligus (wavelength division multiplexing). Eksperimen menunjukkan bahwa soliton minimal dapat membawa 5 saluran yang masing-masing membawa informasi dengan laju 5 Gb/s. Cacah saluran dapat dibuat menjadi dua kali lipat lebih banyak jika digunakan multiplexing polarisasi, karena setiap saluran memiliki dua polarisasi yang berbeda. Kapasitas transmisi yang telah diuji mencapai 35 ribu Gb.km/s.

Cara kerja sistem soliton ini adalah efek Kerr, yaitu sinar-sinar yang panjang gelombangnya sama akan merambat dengan laju yang berbeda di dalam suatu bahan jika intensitasnya melebihi suatu harga batas. Efek ini kemudian digunakan untuk menetralkan efek dispersi, sehingga soliton tidak akan melebar pada waktu sampai di receiver. Hal ini sangat menguntungkan karena tingkat kesalahan yang ditimbulkannya amat kecil bahkan dapat diabaikan. Tampak bahwa penggabungan ciri beberapa generasi teknologi serat optik akan mampu menghasilkan suatu sistem komunikasi yang mendekati ideal, yaitu yang memiliki kapasitas transmisi yang sebesar-besarnya dengan tingkat kesalahan yang sekecil-kecilnya yang jelas, dunia komunikasi abad 21 mendatang tidak dapat dihindari lagi akan dirajai oleh teknologi serat optik.

#### e) Jenis-jenis Fiber Optik

Pembagian serat optik dapat dilihat dari 2 jenis perbedaan:

##### 1. Berdasarkan mode yang dirambatkan:

- Single mode: serat optik dengan inti (core) yang sangat kecil (biasanya sekitar 8,3 mikron), diameter intinya sangat sempit mendekati panjang gelombang sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak terpantul-pantul ke dinding selongsong (cladding). Bagian inti serat optik single-mode terbuat dari bahan kaca silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan sejumlah kecil kaca Germania ( $\text{GeO}_2$ ) untuk meningkatkan indeks biasnya. Untuk mendapatkan performa yang baik pada kabel ini, biasanya untuk ukuran selongsongnya adalah sekitar 15 kali dari ukuran inti (sekitar 125 mikron). Kabel untuk jenis ini paling mahal, tetapi memiliki kelemahan (kurang dari 0.35 dB per kilometer), sehingga memungkinkan kecepatan yang sangat tinggi dari jarak yang sangat jauh. Standar terbaru untuk kabel ini adalah ITU-T G.652D, dan G.657.
- Multi mode: serat optik dengan diameter core yang agak besar yang membuat laser di dalamnya akan terpantul-pantul di dinding cladding yang dapat menyebabkan berkurangnya bandwidth dari serat optik jenis ini.

2. Berdasarkan indeks bias core:

- Step indeks: pada serat optik step indeks, core memiliki indeks bias yang homogen.
- Graded indeks: indeks bias core semakin mendekat ke arah cladding semakin kecil. Jadi pada graded indeks, pusat core memiliki nilai indeks bias yang paling besar. Serat graded indeks memungkinkan untuk membawa bandwidth yang lebih besar, karena pelebaran pulsa yang terjadi dapat diminimalkan.

f) Kelebihan Fiber Optik

Dalam penggunaan serat optik ini, terdapat beberapa keuntungan antara lain:

1. Lebar jalur besar dan kemampuan dalam membawa banyak data, dapat memuat kapasitas informasi yang sangat besar dengan kecepatan transmisi mencapai gigabit-per detik dan menghantarkan informasi jarak jauh tanpa pengulangan
2. Biaya pemasangan dan pengoperasian yang rendah serta tingkat keamanan yang lebih tinggi
3. Ukuran kecil dan ringan, sehingga hemat pemakaian ruang
4. Imun, kekebalan terhadap gangguan elektromagnetik dan gangguan gelombang radio
5. Non-Penghantar, tidak ada tenaga listrik dan percikan api
6. Tidak berkarat

g) Kelemahan Fiber Optik

1. Penyerapan (Absorption)
2. Kehilangan cahaya yang disebabkan adanya kotoran dalam serat optik.
3. Penyebaran (Scattering)
4. Kehilangan radiasi (radiative losses)



h) Kode warna pada kabel Fiber Optik

- Selubung luar

Dalam standarisasinya kode warna dari selubung luar (jacket) kabel serat optik jenis Patch Cord adalah sebagai berikut:

<b>Warna selubung luar/jacket</b>	<b>Artinya</b>
Kuning	serat optik single-mode
Oren	serat optik multi-mode
Aqua	Optimal laser 10 giga 50/125 mikrometer serat optik multi-mode
Abu-Abu	Kode warna serat optik multi-mode, yang tidak digunakan lagi
Biru	Kadang masih digunakan dalam model perancangan

- Konektor

Pada kabel serat optik, sambungan ujung terminal atau disebut juga konektor, biasanya memiliki tipe standar seperti berikut:

1. FC (Fiber Connector): digunakan untuk kabel single mode dengan akurasi yang sangat tinggi dalam menghubungkan kabel dengan transmitter maupun receiver. Konektor ini menggunakan sistem drat ulir dengan posisi yang dapat diatur, sehingga ketika dipasangkan ke perangkat lain, akurasinya tidak akan mudah berubah.
2. SC (Subscriber Connector): digunakan untuk kabel single mode, dengan sistem dicabut-pasang. Konektor ini tidak terlalu mahal, simpel, dan dapat diatur secara manual serta akurasinya baik bila dipasangkan ke perangkat lain.
3. ST (Straight Tip): bentuknya seperti bayonet berkunci hampir mirip dengan konektor BNC. Sangat umum digunakan baik untuk kabel multi mode maupun single mode. Sangat mudah digunakan baik dipasang maupun dicabut.
4. Biconic: Salah satu konektor yang kali pertama muncul dalam komunikasi fiber optik. Saat ini sangat jarang digunakan.
5. D4: konektor ini hampir mirip dengan FC hanya berbeda ukurannya saja. Perbedaannya sekitar 2 mm pada bagian ferrule-nya.
6. SMA: konektor ini merupakan pendahulu dari konektor ST yang sama-sama menggunakan penutup dan pelindung. Namun seiring dengan berkembangnya ST konektor, maka konektor ini sudah tidak berkembang lagi penggunaannya.
7. E2000

