



## Apa Itu Komunikasi Data ?

Istilah data dalam diktat ini berarti segala sesuatu yang belum memiliki arti bagi si penerimanya. Dalam ilmu komunikasi data, data berarti informasi yang disajikan dalam bentuk isyarat digital biner. Pada dasarnya komunikasi data merupakan proses pengiriman informasi di antara dua titik menggunakan kode biner melewati saluran transmisi dan peralatan *switching*, bisa antara komputer dan komputer, komputer dengan terminal, atau komputer dengan peralatan, atau peralatan dengan peralatan.

Di jaman *convergence* ini, komunikasi data tidak hanya dapat dilakukan oleh komputer dengan komputer, tetapi juga dengan peralatan komunikasi lain yang mendukung untuk melakukan komunikasi data.



Gambar 1.1 Keanekaragaman Komunikasi Data

Dengan adanya komunikasi data, kita tidak perlu pergi ke tempat tujuan untuk memberikan data, tetapi cukup dengan hanya duduk di depan komputer atau peralatan yang mendukung kita dapat mengirimkan data berupa pesan, transaksi, atau video dalam waktu yang singkat.

## Bentuk Komunikasi Elektronik

Adapun bentuk komunikasi elektronik terbagi menjadi tiga, yaitu:

- a. Komunikasi suara
- b. Komunikasi berita dan gambar
- c. Komunikasi data

## Cara Melakukan Komunikasi Elektronik

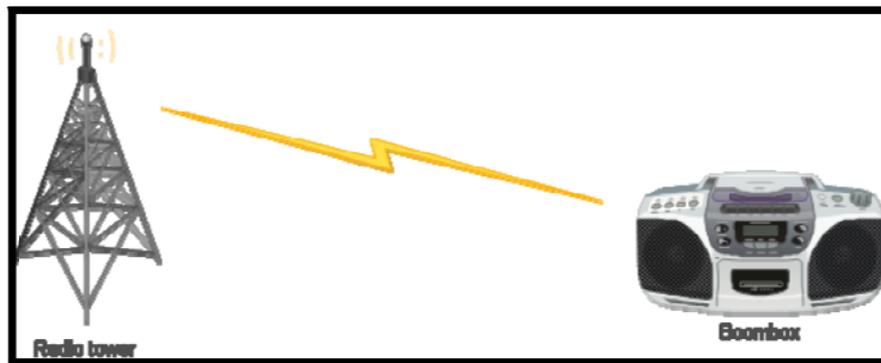
Cara melakukan komunikasi elektronik adalah sebagai berikut:

- a. Komunikasi Suara

Komunikasi suara adalah bentuk komunikasi yang paling umum. Beberapa teknologi sudah dikembangkan untuk memperluas jangkauan komunikasi suara ke seluruh dunia. Beberapa cara komunikasi data yang elah sering dijumpai antara lain:

1. Komunikasi Radio Siaran

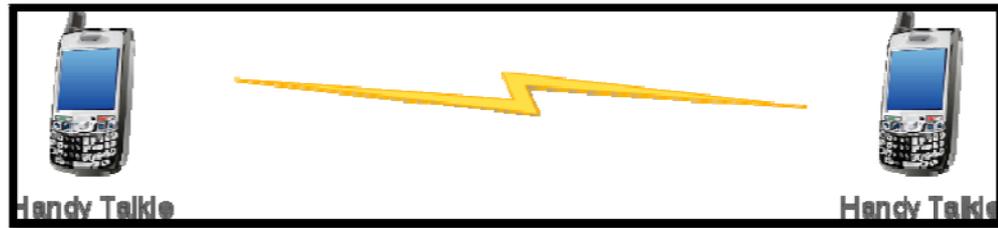
Informasi dipancarkan ke segala arah, bersifat umum, jangkauannya tergantung daya pancar serta izinnya, contoh: I-Radio, Ardan, 99'ers.



Gambar 1.2 Komunikasi Radio Siaran

2. Komunikasi Radio Amatir

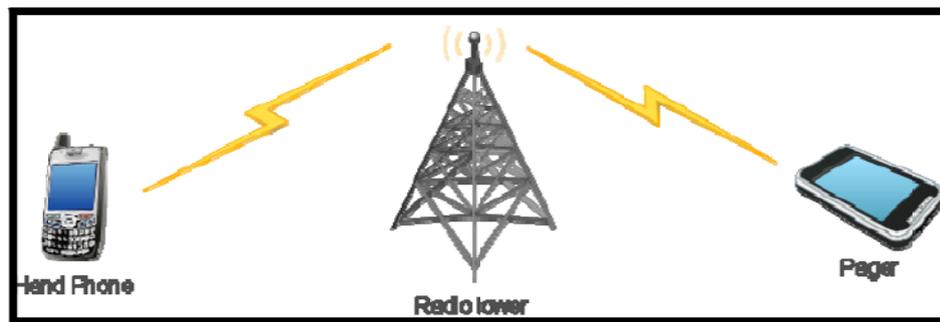
Informasi dipancarkan ke segala arah tetapi jumlah pengirim dan penerima informasi terbatas. Sifat informasi bersifat pribadi, contoh: ORARI.



Gambar 1.3 Komunikasi Radio Amatir

3. Komunikasi Radio Panggil

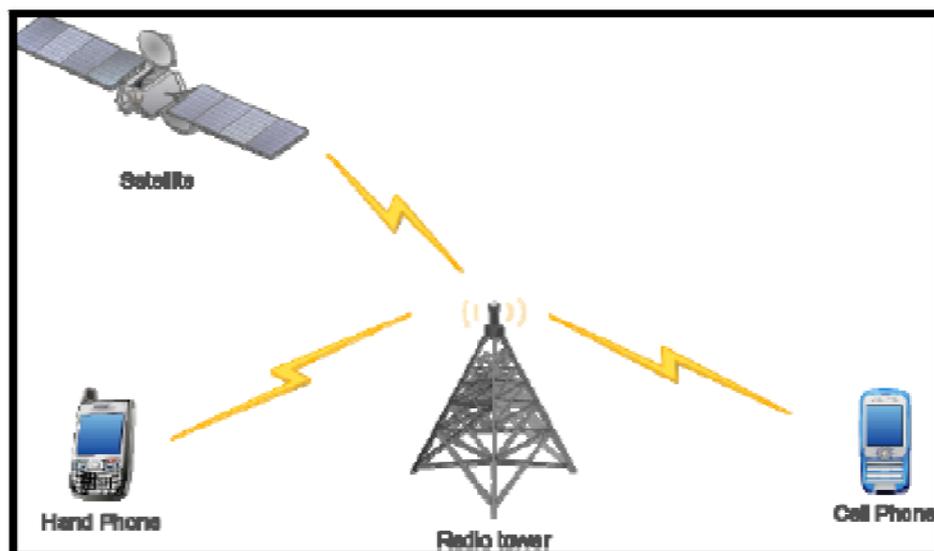
Digunakan untuk memanggil penerima yang menjadi pelanggan pengirim. Jarak jangkauan komunikasi terbatas. Contoh: Pager.



Gambar 1.4 Komunikasi Radio Panggil

4. Komunikasi Telepon

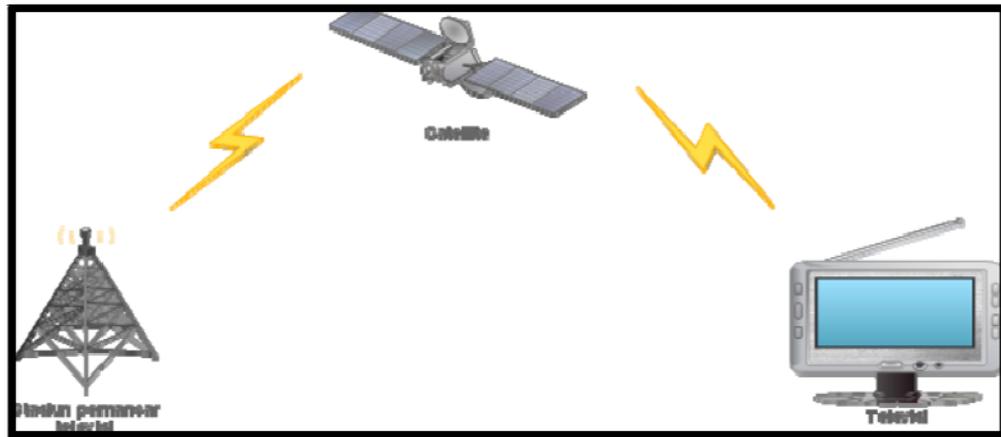
Komunikasi inilah yang paling luas jangkauannya dan mendukung komunikasi dua arah bersamaan. Contoh: telepon, HP.