Konektor serat optik E2000 memiliki mekanisme kopling push-pull, dengan rana logam otomatis di konektor sebagai perlindungan sinar laser dan debu. Desain satu potong untuk penghentian mudah dan cepat, digunakan untuk keamanan tinggi dan aplikasi dengan daya tinggi. Konektor E2000 tersedia untuk PC Single mode, APC dan Multi mode PC. Konektor E2000 adalah satu dari sedikit konektor serat optik yang dilengkapi rana pegas yang sepenuhnya melindungi ferrule dari debu dan goresan. Rana ditutup secara otomatis saat konektor dilepas, mengunci kotoran yang kemudian dapat

menyebabkan kegagalan jaringan, dan mengunci sinar laser yang berpotensi berbahaya.

i) Jenis-jenis konektor tipe kecil

Selanjutnya jenis-jenis konektor tipe kecil:

1. LC
2. SMU
3. SC-DC

Selain itu, pada konektor tersebut biasanya menggunakan warna tertentu dengan maksud sebagai berikut:

Warna Konektor		Arti	Keterangan
Biru		Physical Contact (PC), 0°	yang paling umum digunakan untuk serat optik single-mode.
Hijau		Angle Polished (APC), 8°	sudah tidak digunakan lagi untuk serat optik multi-mode
Hitam		Physical Contact (PC), 0°	
Abu-abu,	Krem	Physical Contact (PC), 0°	serat optik multi-mode
Putih		Physical Contact (PC), 0°	
Merah			Penggunaan khusus

## **f. Artikel 2: Fiber Optik (Serat Optik)**

### **a) Pengertian Fiber Optik**

Fiber Optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah dari sinar laser atau LED.

Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi fiber optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Perkembangan teknologi fiber optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (attenuation) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (bandwidth) yang besar, maka mampu dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian fiber optik sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi.

Sekitar 20 tahun yang lalu, kabel fiber optik telah mengambil alih dan mengubah wajah teknologi industri telepon jarak jauh maupun industri automasi dengan pengontrolan jarak jauh. Serat optik juga memberikan peranan besar membuat Internet dapat digunakan di seluruh dunia. Pada tahun 1997 fiber optik menghubungkan seluruh dunia, Fiber-Optic Link Around the Globe (FLAG) menjadi jaringan kabel terpanjang di seluruh dunia yang menyediakan infrastruktur untuk generasi internet terbaru.

b) Kelebihan Fiber Optik

1. Bandwidth sangat besar dengan kecepatan transmisi mencapai gigabit-per detik dan menghantarkan informasi jarak jauh tanpa pengulangan
2. Biaya pemasangan dan pengoperasian yang rendah serta tingkat keamanan yang lebih tinggi
3. Ukuran kecil dan ringan, sehingga hemat pemakaian ruang
4. Kebal terhadap gangguan elektromagnetik dan gangguan gelombang radio
5. Tidak ada tenaga listrik dan percikan api
6. Tidak berkarat

c) Kekurangan Fiber Optik

1. Beberapa faktor membatasi efektivitas kabel FO. Selain instalasinya yang mahal, sistem ini mungkin sinyalnya kurang kuat, hal ini disebabkan karena faktor fisik ataupun material.
2. Dispersi dapat mempengaruhi volume informasi yang dapat diakomodasi.
3. Tidak seperti halnya dengan kawat atau plastik, fiber juga lebih sulit untuk disambung.
4. Sambungan akhir dari kabel fiber harus benar-benar akurat untuk menghindari transmisi yang tidak jelas.
5. Komponen FO mahal dan membutuhkan biaya ekstra dalam pengaplikasian yang lebih spesifik.

d) Cara Kerja Fiber Optik

Pada prinsipnya fiber optik memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat di dalamnya. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas/kaca. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh fiber optik.

Untuk mengirimkan percakapan-percakapan telepon atau internet melalui fiber optik, sinyal analog di rubah menjadi sinyal digital. Sebuah laser transmitter pada salah satu ujung kabel melakukan on/off untuk mengirimkan setiap bit sinyal. System fiber optik modern dengan single laser bisa mentransmitkan jutaan bit/second. Atau bisa dikatakan laser transmitter on dan off jutaan kali /second.

Sebuah kabel fiber optik terbuat dari serat kaca murni, sehingga meski panjangnya berkilo-kilo meter, cahaya masih dapat dipancarkan dari ujung ke ujung lainnya.

Helai serat kaca tersebut didesain sangat halus, ketebalannya kira-kira sama dengan tebal rambut manusia. Helai serat kaca dilapisi oleh 2 lapisan plastik (2 layers plastic coating) dengan melapisi serat kaca dengan plastik, akan didapatkan equivalen sebuah cermin disekitar serat kaca. Cermin ini menghasilkan total internal reflection (refleksi total pada bagian dalam serat kaca).

Sama halnya ketika kita berada pada ruangan gelap dengan sebuah jendela kaca, kemudian kita mengarahkan cahaya senter 90 derajat tegak lurus dengan kaca, maka cahaya senter akan tembus ke luar ruangan. Akan tetapi jika cahaya senter tersebut diarahkan ke kaca jendela dengan sudut yang rendah (hampir paralel dengan cahaya aslinya), maka kaca tersebut akan berfungsi menjadi cermin yg akan memantulkan cahaya senter ke dalam ruangan. Demikian pula pada fiber optik, cahaya berjalan melalui serat kaca pada sudut yang rendah.

Reliabilitas dari serat optik dapat ditentukan dengan satuan BER (Bit error rate). Salah satu ujung serat optik diberi masukan data tertentu dan ujung yang lain mengolah data itu. Dengan intensitas laser yang rendah dan dengan panjang serat mencapai beberapa km, maka akan menghasilkan kesalahan. Jumlah kesalahan persatuan waktu tersebut dinamakan BER. Dengan diketahuinya BER maka, Jumlah kesalahan pada serat optik yang sama dengan panjang yang berbeda dapat diperkirakan besarnya.

#### e) Komponen-komponen Fiber Optik

Sebuah sistem komunikasi tentu tidak hanya didukung oleh satu dua komponen atau perangkat saja. Di dalamnya pasti terdapat banyak sekali paduan komponen yang saling bekerja sama satu dengan yang lainnya. Perpaduan dan kerja sama tersebut akan menghasilkan banyak sekali manfaat bagi berlangsungnya transfer informasi. Dengan demikian, jadilah sebuah sistem komunikasi.

Di dalamnya terdapat proses modulasi agar sinyal-sinyal informasi yang sebenarnya dapat dimungkinkan dibawa melalui udara. Dan setibanya di lokasi tujuan, proses demodulasi akan terjadi untuk membuka informasi aslinya kembali. Jika berjalan dalam jarak yang jauh maka penguat sinyal pasti dibutuhkan.

Proses komunikasi pada sistem fiber optik juga mengalami hal yang sama seperti sistem komunikasi yang lainnya. Lima komponen utama dalam sistem komunikasi fiber optik adalah sebagai berikut:

1. Cahaya pembawa informasi

Inilah sumber asal-muasal terjadinya sistem komunikasi fiber optik. Cahaya, komponen alam yang memiliki banyak kelebihan ini dimanfaatkan dengan begitu pintarnya untuk membawa data dengan kecepatan dan bandwidth yang sangat tinggi. Semua kelebihan dari cahaya seakan-akan dimanfaatkan di sini. Cahaya yang berkecepatan tinggi, cahaya yang kebal terhadap gangguan-gangguan, cahaya yang mampu berjalan jauh, semuanya akan Anda rasakan dengan menggunakan media fiber optik ini.

2. Optical Transmitter (Pemancar)

Optical transmitter merupakan sebuah komponen yang bertugas untuk mengirimkan sinyal-sinyal cahaya ke dalam media pembawanya. Di dalam komponen ini terjadi proses mengubah sinyal-sinyal elektronik analog maupun digital menjadi sebuah bentuk sinyal-sinyal cahaya. Sinyal inilah yang kemudian bertugas sebagai sinyal korespondensi untuk data Anda. Optical transmitter secara fisik sangat dekat dengan media fiber optic pada penggunaannya. Dan bahkan optical transmitter dilengkapi dengan sebuah lensa yang akan memfokuskan cahaya ke dalam media fiber optik tersebut. Sumber cahaya dari komponen ini bisa bermacam-macam.

Sumber cahaya yang biasanya digunakan adalah Light Emitting Dioda (LED) atau solid state laser dioda. Sumber cahaya yang menggunakan LED lebih sedikit mengonsumsi daya daripada laser. Namun sebagai konsekuensinya, sinar yang dipancarkan oleh LED tidak dapat menempuh jarak sejauh laser.

### 3. Kabel Fiber optik

Komponen inilah yang merupakan pemeran utama dalam sistem ini. Kabel fiber optik biasanya terdiri dari satu atau lebih fiber optik yang akan bertugas untuk memandu cahaya-cahaya tadi dari lokasi asalnya hingga sampai ke tujuan. Kabel fiber optic secara konstruksi hampir menyerupai kabel listrik, hanya saja ada sedikit tambahan proteksi untuk melindungi transmisi cahaya. Biasanya kabel fiber optic juga bisa disambung, namun dengan proses yang sangat rumit. Proses penyambungan kabel ini sering disebut dengan istilah splicing.

### 4. Optical regenerator / amplifier / repeater

Optical regenerator atau dalam bahasa Indonesianya penguat sinyal cahaya, sebenarnya merupakan komponen yang tidak perlu ada ketika Anda menggunakan media fiber optik dalam jarak dekat saja.

Sinyal cahaya yang Anda kirimkan baru akan mengalami degradasi dalam jarak kurang lebih 1 km. Maka dari itu, jika Anda memang bermain dalam jarak jauh, komponen ini menjadi komponen utama juga. Biasanya optical generator disambungkan di tengah-tengah media fiber optik untuk lebih menguatkan sinyal-sinyal yang lemah.

### 5. Optical receiver (Penerima)

Optical receiver memiliki tugas untuk menangkap semua cahaya yang dikirimkan oleh optical transmitter. Setelah cahaya ditangkap dari media fiber optic, maka sinyal ini akan didecode menjadi sinyal-sinyal digital yang tidak lain adalah informasi yang dikirimkan. Setelah di-decode, sinyal listrik digital tadi dikirimkan ke sistem pemrosesnya seperti misalnya ke televisi, ke perangkat komputer, ke telepon, dan banyak lagi perangkat digital lainnya. Biasanya optical receiver ini adalah berupa sensor cahaya seperti photocell atau photodiode yang sangat peka dan sensitif terhadap perubahan cahaya.



## **g. Artikel Atenuasi**

### **a) Pengertian Atenuasi**

Atenuasi adalah melemahnya suatu sinyal yang disebabkan oleh adanya jarak yang semakin jauh, yang harus ditempuh oleh suatu sinyal tersebut dan karena frekuensi sinyal tersebut semakin tinggi.

Atenuasi disebabkan oleh karena adanya penyebaran dan absorpsi gelombang. Penyebaran gelombang terjadi akibat ukuran berkas gelombang berubah, pola berkas gelombang tergantung pada perbandingan antara diameter sumber gelombang dan panjang gelombang medium.