Gambar 1.5 Komunikasi Telepon

b. Komunikasi Berita dan Gambar

Komunikasi ini melibatkan pengiriman data berupa video, gambar, ataupun suara. Contoh: siaran sepak bola, berita, dll.



Gambar 1.6 Komunikasi Berita dan Gambar

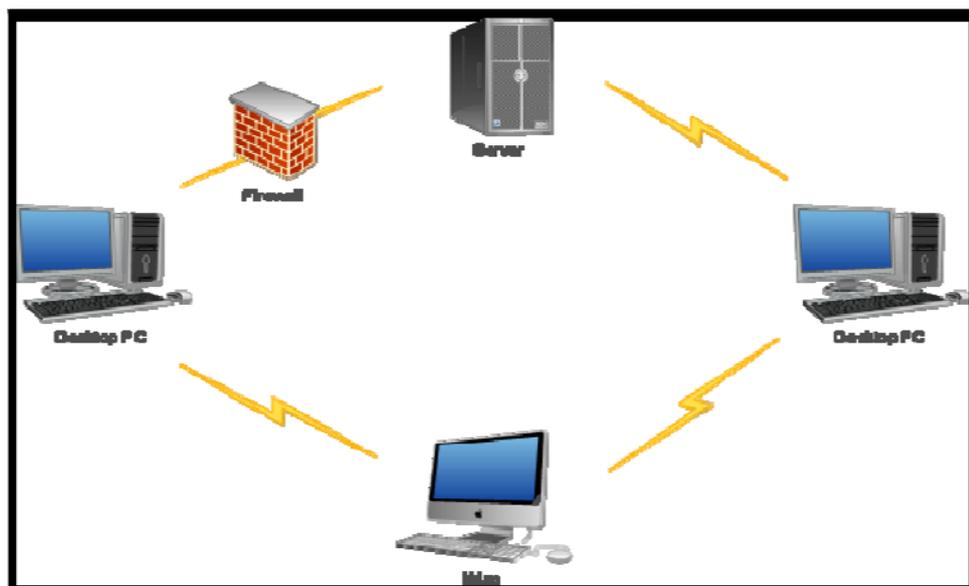
c. Komunikasi Data

1. Jaringan Publik (*Public Network*)

Jaringan yang diperuntukkan untuk khalayak ramai dan biasanya terhubung dengan jaringan internet.

2. Jaringan Pribadi (*Private Network*)

Jaringan yang diperuntukkan untuk sekelompok kecil orang dan datanya bersifat rahasia.



Gambar 1.7 Komunikasi Data

## Elemen Komunikasi Data

Untuk mengkomunikasikan data dari satu tempat ke tempat yang lainnya minimal harus memiliki tiga elemen, yaitu:

- a. Sumber data (*source*)
- b. Media transmisi (*transmission media*)
- c. Penerima (*receiver*)

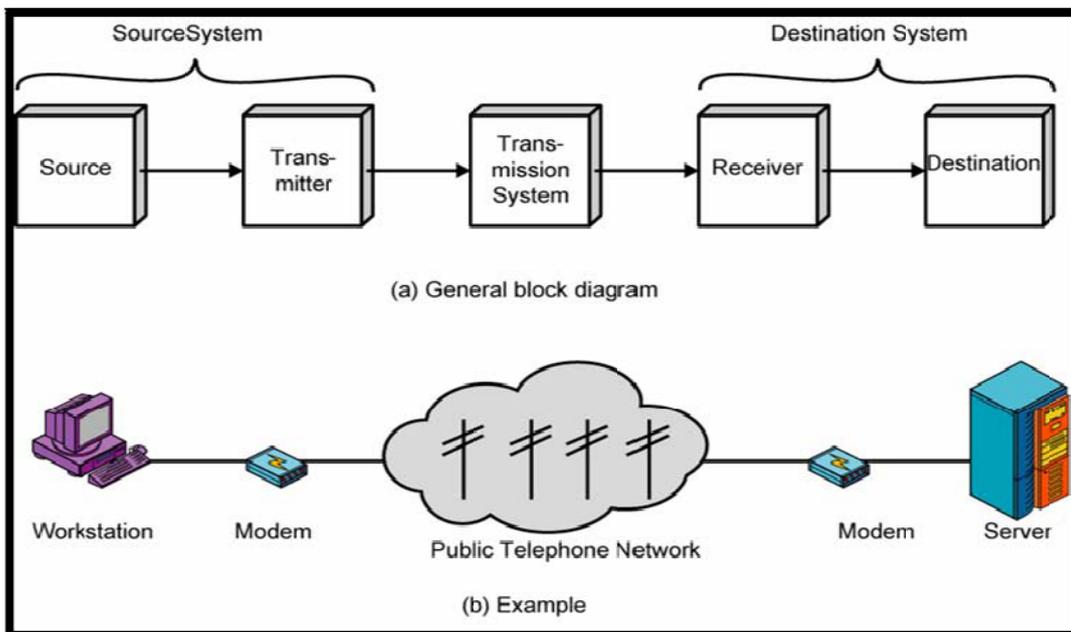
Apabila salah satu elemen tidak ada, maka komunikasi tidak dapat dilakukan.



Gambar 1.8 Elemen Komunikasi Data

## Model Komunikasi Data

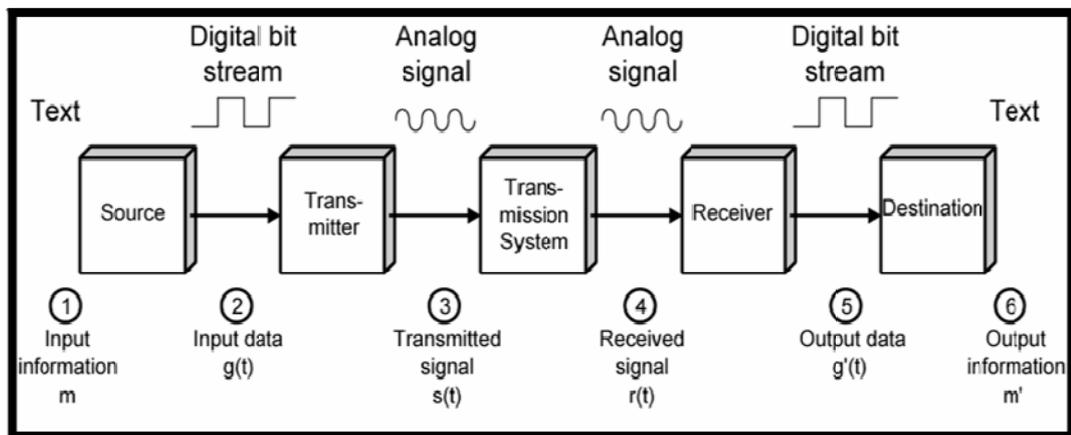
Dari elemen komunikasi data di atas, dibentuklah suatu model komunikasi data yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1.9 Model Komunikasi Data

Penjelasan:

- a. Sumber  
Meghasilkan data untuk ditransmisikan
- b. Pemancar  
Mengubah data menjadi sinyal yang dapat dipancarkan
- c. Sistem transmisi  
Membawa data
- d. Penerima  
Mengubah sinyal yang diterima menjadi data
- e. Tujuan  
Pengambilan data



Gambar 1.10 model komunikasi data yang disederhanakan

## Transmisi Data

Transmisi data adalah proses pengiriman data dari satu sumber ke penerima data. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses ini, yaitu:

- a. Media transmisi yang digunakan
- b. Kapasitas *channel* transmisi
- c. Tipe *channel* transmisi
- d. Kode transmisi yang digunakan
- e. Mode transmisi
- f. Protokol perangkat lunak
- g. Penanganan kesalahan transmisi.