Delay distorsi terjadi akibat kecepatan sinyal yang melalui medium berbeda-beda sehingga tiba pada penerima dengan waktu yang berbeda. Distorsi adalah sebuah perubahan suara yang terjadi ketika amplitudo sinyal melebihi range yang tersedia.

### **b) Jenis-jenis Noise (Derau)**

Noise atau derau yang dihasilkan perangkat elektronik sangat bervariasi karena noise itu sendiri dihasilkan dari beberapa efek yang berbeda. Berdasarkan sumbernya, noise atau derau ini dapat dibedakan menjadi dua kategori utama yaitu Internal Noise dan External Noise. Berikut ini adalah jenis-jenis Noise berdasarkan kedua kategori tersebut.

#### **1. Internal Noise (Derau Internal)**

Internal Noise adalah Noise yang dibangkitkan oleh komponen-komponen dalam sistem komunikasi itu sendiri. Internal Noise ini terdiri dari Thermal Noise, Shot Noise, Flicker Noise dan Transit Time Noise.

##### **1.1. Thermal Noise (Derau Termal)**

Thermal Noise atau disebut juga dengan Johnson Noise ini adalah Noise yang dibangkitkan oleh gerakan thermal acak pembawa muatan (biasanya elektron) dalam sebuah konduktor. Amplitudo pada Thermal Noise tidak terikat pada frekuensi tertentu sehingga noise ini dapat terjadi pada seluruh jangkauan frekuensi. Thermal Noise merupakan noise yang sulit untuk dihindari.

##### **1.2. Shot Noise (Derau Tembakan)**

Shot Noise atau Derau Tembakan ini terjadi karena adanya penghalang potensial atau Potential Barrier. Shot Noise umumnya muncul di perangkat atau komponen elektronika aktif seperti Dioda dan Transistor karena pada komponen-komponen aktif tersebut memiliki persimpangan Positif dan Negatif atau PN Junction. Ketika Elektron dan Holes melintasi penghalang, maka akan menimbulkan noise yang disebut dengan Shot Noise atau Derau Tembakan.

### 1.3. Flicker Noise ( $1/f$ Noise)

Flicker Noise yang juga dikenal dengan nama  $1/f$  Noise ini adalah Jenis Noise yang terjadi pada rentang frekuensi dibawah beberapa kiloHertz (kHz). Densitas daya spektral Noise jenis ini akan semakin meningkat seiring dengan penurunan frekuensi. Oleh karena itu, Flicker Noise ini juga disebut dengan Low Frequency Noise atau Derau Frekuensi Rendah. Flicker Noise ini juga sering disebut dengan Contact Noise atau Pink Noise.

### 1.4. Transit Time Noise

Transit Time adalah waktu yang dibutuhkan untuk pembawa muatan untuk berpindah dari input ke output. Jadi yang dimaksud dengan Transit Time Noise adalah Noise yang timbul pada saat transit time pembawa muatan semikonduktor yaitu pada saat pembawa muatan melintasi persimpangan yang dibandingkan dengan jangka waktu sinyal tersebut. Transit Time Noise ini sering disebut juga dengan High Frequency Noise.

## 2. External Noise (derau eksternal)

External Noise atau derau eksternal adalah derau yang dihasilkan dari luar rangkaian elektronik itu sendiri. Noise ini bukan disebabkan oleh komponen dari rangkaian atau perangkat elektronik/listrik. Eksternal Noise ini terdiri dari Atmospheric Noise, Industrial Noise dan Extraterrestrial Noise.

### 2.1. Atmospheric Noise (Derau Atmosfer)

Atmospheric Noise atau Derau Atmosfer atau dikenal juga dengan Noise Statis merupakan sumber gangguan listrik yang terjadi secara alami karena berkaitan dengan atmosfer bumi. Derau Atmosfer ini bisa disebabkan oleh petir, halilintar, badai dan gangguan alam lainnya.

## 2.2. Industrial Noise (Derau Industri)

Industrial Noise atau derau industri adalah derau yang dihasilkan oleh manusia seperti menghidupkan motor elektrik, peralihan gigi mesin, mematikan dan menghidupkan lampu listrik melalui sakelar, perubahan tegangan dan arus listrik tinggi yang mendadak dan aktivitas manusia lainnya. Industrial Noise ini juga sering disebut dengan Man-Made Noise (derau yang dihasilkan oleh manusia).

## 2.3. Extraterrestrial Noise (derau luar angkasa)

Extraterrestrial Noise (Ekstraterrestrial noise) atau derau luar angkasa adalah sinyal elektrik yang berasal dari luar atmosfer bumi. Berdasarkan asalnya, Extraterrestrial Noise ini dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu Solar Noise yang berasal dari panas matahari dan Cosmic Noise yaitu noise yang didistribusikan secara berkesinambungan di sepanjang galaksi.

### c) 4 konsep kapasitas channel

- Data Rate = Data rate adalah Ukuran kecepatan bit data dalam proses transmisi, dihitung dalam bit per detik.
- Bandwidth = Bandwidth adalah maksimal besar transfer yang dapat dilakukan pada satu waktu dalam pertukaran data.
- Derau = Derau atau yang biasa disebut noise adalah suatu sinyal gangguan yang bersifat akustik, elektrik, maupun elektronis yang hadir dalam suatu sistem dalam bentuk gangguan yang bukan merupakan sinyal yang diinginkan.
- Error rate = sejumlah bit digital bernilai tinggi pada jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai keadaan rendah atau sebaliknya, kemudian dibagi dengan sejumlah bit yang diterima atau dikirim atau diproses selama beberapa periode yang telah ditetapkan.

## **h. Artikel Modulasi**

### **a) Pengertian Modulasi**

Modulasi adalah proses perubahan (varying) suatu gelombang periodik sehingga menjadikan suatu sinyal mampu membawa suatu informasi. Dengan proses modulasi, suatu informasi (biasanya berfrekuensi rendah) bisa dimasukkan ke dalam suatu gelombang pembawa, biasanya berupa gelombang sinus berfrekuensi tinggi. Terdapat tiga parameter kunci pada suatu gelombang sinusoidal yaitu: amplitudo, fase dan frekuensi. Ketiga parameter tersebut dapat dimodifikasi sesuai dengan sinyal informasi (berfrekuensi rendah) untuk membentuk sinyal yang termodulasi.

Peralatan untuk melaksanakan proses modulasi disebut modulator, sedangkan peralatan untuk memperoleh informasi awal (kebalikan dari dari proses modulasi) disebut demodulator dan peralatan yang melaksanakan kedua proses tersebut disebut modem.

### **b) Jenis-jenis Modulasi**

Informasi yang dikirim bisa berupa data analog maupun digital sehingga terdapat dua jenis modulasi yaitu:

- modulasi analog
- modulasi digital

i) Sinyal analog adalah sinyal data dalam bentuk gelombang yang kontinu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombangnya. Sinyal analog bekerja dengan mentransmisikan suara dan gambar dalam bentuk gelombang kontinu (continuous varying). Dua parameter/karakteristik terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitudo dan frekuensi. Isyarat analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus, mengingat gelombang sinus merupakan dasar untuk semua bentuk isyarat analog. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa berdasarkan analisis fourier, suatu sinyal analog dapat diperoleh dari perpaduan sejumlah gelombang sinus. Dengan menggunakan sinyal analog, maka jangkauan transmisi data dapat mencapai jarak yang jauh, tetapi sinyal ini mudah terpengaruh oleh noise. Gelombang pada sinyal analog yang umumnya berbentuk gelombang sinus memiliki tiga variable dasar, yaitu amplitudo, frekuensi dan phase.

- Amplitudo merupakan ukuran tinggi rendahnya tegangan dari sinyal analog.
- Frekuensi adalah jumlah gelombang sinyal analog dalam satuan detik.
- Phase adalah besar sudut dari sinyal analog pada saat tertentu.

### Modulasi Analog

Dalam modulasi analog, proses modulasi merupakan respon atas informasi sinyal analog.

Teknik umum yang dipakai dalam modulasi analog:

- Angle Modulation
  - Modulasi Fase (Phase Modulation - PM)
  - Modulasi Frekuensi (Frequency Modulation - FM)
  - Modulasi Amplitudo (Amplitude Modulation - AM)
  - Double-sideband modulation with unsuppressed carrier (used on the radio AM band)
  - Double-sideband suppressed-carrier transmission (DSB-SC)
  - Double-sideband reduced carrier transmission (DSB-RC)
  - Single-sideband modulation (SSB, or SSB-AM), very similar to single-sideband suppressed carrier modulation (SSB-SC)
  - Vestigial-sideband modulation (VSB, or VSB-AM)
  - Quadrature amplitude modulation (QAM)
- ii) Sinyal digital merupakan hasil teknologi yang dapat mengubah signal menjadi kombinasi urutan bilangan 0 dan 1 (juga dengan biner), sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau, proses informasinya pun mudah, cepat dan akurat, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya mencapai jarak jangkauan pengiriman data yang relatif dekat. Biasanya sinyal ini juga dikenal dengan sinyal diskret. Sinyal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada sinyal digital. Sebuah bit dapat berupa nol (0) atau satu (1). Kemungkinan nilai untuk sebuah bit adalah 2 buah ( $2^1$ ). Kemungkinan nilai untuk 2 bit adalah sebanyak 4 ( $2^2$ ), berupa 00, 01, 10, dan 11. Secara umum, jumlah kemungkinan nilai yang terbentuk oleh kombinasi n bit adalah sebesar  $2^n$  buah.

System digital merupakan bentuk sampling dari sytem analog. digital pada dasarnya di code-kan dalam bentuk biner (atau Hexa). besarnya nilai suatu system digital dibatasi oleh lebarnya / jumlah bit (bandwidth). jumlah bit juga sangat mempengaruhi nilai akurasi system digital.

Signal digital ini memiliki berbagai keistimewaan yang unik yang tidak dapat ditemukan pada teknologi analog yaitu:

- Mampu mengirimkan informasi dengan kecepatan cahaya yang dapat membuat informasi dapat dikirim dengan kecepatan tinggi.
- Penggunaan yang berulang – ulang terhadap informasi tidak mempengaruhi kualitas dan kuantitas informasi itu sendiri.
- Informasi dapat dengan mudah diproses dan dimodifikasi ke dalam berbagai bentuk.
- Dapat memproses informasi dalam jumlah yang sangat besar dan mengirimnya secara interaktif.

Pengolahan sinyal digital memerlukan komponen-komponen digital, register, counter, decoder, mikroprosesor, mikrokontroler dan sebagainya. Saat ini pengolahan sinyal banyak dilakukan secara digital, karena kelebihanannya antara lain:

1. untuk menyimpan hasil pengolahan, sinyal digital lebih mudah dibandingkan sinyal analog. Untuk menyimpan sinyal digital dapat menggunakan media digital seperti CD, DVD, Flash Disk, Hardisk. Sedangkan media penyimpanan sinyal analog adalah pita tape magnetik.
2. lebih kebal terhadap noise karena bekerja pada level '0' dan '1' .
3. lebih kebal terhadap perubahan temperatur.
4. lebih mudah pemrosesannya.