## Media Komunikasi

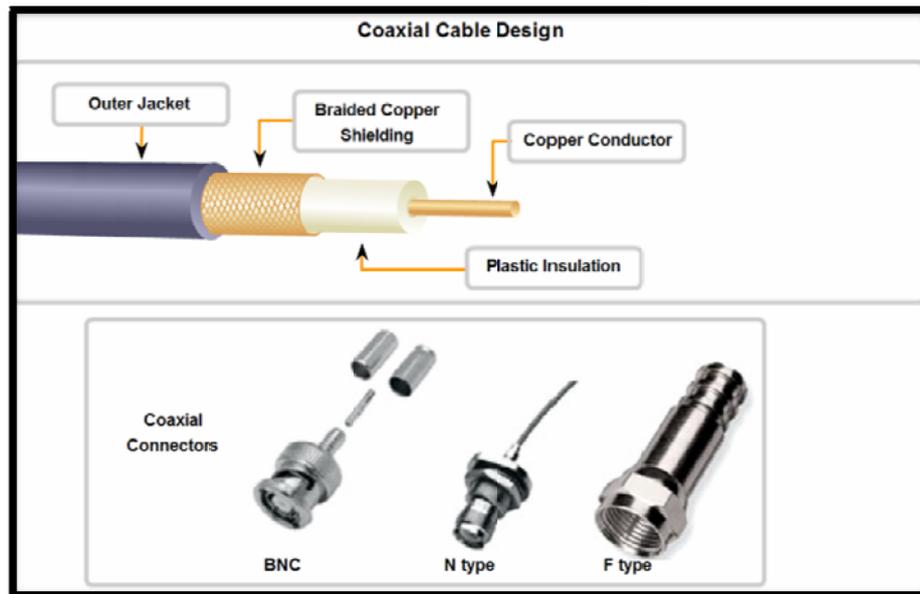
Media komunikasi yang dapat digunakan antara lain:

- a. Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*)



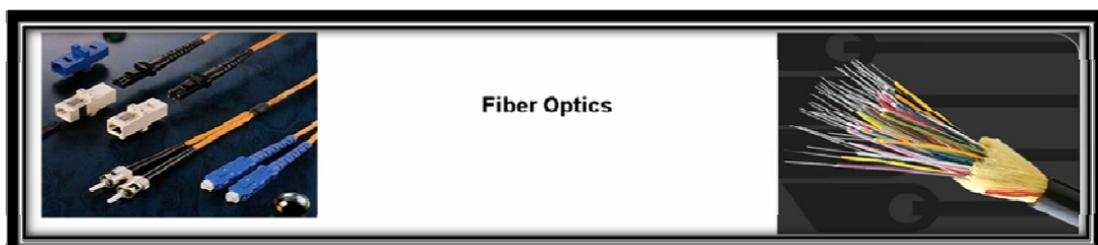
Gambar 1.11 Kabel UTP

- b. Kabel Koaksial



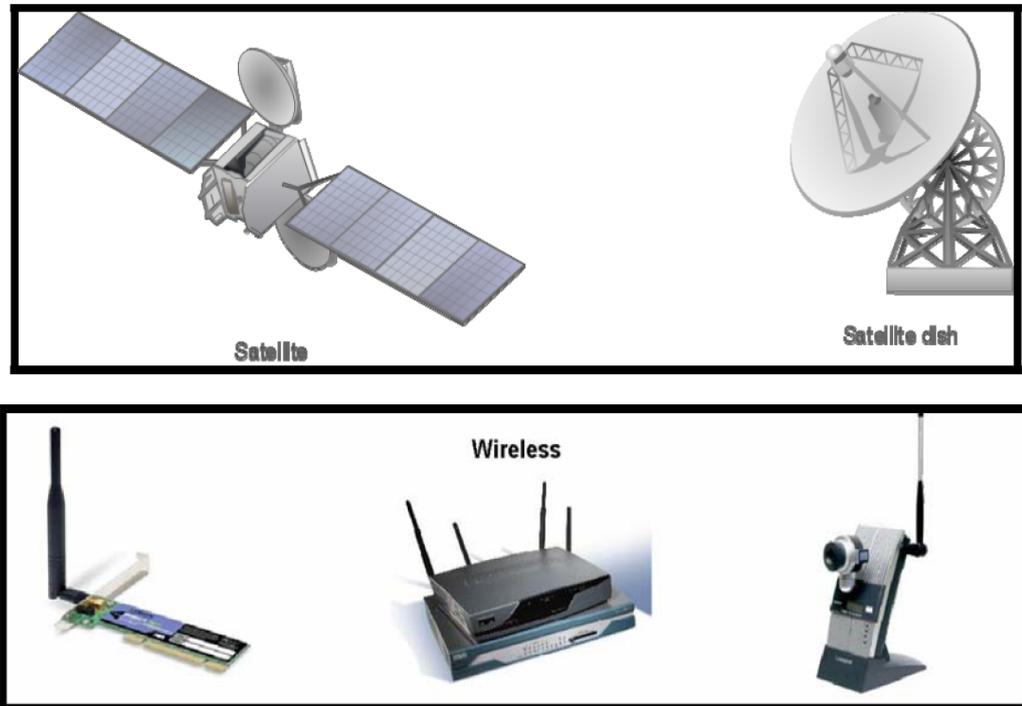
Gambar 1.12 Kabel Koaksial

- c. Fiber Optic



Gambar 1.13 Fiber Optic

d. Radiasi elektromagnetik



Gambar 1.14 Contoh alat radiasi elektromagnetik

## Kapasitas *Channel* Transmisi

*Bandwidth* menunjukkan sejumlah data yang dapat ditransmisikan untuk satu unit waktu yang dinyatakan dalam satuan bps (*bits per second*) dan cps (*characters per second*).

Kapasitas atau *transfer rate* dari suatu *channel* transmisi dapat digolongkan dalam:

- a. Narrow band channel
  1. Rendah / lambat dan berkisar 50-300 bps
  2. Contoh : Telegraf.
- b. Voice band channel
  1. 300-500 bps
  2. Contoh : Telepon.
- c. Wide band channel
  1. Sampai 1.000.000 bps
  2. Contoh : Jalur telepon jarak jauh yang menggunakan media transmisi.

## Tipe *Channel* Transmisi

Setiap sistem transmisi pasti mempunyai tipe transmisi tersendiri. Tipe transmisi dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- a. Tipe transmisi satu arah (*simplex*)  
Transmisi hanya dapat dilakukan satu arah, contoh: siaran radio dan televisi.
- b. Tipe transmisi dua arah bergantian (*half duplex*)  
Transmisi dapat dilakukan dua arah tetapi dalam pentransmisian dilakukan secara bergantian, contoh: *handy talkie*, *walkie talkie*.
- c. Tipe transmisi dua arah bersamaan (*full duplex*)  
Transmisi dapat dilakukan dua arah dan pentransmisian data dilakukan secara bersamaan antara kedua belah pihak, contoh: telepon.