### Modulasi Digital

Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (bit stream) ke dalam sinyal carrier. Modulasi digital sebetulnya adalah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa (carrier) sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (modulated carrier) memiliki ciri-ciri dari bit-bit (0 atau 1) yang dikandungnya. Berarti dengan mengamati modulated carriernya, kita bisa mengetahui urutan bitnya disertai clock

(timing, sinkronisasi). Melalui proses modulasi digital sinyal-sinyal digital setiap tingkatan dapat dikirim ke penerima dengan baik. Untuk pengiriman ini dapat digunakan media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio). Pada dasarnya dikenal 3 prinsip atau sistem modulasi digital yaitu: ASK, FSK, dan PSK

1. Amplitude Shift Keying Amplitude Shift Keying (ASK) atau pengiriman sinyal berdasarkan pergeseran amplitude, merupakan suatu metode modulasi dengan mengubah-ubah amplitude. Dalam proses modulasi ini kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. Keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah bit per baud (kecepatan digital) lebih besar. Sedangkan kesulitannya adalah dalam menentukan level acuan yang dimilikinya, yakni setiap sinyal yang diteruskan melalui saluran transmisi jarak jauh selalu dipengaruhi oleh redaman dan distorsi lainnya. Oleh sebab itu media ASK hanya menguntungkan bila dipakai untuk hubungan jarak dekat saja. Dalam hal ini faktor derau harus diperhitungkan dengan teliti, seperti juga pada sistem modulasi AM. Derau menindih puncak bentuk-bentuk gelombang yang berlevel banyak dan membuat mereka sukar mendeteksi dengan tepat menjadi level ambangnya.

2. Frequency Shift Keying Frequency Shift Keying (FSK) atau pengiriman sinyal melalui penggeseran frekuensi. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi output gelombang pembawa. Pergeseran ini terjadi antara harga-harga yang telah ditentukan semula dengan gelombang output yang tidak mempunyai fase terputus-putus. Dalam proses modulasi ini besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. FSK merupakan metode modulasi yang paling populer. Dalam proses ini gelombang pembawa digeser ke atas dan ke bawah untuk memperoleh bit 1 dan bit 0. Kondisi ini masing-masing disebut space dan mark. Keduanya merupakan standar transmisi data yang sesuai dengan rekomendasi CCITT. FSK juga tidak tergantung pada teknik on-off pemancar, seperti yang telah ditentukan sejak semula. Kehadiran gelombang pembawa dideteksi untuk menunjukkan bahwa pemancar telah siap. Dalam hal penggunaan banyak pemancar

(multi-transmitter), masing-masingnya dapat dikenal dengan frekuensinya. Prinsip pendeteksian gelombang pembawa umumnya dipakai untuk mendeteksi kegagalan sistem bekerja. Bentuk dari modulated Carrier FSK mirip dengan hasil modulasi FM. Secara konsep, modulasi FSK adalah modulasi FM, hanya disini tidak ada bermacam-macam variasi /deviasi ataupun frekuensi, yang ada hanya 2 kemungkinan saja, yaitu More atau Less (High atau Low, Mark atau Space). Tentunya untuk deteksi (pengambilan kembali dari kandungan Carrier atau proses demodulasinya) akan lebih mudah, kemungkinan kesalahan (error rate) sangat minim/kecil. Umumnya tipe modulasi FSK dipergunakan untuk komunikasi data dengan Bit Rate (kecepatan transmisi) yang relative rendah, seperti untuk Telex dan Modem-Data dengan bit rate yang tidak lebih dari 2400 bps (2.4 kbps).

3. Phase Shift Keying Phase Shift Keying (PSK) atau pengiriman sinyal melalui pergeseran fase. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi fase yang memungkinkan fungsi pemodulasi fase gelombang termodulasi di antara nilai-nilai diskrit yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam proses modulasi ini fase dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Sudut fase harus mempunyai acuan kepada pemancar dan penerima. Akibatnya, sangat diperlukan stabilitas frekuensi pada pesawat penerima. Guna memudahkan untuk memperoleh stabilitas pada penerima, kadang-kadang dipakai suatu teknik yang koheren dengan PSK yang berbeda-beda. Hubungan antara dua sudut fase yang dikirim digunakan untuk memelihara stabilitas. Dalam keadaan seperti ini, fase yang ada dapat dideteksi bila fase sebelumnya telah diketahui. Hasil dari perbandingan ini dipakai sebagai patokan (referensi). Untuk transmisi Data atau sinyal Digital dengan kecepatan tinggi, lebih efisien dipilih system modulasi PSK. Dua jenis modulasi PSK yang sering kita jumpai yaitu: 3.1. BPSK BPSK adalah format yang paling sederhana dari PSK. Menggunakan dua yang tahap yang dipisahkan sebesar  $180^\circ$  dan sering juga disebut 2-PSK. Modulasi ini paling sempurna dari semua bentuk modulasi PSK. Akan tetapi bentuk modulasi ini hanya mampu memodulasi 1 bit/symbol dan dengan demikian maka modulasi ini tidak cocok untuk aplikasi data-rate yang tinggi dimana bandwidthnya dibatasi. 3.2. QPSK Kadang-Kadang dikenal sebagai quaternary atau



quadriphase PSK atau 4-PSK, QPSK menggunakan empat titik pada diagram konstilasi, terletak di sekitar suatu lingkaran. Dengan empat tahap, QPSK dapat mendekode dua bit per simbol. Hal ini berarti dua kali dari BPSK. Analisis menunjukkan bahwa ini mungkin digunakan untuk menggandakan data rate jika dibandingkan dengan sistem BPSK. Walaupun QPSK dapat dipandang sebagai sebagai suatu modulasi quaternary, lebih mudah untuk melihatnya sebagai dua quadrature carriers yang termodulasi tersendiri. Dengan penafsiran ini, maka bit yang digunakan untuk mengatur komponen phase pada sinyal carrier ketika digunakan untuk mengatur komponen quadrature-phase dari sinyal carrier tersebut. BPSK digunakan pada kedua carrier dan dapat dimodulasi dengan bebas.