## Kode yang Mewakili Transmisi

Untuk melakukan komunikasi atau transmisi data, suatu informasi diubah menjadi kode-kode yang menjadi standarisasi untuk pertukaran data. Kode-kode tersebut antara lain:

- a. BCD (Binary Coded Decimal)  
Untuk 1 karakter yang disimpan di *main memory* diwakili oleh kombinasi digit binary (bit) dengan 1 *byte* terdiri dari 4 bit.
- b. SBCDIC (Standard Binary Coded Decimal Interchange Code)  
1 *byte* terdiri dari 6 bit.
- c. EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)  
1 *byte* terdiri dari 8 bit.
- d. ASCII (American Standard Code for Information Interchange atau American Standard Committee on Information Interchange)  
1 *byte* terdiri dari 7 bit.
- e. Boudot Code (Murray Code)  
1 *byte* terdiri dari 5 bit.

## Mode Transmisi

Dua jenis mode transmisi yaitu :

- a. Parallel Transmission
- b. Serial Transmission



Gambar 1.15 Transmisi Serial

1. Synchronous transmission (waktu pengiriman harus sesuai dengan waktu penerimaan bit-bit).
2. Asynchronous transmission merupakan transmisi dari data yang ditransmisikan satu karakter tiap waktu tertentu, interval waktu berbeda.



## PERANGKAT KERAS KOMUNIKASI DATA

Untuk melakukan komunikasi data, diperlukan beberapa kebutuhan. Kebutuhan yang paling signifikan dan pertama kali harus diperhatikan yaitu kebutuhan perangkat keras komunikasi. Dalam bab ini akan dibahas beberapa kebutuhan perangkat keras dalam komunikasi data. Perangkat keras yang dibutuhkan pada dasarnya adalah pengirim, sistem transmisi, dan penerima data.

Perangkat komunikasi yang digunakan antara lain:

- a. DCE (*Data Communication Equipment*)

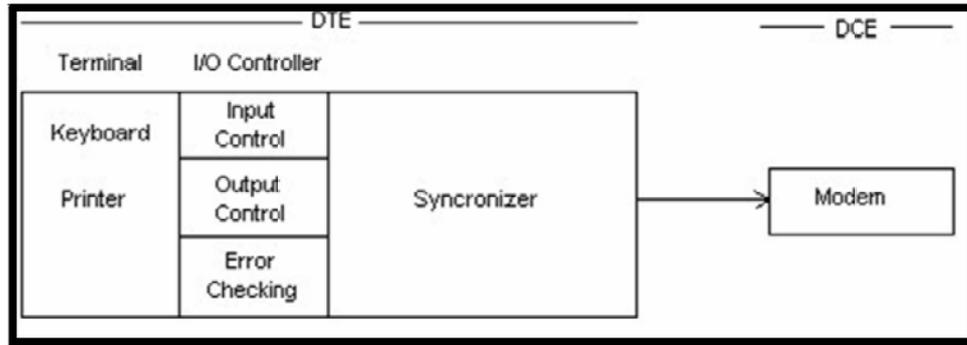
Perangkat untuk menyalurkan informasi atau data antar lokasi yang berbeda

- b. DTE (*Data Terminal Equipment*)

Perangkat yang dapat mengirimkan dan/atau menerima isyarat data.

Kedua peralatan tersebut harus saling berhubungan dalam penggunaannya. Pengatur yang bertugas untuk menghubungkan kedua peralatan tersebut disebut DCCU (*Data Communication Control Unit*). Tugas DCCU antara lain:

- a. Membentuk antarmuka antara sistem masukan, keluaran, bus, dan modem
- b. Mengendalikan sinyal antarmuka modem dan konversi sinyal agar sesuai dengan antarmuka
- c. Mengubah data yang akan dikirimkan menjadi serial maupun sebaliknya
- d. Mengatur *error recovery* dengan mekanisme *retry*
- e. Melakukan konversi sandi
- f. Melakukan sinkronisasi karakter baik dengan cara start/stop bit maupun dengan karakter SYN
- g. Melakukan pengujian kesalahan.



Gambar 2.1 Pengontrol masukan dan keluaran

Beberapa macam terminal yang umum:

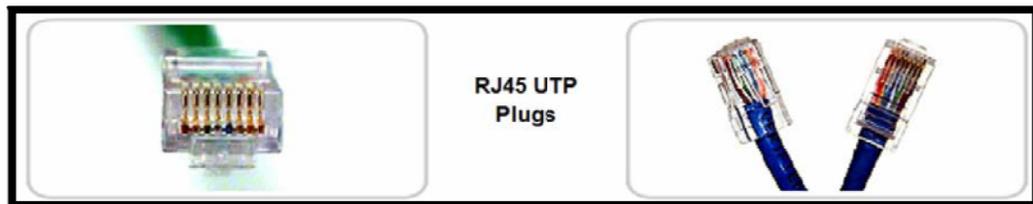
- a. Keyboard – Printer
- b. Keyboard – Video Display
- c. Line Printer.

## MEDIA TRANSMISI

Tadi telah disebutkan beberapa macam perangkat keras komunikasi. Setiap perangkat keras komunikasi pasti mempunyai infrastrukturnya masing-masing. Contoh media transmisi atau infrastrukturnya antara lain:

- a. Twisted Pair

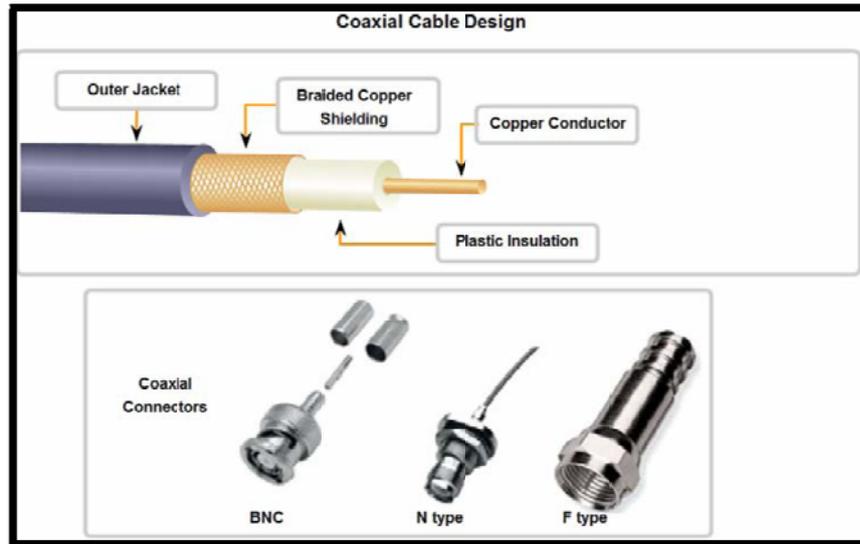
Twisted pair adalah media transmisi yang paling banyak digunakan dikarenakan harganya yang terjangkau.



Gambar 2.2 kabel UTP

- b. Coaxial cable

Secara fisik, kabel koaksial mirip dengan kabel televisi. Kabel koaksial tidak hanya digunakan dalam jaringan komputer tetapi juga dalam bidang distribusi siaran televisi, transmisi telepon jarak jauh penghubung system komputer jarak pendek.

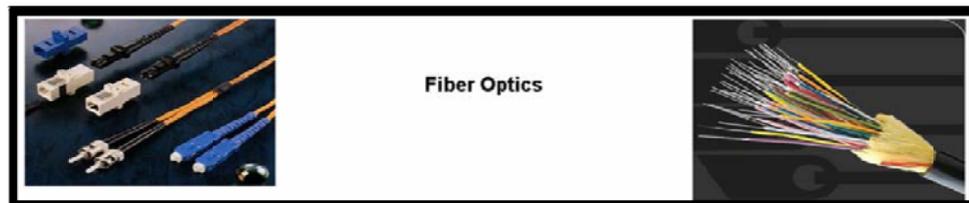


Gambar 2.3 kabel koaksial

c. Serat optic

Serat optik tipis sekali, namun memiliki kemampuan tinggi memandu sebuah sinar optik. Serat optik terbuat dari jenis kaca dan plastik. Kelebihan serat optik dibandingkan dengan kabel-kabel lainnya adalah sebagai berikut:

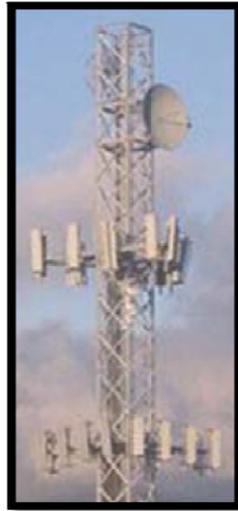
1. Kapasitas bandwidth lebih besar
2. Atenuasi yang lebih rendah
3. Isolasi elektromagnetik
4. Jarak repeater yang lebih besar.



Gambar 2.4 Serat optic

d. Wireless

Biasanya menggunakan gelombang mikro melalui antena atau suatu access point.



Gambar 2.5 Menara pemancar gelombang mikro

## PERANGKAT KERAS

Macam-macam perangkat keras yang digunakan untuk melakukan komunikasi data dibagi-bagi menjadi beberapa bagian menurut fungsinya, antara lain:

a. Terminal

Terminal adalah alat yang melayani proses input/output. Dalam menyampaikan data ke DCE dan DTE menggunakan salah satu cara berikut:

1. Asinkron

Dengan menggunakan stop/start bit. Digunakan untuk terminal yang menerima data dalam bentuk karakter dan langsung berhubungan dengan manusia. Kecepatannya tidak begitu tinggi.

2. Sinkron

Blok data yang dikirim berupa berita (teks) yang terdiri dari atas sejumlah karakter. Kecepatannya tinggi.

3. Paket

Data dikirim dalam bentuk paket yang terdiri atas sejumlah bit yang telah ditentukan banyaknya. Kecepatan yang dimiliki tinggi dan digunakan apabila komputer disambungkan ke jaringan data (data network).

Beberapa macam terminal antara lain

1. Teletypewriter

Seperti mesin tik, mempunyai keyboard dan printer. Digunakan untuk saluran dengan kecepatan rendah. Tidak dapat diprogram dan biasanya tidak mempunyai *buffer* (memori penyangga)

2. RJE (Remote Job Entry Terminal)

Untuk saluran berkecepatan tinggi, jumlah data yang ditransfer biasanya besar. Melakukan pekerjaan dengan sistem *batch*.

3. Transaction Terminal

Digunakan untuk sistem *enquiry*, penjualan, dan sebagainya. Biasanya dikendalikan oleh komputer.

4. Terminal Cerdas

Mempunyai kemampuan melakukan tugas-tugas sederhana.

b. Komputer

Komputer dalam komunikasi data dibutuhkan untuk mengolah data secara cepat dalam sistem real time. Komputer pusat sering melayani sinyal terminal walaupun sebagian besar tugas telah diambil oleh DCCU sehingga dapat mengurangi efisiensi pengolahan data.

Terdapat tiga macam penggunaan central komputer yaitu:

1. Stand alone

Bertugas melaksanakan komunikasi data yang tertentu seperti dengan beberapa macam terminal khusus dan dilengkapi dengan perangkat lunak komunikasi data.

2. General purpose computer

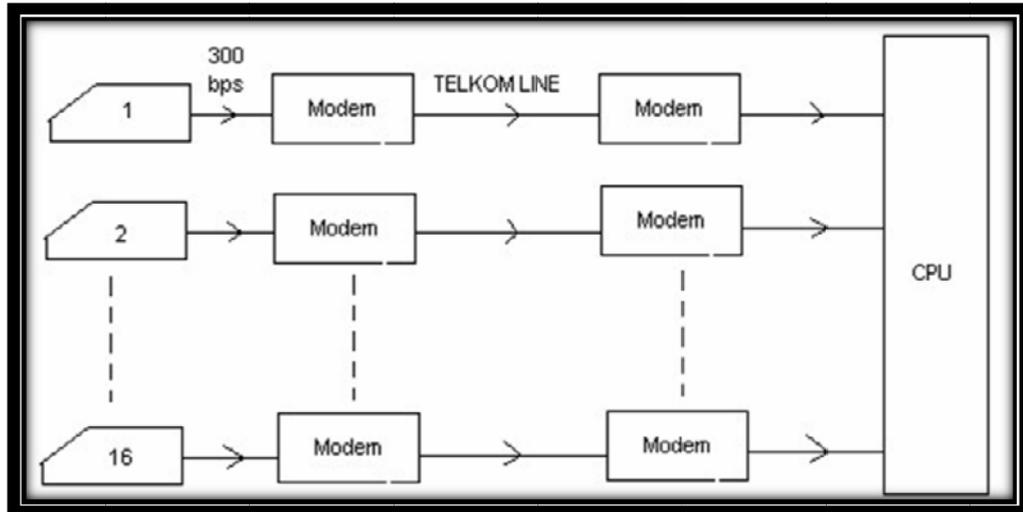
Dengan penambahan perangkat keras tertentu, komputer ini dapat melayani komunikasi data terbatas.

3. Front End Processor

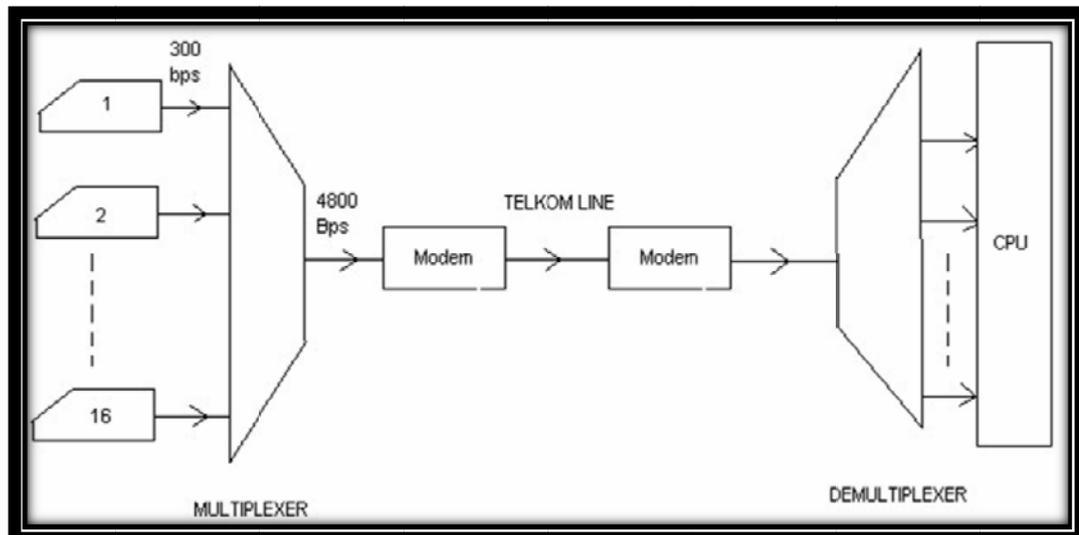
Melayani semua kegiatan komunikasi data sedangkan pengolahan data diserahkan ke pusat.

c. Multiplexer

Fungsi multiplexer adalah membagi link menjadi bagian yang masing-masing verisikan informasi dari sumber yang terpisah. Prosesnya disebut multiplexing. Jadi multiplexing adalah penggabungan dua sinyal atau lebih untuk disalurkan ke satu saluran komunikasi.