## **i. Artikel Sinyal Analog dan Digital**

### **a) Pengertian Sinyal Analog**

Sinyal analog adalah sinyal yang memiliki variasi nilai tak terbatas pada sumbu waktunya. Sinyal analog juga disebut dengan sinyal kontinu karena sinyal analog memiliki nilai tiap satuan waktu. Hampir semua sinyal yang terdapat pada lingkungan berbentuk sinyal analog seperti suara, suhu, tekanan dan sebagainya. Sinyal analog membawa data dengan cara merubah karakteristik gelombang sesuai dengan nilai informasinya. Misalnya sinyal suara yang memiliki variasi bentuk gelombang yang berubah-ubah dikarenakan nilai data yang berubah-ubah. Sinyal analog dari suara percakapan atau musik dalam bentuk gelombang.

### **b) Bentuk Sinyal Analog**

Pada sistem elektronika, sinyal analog diproses oleh komponen elektronika analog seperti dioda, transistor, dan Op-Amp (Operational Amplifier). Kelebihan dari sinyal analog yaitu dapat mencapai jarak yang cukup jauh karena tahan terhadap redaman, sedangkan kelemahannya yaitu mudah terpengaruh oleh noise karena nilainya yang bervariasi.

### **c) Pengertian Sinyal Digital**

Sinyal digital adalah sinyal yang variasi nilainya terbatas pada sumbu waktunya. Data atau Informasi pada sinyal digital direpresentasikan dalam bilangan biner yaitu bilangan 0 dan 1. Bilangan tersebut dapat diwakili oleh tegangan listrik dengan level tegangan yang berbeda. Secara umum bilangan 0 diwakili oleh level tegangan rendah (Low) dan bilangan 1 diwakili oleh level tegangan tinggi (High). Sebagai contoh pada IC digital jenis TTL (Transistor-transistor Logic) logika 0 diwakili oleh tegangan 0 – 0,8 V sedangkan logika 1 diwakili oleh tegangan 2 – 5 V sedangkan untuk IC digital jenis CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) logika 0 diwakili oleh tegangan 0 –  $\frac{1}{3} V_{DD}$  dan logika 1 diwakili oleh tegangan  $\frac{2}{3} V_{DD}$  –  $V_{DD}$ .

Level Tegangan IC Digital:

#### **a) TTL**

#### **b) CMOS**

Sinyal digital membawa data dengan membentuk deretan biner yang panjangnya sesuai dengan nilai informasinya. Data dari sinyal digital memiliki satuan bit. Semakin banyak bit data pada sinyal digital akan menyebabkan

semakin banyak pula deretan biner yang terbentuk, Contohnya pada satu bit data akan membentuk satu deret bilangan biner, dua bit data akan membentuk 2 deret bilangan biner dan seterusnya.

1 bit data = 1 deret biner = 1

2 bit data = 2 deret biner = 11

Banyaknya bit data pada sinyal digital juga mempengaruhi seberapa banyak kombinasi nilai data yang dapat terbentuk. Kombinasi nilai data pada bilangan biner dinyatakan dalam 2 pangkat n dengan n merupakan banyaknya bit data. Contohnya pada satu bit data terdapat 2 kombinasi nilai data yaitu 0 atau 1 karena  $2 \text{ pangkat } 1 = 2$ , pada dua bit data terdapat 4 kombinasi nilai data yaitu 00, 01, 10, dan 11 karena  $2 \text{ pangkat } 2 = 4$ , dan seterusnya. Deretan data bilangan biner 15 bit dengan nilai data 010011100101001 dalam bentuk gelombang.

#### d) Bentuk Sinyal Digital

Pada sistem elektrik, sinyal digital diproses oleh komponen elektronika digital seperti enkoder, dekoder, multiplekser, mikrokontroller, dan piranti komputer. Kelebihan dari sinyal digital yaitu tidak mudah terpengaruh oleh noise, karena bekerja pada nilai biner 0 dan 1 saja, sedangkan kelemahannya yaitu tidak dapat mencapai jarak yang jauh karena mudah terpengaruh oleh efek redaman.

## **j. Artikel Data Link Control**

### **a) Pengertian Data Link Control**

Pengiriman data melalui link komunikasi data yang terlaksana dengan penambahan kontrol layer dalam tiap device komunikasi, dinyatakan sebagai data link control atau data link protocol.

Data link adalah medium transmisi antara stasiun-stasiun ketika suatu prosedur data link control dipakai.

### **b) Karakteristik Data Link Control**

Ada 3 karakteristik yang membedakan berbagai konfigurasi data link, yaitu: topology, duplexity dan line discipline (rancangan tata tertib).

#### **i) Topology**

Topology dari suatu data link, menyatakan pengaturan fisik dari stasiun pada suatu link.

Ada dua konfigurasi topology:

- Point to point, jika hanya ada dua stasiun.
- Multipoint, jika ada lebih dari dua stasiun. Dipakai dalam suatu komputer (stasiun utama/stasiun primary) dan suatu rangkaian terminal (stasiun sekunder/stasiun secondary). komputer hanya perlu suatu I/O port tunggal dan juga hanya memerlukan suatu kabel transmisi tunggal sehingga menghemat biaya operasional.

#### **ii) Duplexity dari suatu link menyatakan arah dan timing dari aliran sinyal.**

Jenis-jenisnya:

- Simplex transmission, aliran sinyal selalu dalam satu arah. Contoh: hubungan komputer dengan printer. Transmisi simplex ini jarang dipakai karena tidak mungkin untuk mengirim error atau sinyal kontrol kembali melalui link ke sumber data.
- Half-duplexlink, dapat mentransmisi dan menerima tidak secara simultan.
- Full-duplexlink, dua stasiun dapat mengirim dan menerima data satu terhadap yang lain secara simultan.

Pensinyalan digital, dapat memakai full-duplex dan half-duplex link. Untuk pensinyalan analog, penentuan duplexity tergantung pada frekuensi, baik penggunaan transmisi guided atau unguided, dimana bila suatu stasiun transmisi dan penerimaan pada frekuensi yang sama, berarti beroperasi dalam

mode half-duplex sedangkan bila suatu stasiun mentransmisi pada suatu frekuensi dan menerima pada frekuensi yang lain maka beroperasi dalam mode full duplex.

iii) Line Discipline (Rancangan tata tertib)

Beberapa tata tertib diperlukan dalam penggunaan link transmisi. Pada mode half-duplex, hanya satu stasiun yang dapat mentransmisi pada suatu waktu. Baik mode half-duplex atau full-Komunikasi Data Digital duplex, suatu stasiun hanya mentransmisi jika mengetahui bahwa receiver telah siap untuk menerima.

## **k. Artikel Error Control**

### **a) Pengertian Error Control**

error control adalah mengontrol terjadinya kesalahan yang terjadi pada waktu data dikirimkan. Error Kontrol berfungsi untuk mendeteksi dan memperbaiki error-error yang terjadi dalam transmisi frame-frame.

### **b) Tipe-tipe Error Control**

Ada 2 tipe error yang mungkin:

- Frame hilang: suatu frame gagal mencapai sisi yang lain.
- Frame rusak: suatu frame tiba tetapi beberapa bit-bit-nya error.

### **c) Teknik-teknik umum untuk error control**

Teknik-teknik umum untuk error control, sebagai berikut:

- Deteksi error: telah dibahas dalam chapter 4; dipakai CRC.
- Positive acknowledgment: tujuan mengembalikan suatu positif acknowledgment untuk penerimaan yang sukses, frame bebas error.
- Transmisi ulang setelah waktu habis: sumber mentransmisi ulang suatu frame yang belum diakui setelah suatu waktu yang tidak ditentukan.
- Negative acknowledgment dan transmisi ulang: tujuan mengembalikan negative acknowledgment dari frame-frame dimana suatu error dideteksi. Sumber mentransmisi ulang beberapa frame.

### **d) Mekanisme dinyatakan sebagai Automatic repeat Request (ARQ) yang terdiri dari 3 versi:**

- Stop and wait ARQ.
- Go-back-N ARQ.
- Selective-reject ARQ.

## PENUTUP

### a. Kesimpulan

Komunikasi data adalah proses pengiriman dan penerimaan data/informasi dari dua atau lebih device (alat, seperti komputer/laptop/printer/dan alat komunikasi lain) yang terhubung dalam sebuah jaringan melalui beberapa media.

Komunikasi data memiliki beberapa tujuan diantaranya yaitu, memungkinkan pengiriman data dalam jumlah besar efisien, tanpa kesalahan dan ekonomis dari suatu tempat ke tempat yang lain. Memungkinkan penggunaan sistem komputer dan peralatan pendukung dari jarak jauh (remote computer use). Memungkinkan penggunaan komputer secara terpusat maupun secara tersebar sehingga mendukung manajemen dalam hal kontrol, baik desentralisasi ataupun sentralisasi. Mempermudah kemungkinan pengelolaan dan pengaturan data yang ada dalam berbagai macam sistem komputer. Mengurangi waktu untuk pengelolaan data. Mendapatkan data langsung dari sumbernya. Mempercepat penyebaran informasi.

Komunikasi data juga terbagi ke dalam beberapa jenis diantaranya secara terestrial, dan satelit. Ada juga melalui komunikasi offline dan komunikasi online. Sedangkan menurut jenis datanya yaitu komunikasi data analog dan komunikasi data digital. Media dalam komunikasi data yang sering digunakan yaitu kabel, wireless atau wifi, bluetooth, dll. Namun sekarang ada media yang lebih cepat dan efisien yaitu media fiber optik, dengan media ini proses transmisi data lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan menggunakan komunikasi data yang lain. Adapun manfaat komunikasi data diantaranya yaitu Memungkinkan pengiriman data dalam jumlah besar efisien tanpa kesalahan dan ekonomis dari suatu tempat ke tempat yang lain. Memungkinkan penggunaan sistem komputer dan peralatan pendukung dari jarak jauh (remote computer use). Contohnya: seperti yang Bapak lakukan pada saat mengajar di kelas, yaitu tanpa menggunakan kabel interface dapat langsung menghubungkan antara projector dengan Laptop yang kita gunakan. Memungkinkan penggunaan komputer secara terpusat maupun secara tersebar sehingga mendukung manajemen dalam hal kontrol, baik desentralisasi ataupun sentralisasi. Mempermudah kemungkinan pengelolaan dan pengaturan data yang ada dalam berbagai macam sistem komputer. Mengurangi waktu untuk

pengelolaan data.Mendapatkan data langsung dari sumbernya.Mempercepat perluasan informasi.

**b. Saran**

Dengan semakin berkembangnya komunikasi data pada zaman sekarang ini, kita diharapkan mampu memilih dengan teliti mana yang bermanfaat dan yang kurang bermanfaat, agar dengan berkembangnya komunikasi data ini dapat kita maksimalkan sebaik mungkin tidak hanya tergerus oleh arus perkembangan zaman.



## DAFTAR PUSTAKA

- Idcloudhost, 2015. Arsitektur dan Protokol Jaringan TCP/IP.  
<https://idcloudhost.com/arsitektur-dan-protokol-jaringan-tcpip/>  
(diakses tanggal 12 Maret 2021)
- Wikipedia, 2017. Domain Frekuensi.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency\\_domain/](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_domain/)  
(diakses tanggal 26 Maret 2021)
- Adiip, 2016. ARTIKEL: FIBER OPTIK (SERAT OPTIK).  
<http://tl201.ilearning.me/2016/09/20/artikel-fiber-optik-serat-optik/>  
(diakses tanggal 06 April 2021)
- Fadlillah, Hafis, 2016. Artikel (Fiber Optik).  
<http://tl201.ilearning.me/2016/09/20/artikel-fiber-optik/>  
(diakses tanggal 06 April 2021)