Gambar 2.6 Komunikasi tanpa multiplexer



Gambar 2.7 komunikasi dengan multiplexer

Alasan menggunakan multiplexer adalah sebagai berikut:

1. Hemat biaya
2. Memanfaatkan sumber daya se-efisien mungkin
3. Menggunakan kapasitas saluran komunikasi semaksimal mungkin.

d. Konsentrator

Konsentrator terbentuk dari sebuah general purpose mini-computer dengan stored-program yang dirancang khusus. Memiliki fungsi menampung sinyal dari beberapa sumber dan menyalurkannya melalui saluran komunikasi bila saluran tersebut bebas. Tugas konsentrator antara lain:

1. Line servicing  
Membentuk hubungan, mengidentifikasi terminal, menentukan kecepatan dan pelayanan yang dibutuhkan.
2. Konversi kecepatan dan kode  
Melacak sinyal masuk dan mengetahui kecepatannya.
3. Meratakan traffic  
Menggunakan saluran secara efisien. Data yang akan dikirimkan disimpan untuk sementara waktu dan dikirimkan ke tempat tujuan apabila tempat tujuan bebas.
4. Error control  
Data yang masuk dapat diperiksa kebenarannya dan juga pemberian kode untuk pengiriman data ke komputer pusat



## KONSEP KODE

Karakteristik utama dari komunikasi data adalah pemakaian peralatan pintar untuk mengkonversi karakter atau simbol menjadi bentuk kode dan sebagainya. Seperti komunikasi menggunakan kode morse, maka operator berfungsi untuk mengkonversi karakter menjadi bentuk dot (.) dan dash (-).

Kode merupakan standar yang disetujui. Dalam menyalurkan data baik antar komputer yang sama pembuatnya maupun dengan komputer yang lain pembuatnya, data tersebut harus dimengerti oleh pihak pengirim maupun penerimanya. Untuk mencapai hal itu data harus diubah bentuknya dalam bentuk khusus yaitu sandi untuk melakukan komunikasi data. Penggambaran dari satu set simbol menjadi set simbol yang lain disebut **Coding**. Kode yang dipergunakan dalam komunikasi data terlebih dahulu harus didefinisikan beserta kombinasi lainnya untuk menjamin adanya kesesuaian antar peralatan komunikasi data.

Kode dalam komunikasi data terdiri dari beberapa karakter. Karakter terdiri dari huruf, angka, spasi, tanda baca, simbol pada keyboard, dan simbol lainnya (karakter kontrol). Perlu diingat bahwa karakter spasi juga merupakan karakter yang penting, sekalipun seringkali dikira karakter kosong atau blank. Sebagai contoh karakter **A 7#** terdiri dari 4 deretan karakter.

Salah satu istilah dalam pengkodean dalam komunikasi data adalah elemen sinyal. Elemen sinyal merupakan sesuatu yang dikirimkan melewati saluran transmisi dan dipergunakan untuk mewakili karakter-karakter yang dikirim. Dot dan dash dalam kode morse merupakan elemen sinyal. Contoh lain adalah deretan angka satu dan nol pada deretan berikut ini: **0100000101 0000001011 0111011011 0110001011**. Kode biner tersebut mewakili karakter **A 7#** yang mungkin kelihatan sebagai kode biner saat dikirimkan antar PC. Pada pembahasan berikutnya akan dibicarakan mengenai hal tersebut sebagai kode ASCII, dengan pariti ganjil, satu start-bit dan satu stop-bit.

## SISTEM KODE YANG SERING DIGUNAKAN

Adapun beberapa sistem kode yang sering digunakan dalam melakukan komunikasi data antara lain sebagai berikut:

a. ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Kode ini merupakan kode alphanumerik yang paling populer yang dipakai dalam teknik komunikasi data. Masing-masing kode ASCII berisi 7 bit ( $2^7 = 128$  kombinasi) dan ada beberapa yang 8 bit. Terdapat 128 macam symbol yang dapat diberi sandi ini. Untuk transmisi asinkron terdiri dari 10 atau 11 bit yang terbagi menjadi 1 bit awal, 7 bit data, 1 bit pariti, 1 atau 2 bit akhir. Untuk ASCII 8 bit karakter-karakter grafik yang tidak dapat diwakili oleh ASCII 7 bit seperti contohnya:  $\beta$ ,  $\alpha$  (alpha),  $\infty$ .

Table 3.1 Kode ASCII

Hex	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	FF	FS	,	<	L	\	l	
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

## Keterangan kode ASCII

NUL	= Null	DLE	= Data link escape
SOH	= Start of heading	DC1	= Device control 1
STX	= Start of text	DC2	= Device control 2
ETX	= End of text	DC3	= Device control 3
EOT	= End of transmission	DC4	= Device control 4
ENQ	= Enquiry	NAK	= Negative acknowledge
ACK	= Acknowledge	SYN	= Synchronous idle
BEL	= Audible signal (bell)	ETB	= End of transmission block
BS	= Backspace	CAN	= Cancel
HT	= Horizontal tab	EM	= End of medium
LF	= Line feed	SUB	= Substitute
VT	= Vertical tab	ESC	= Escape
FF	= Form feed	FS	= File separator
CR	= Carriage return	GS	= Group separator
SO	= Shift out	RS	= Record separator
SI	= Shift in	US	= Unit separator
DEL	= Delete	SP	= Space

## b. Kode Boudot

Kode boudot terdiri dari 5 bit dan terdiri dari 32 macam simbol. Digunakan 2 sandi khusus sehingga semua abjad dan angka dapat diberi sandi, yaitu:

LETTERS (11111)

FIGURES (11011).

Tiap karakter terdiri dari 1 bit awal, 5 bit data, dan 1 bit akhir. Kode ini terdiri atas 5 bit yang dipergunakan pada terminal teletype dan teleprinter. Karena terdiri dari 5 bit maka kode ini hanya mewakili 25 atau 32 kombinasi yang merupakan huruf atau gambar yang berbeda. Masing-masing kode biner harus diterjemahkan ke dalam dua karakter yang berbeda seperti yang telah disebutkan di atas dengan cara menambahkan karakter perantara yang dipilih yaitu FIGS atau LTRS. Pada contoh berikut ini ditunjukkan cara mengkodekan tulisan "PENS NO 1", maka akan berbentuk sebagai berikut:

```
LTRS  P   E   N   S   SPC  N   O   SPC  FIGS  1
11111 01101 10000 00110 10100 00100 00110 00011 00100 11011 11101
```

Jika kode Boudot dikirim menggunakan transmisi serial asynchronous, maka untuk pulsa stop-bit umumnya lebarnya 1 atau 5 bit.

Table 3.2 Kode Boudot

Kode	Karakter Letter	Karakter Figure
11000	A	-
10011	B	?
01110	C	:
10010	D	\$
10000	E	3
10110	F	!
01011	G	&
00101	H	#
01100	I	8
11010	J	'
11110	K	(
01001	L	)
00111	M	.
00110	N	,
00011	O	9
01101	P	0
11101	Q	1
01010	R	4
10100	S	BELL
00001	T	5
11100	U	7
01111	V	;
11001	W	2
10111	X	/
10101	Y	6
10001	Z	"
11111	ITRS	ITRS
11011	FIGS	FIGS
00100	SPC	SPC
00010	CR	CR
01000	LF	LF
00000	NULL	NULL

## c. Sandi 4 atau 8

Sandi 4 atau 8 ini merupakan buatan IBM dengan kombinasi yang diperbolehkan 4 buah "1" dan 4 buah "0". Terdapat 70 karakter yang dapat diberi sandi. Ketika menggunakan transmisi asinkron membutuhkan bit sebagai berikut 1 bit awal, 8 bit data, 1 bit akhir.

## d. BCD (Binary Coded Decimal)

Kode ini merupakan kode biner yang digunakan hanya unruk mewakili nilai digit desimal saja, yaitu angka 0 sampai dengan 9. BCD menggunakan kombinasi dari 4 bit, sehingga menimbulkan 16 kemungkinan kombinasi yang bisa diperoleh dan hanya 10 kombinasi saja yang dipergunakan. Kode

BCD yang asli sudah jarang digunakan karena tidak dapat mewakili huruf atau simbol-simbol karakter khusus. BCD dipergunakan pada computer generasi pertama.

Table 3.3 Kode BCD

BCD 4 bit	Digit Desimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9

- e. SBCDIC (Standard Binary Coded Decimal Interchange Code)  
SBCDIC merupakan kode biner perkembangan dari BCD. BCD dianggap tanggung, karena masih ada 6 kombinasi yang tidak dipergunakan. SBCDIC menggunakan kombinasi 6 bit sehingga lebih banyak kombinasi yang bisa dihasilkan sebanyak 64 kombinasi, yaitu 10 kode untuk digit angka, 26 kode untuk huruf, dan sisanya karakter-karakter khusus yang dipilih.
- f. EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)  
Kode EBCDIC merupakan kode 8 bit untuk 256 karakter. Untuk transmisi asinkron membutuhkan 11 bit yaitu 1 bit awal, 8 bit data, 1 bit pariti, dan 1 bit akhir.

Table 3.4 Kode EBCDIC

Hex	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	DLE	DS		SP	&										0
1	SOH	DC1	DOS						a	j			A	J		1
2	STX	DC2	FS	SYN					b	k	s		B	K	S	2
3	ETX	DC3							c	l	t		C	L	T	3
4	PF	RES	BYP	PN					d	m	u		D	M	U	4
5	HT	NL	LF	RS					e	n	v		E	N	V	5
6	LC	BS	ETB	UC					f	o	w		F	O	W	6
7	DEL	IL	ESC	EOT					g	p	x		G	P	X	7
8		CAN							h	q	y		H	Q	Y	8
9	RLF	EM							i	r	z		I	R	Z	9
A	SMM	CC	SM		!	:										
B	VT				.	\$	'	#								
C	FF	IFS		DC4	<	*	%	@								
D	CR	IGS	ENQ	NAK	(	)	-	.								
E	SO	IRS	ACK		+	:	>	=								
F	SI	IUS	BEL	SUB		?	"									

Keterangan kode EBCDIC :

PF	= Punch off	CC	= Cursor control
LC	= Lowercase	IFS	= Interchange file separator
UC	= Uppercase	IGS	= Interchange group separator
RLF	= Reverse line feed	IRS	= Interchange record separator
SMM	= Start of manual message	IUS	= Interchange unit separator
RES	= Restore	DS	= Digit select
NL	= New line	SOS	= Start of significance
IL	= Idle	BYP	= Bypass
SM	= Set mode	PN	= Punch on
RS	= Reader stop		

## TEKNIK TRANSMISI DATA

Data pada umumnya dikirimkan di antara beberapa PC dan ke terminal lainnya dengan merubah besaran tegangan dan arus dalam kanal atau kabel. Seperti halnya transmisi data dikatakan secara serial jika bit berpindah maka perpindahannya satu demi satu melewati satu saluran. Sedangkan transmisi data dikatakan secara paralel jika sekelompok bit berpindah melalui beberapa jalur pada saat yang bersamaan.

Dalam transmisi paralel, setiap bit dari suatu karakter berjalan melewati salurannya masing-masing, sedangkan sinyal clock yang melewati saluran

tambahan dipergunakan untuk memberi tanda pada receiver pada saat adanya bit yang lewat pada salurannya masing-masing sehingga nilainya dapat disusun. PC dan beberapa sistem digital lainnya biasanya dihubungkan menggunakan transmisi paralel karena lebih cepat. Tetapi apabila kita menggunakan transmisi paralel maka kita akan mendapatkan satu kelemahan yaitu jika adanya pertambahan jarak pentransmisi maka akan membutuhkan biaya yang banyak dan juga pengendalian dan terminal pada sisi receiver akan menjadi lebih kompleks. Untuk pengiriman jarak jauh biasanya digunakan mode transmisi serial. Untuk mengkonversi data dari paralel ke serial ataupun sebaliknya digunakan **shift-register**.

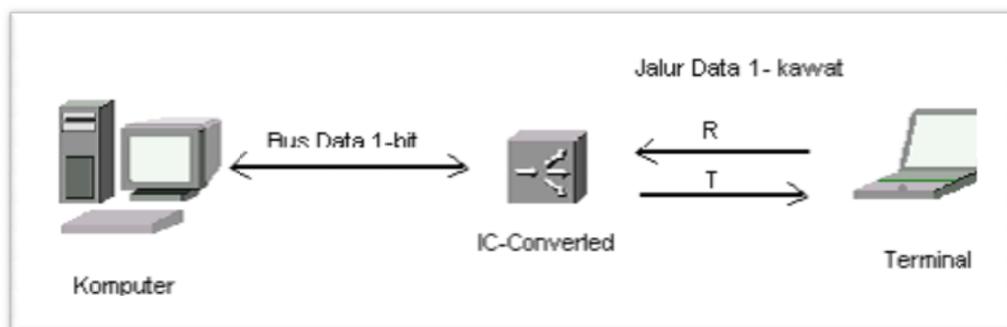
Mode transmisi pun dibagi menjadi synchronous dan asynchronous. Sebuah transmisi dikatakan synchronous apabila waktu kirim dan terima atau lamanya penerimaan masing-masing bit ditentukan secara pasti sebelum bit tersebut dikirim atau diterima. Dan sebuah transmisi dikatakan asynchronous apabila waktu yang dibutuhkan setiap bit dari suatu karakter tidak ditentukan atau diatur oleh karakter sebelumnya.

## MODE TRANSMISI

Adapun mode transmisi dalam komunikasi data terbagi menjadi:

a. Serial

Pada pengiriman seri, data paralel internal akan diteruskan ke pengubah paralel-serial (IC Converted). Bit-bit data akan dikirimkan secara berurutan (tidak serempak) dan kecepatan perpindahan datanya lebih rendah dibandingkan mode transmisi paralel. Pengiriman dimulai dari LSB (Least Significant Bit) dan diakhiri dengan MSB (Most Significant Bit). Penerima harus mengartikan isyarat data yang sama pada waktu yang tepat sebelum membentuk kembali karakter yang diterima.

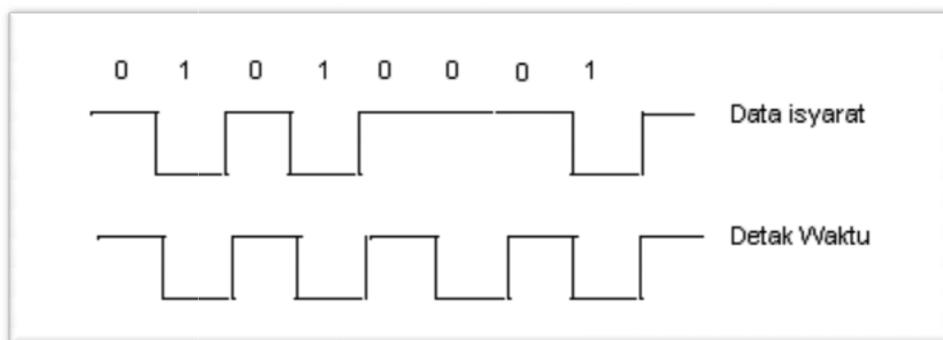


Gambar 3.1 Mode Transmisi Serial

Agar data dapat diterima dengan benar maka selang waktu yang digunakan oleh pengirim dan penerima harus sama. Untuk mendukung kebutuhan tersebut maka pengirim dan penerima harus menambahkan **detak (Time Pulse)**.

Mode transmisi serial membutuhkan sinkronisasi/penyesuaian yang berfungsi untuk:

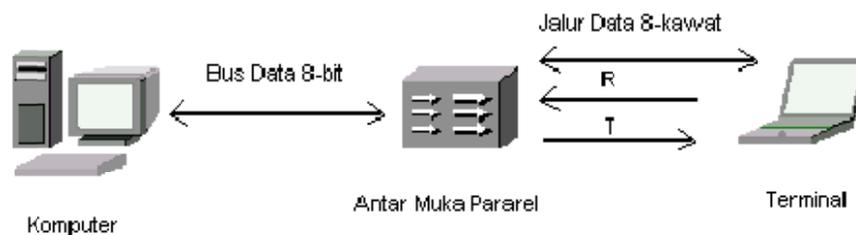
1. Mengetahui jika sinyal yang diterimanya merupakan bit data (sinkronisasi bit)
2. Mengetahui jika sinyal yang diterimanya membentuk sebuah karakter (sinkronisasi karakter)
3. Mengetahui jika sinyal yang diterima membentuk sebuah blok data (sinkronisasi blok).



Gambar 3.2 Detak (Time Pulse)

b. Paralel

Data dikirimkan sekaligus (serempak) misal 8 bit bersamaan. Kecepatan yang dimiliki oleh mode transmisi paralel tinggi. Tetapi dengan adanya tuntutan kecepatan pengiriman yang tinggi maka karakteristik media transmisi yang digunakan harus baik. Ada masalah ketika kita menggunakan mode transmisi paralel yaitu disebut "**Skew Efek**" yang terjadi pada sejumlah pengiriman bit secara serempak dan tiba pada tempat yang dituju dalam waktu yang tidak bersamaan.



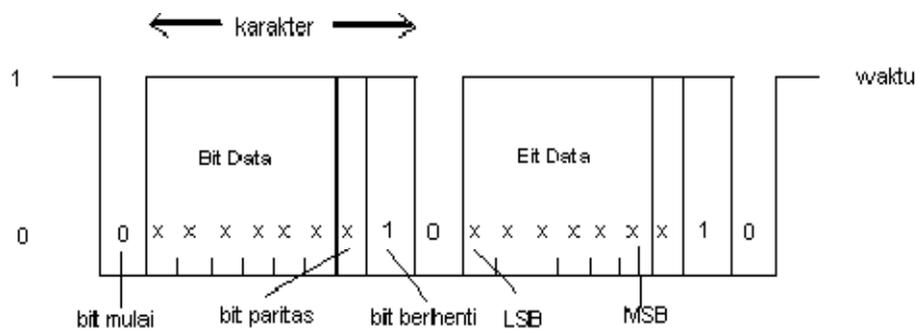
Gambar 3.3 Mode Transmisi Paralel

### 3 MODE TRANSMISI SERIAL

Berdasarkan sinkronisasi mode transmisi serial dibagi menjadi tiga, yaitu:

a. Asinkron

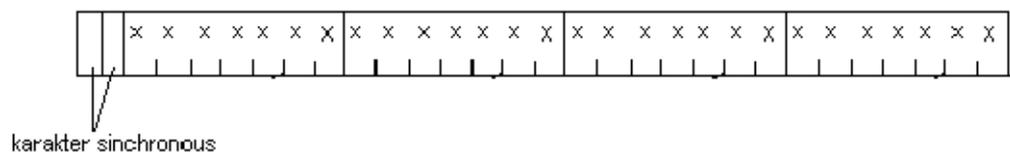
1. Pengiriman data dilakukan per karakter
2. Transmisi kecepatan tidak begitu tinggi
3. Antar karakter tidak ada waktu yang tetap
4. Bila terjadi kesalahan, satu karakter akan hilang
5. Membutuhkan start bit (bit awal tanda mulai menerima bit data)
6. Tiap karakter diakhiri stop bit
7. Dikenal sebagai start-stop transmission.



Gambar 3.4 Transmisi Asinkron

b. Sinkron

1. Pengiriman dilakukan perblok data (per karakter)
2. Transmisi kecepatan tinggi
3. Tiap pengiriman karakter tidak memerlukan bit awal/akhir
4. Bila terjadi kesalahan, satu blok data akan hilang
5. Pemakaian saluran komunikasi/channel transmisi akan efektif, karena transmisi hanya dilakukan bila pentransmision datanya memiliki sejumlah blok data.



Gambar 3.5 Transmisi Sinkron

c. Isokron

1. Merupakan kombinasi transmisi asinkron dan sinkron
2. Tiap karakter didahului dengan bit awal dan diakhir data ditutup dengan bit akhir.

## MACAM-MACAM BIT

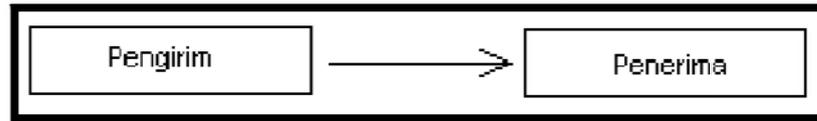
Dalam pentransmisian data dikenal beberapa istilah bit, antara lain:

- a. LSB (Least Significant Bit) ASCII  
Bit LSB pada kode ASCII merupakan bit terakhir pada suatu karakter.
- b. LSB (Least Significant Bit) Komunikasi data  
Bit LSB pada komunikasi data merupakan bit pertama pada suatu karakter yang akan dikirimkan.
- c. MSB (Most Significant Bit) ASCII  
Bit MSB pada kode ASCII merupakan bit pertama pada suatu karakter.
- d. MSB (Most Significant Bit) Komunikasi data  
Bit MSB pada komunikasi data merupakan bit terakhir pada suatu karakter yang akan dikirimkan.
- e. Bit Parity (mengecek error berupa angka 0/1)
  1. Parity ganjil  
Suatu bit parity akan dikatakan bit parity ganjil apabila jumlah bit 1 suatu karakter ditambahkan bit paritinya (0/1) berjumlah ganjil.  
Contoh :  
Bit karakter 1100001 (C) harus ditambah dengan bit parity 0 supaya jumlah bit 1 pada karakter tersebut berjumlah ganjil.
  2. Parity genap  
Suatu bit parity akan dikatakan bit parity genap apabila jumlah bit 1 suatu karakter ditambahkan bit paritinya (0/1) berjumlah genap.  
Contoh:  
Bit karakter 1100001 (C) harus ditambah dengan bit parity 1 supaya jumlah bit 1 pada karakter tersebut berjumlah genap.

## METODE TRANSMISI

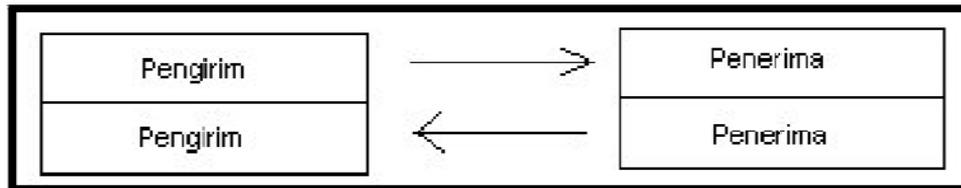
Adapun metode transmisi atau tipe channel transmisi yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Simplex (satu arah)
  1. Data disalurkan hanya ke satu arah
  2. Pengirim dan penerima memiliki peranan yang tetap
  3. Jarang digunakan untuk sistem komunikasi data.



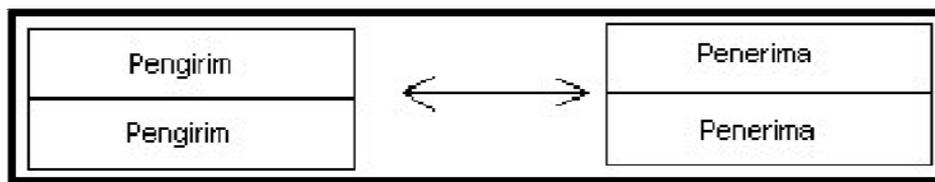
Gambar 3.6 Metode Transmisi Simplex

- b. Half duplex (dua arah bergantian)
  1. Data dikirimkan kedua arah secara bergantian
  2. Terdapat “**turn around time**” (waktu untuk mengubah arah).



Gambar 3.7 Metode Transmisi Half Duplex

- c. Full duplex (dua arah bersamaan)
- Data dikirimkan secara bersamaan.



Gambar 3.8 Metode transmisi full duplex

## KARAKTERISTIK TRANSMISI

Terdapat dua macam arus yang digunakan dalam transmisi data yaitu:

- a. DC (Direct Current)
  1. Jarang digunakan
  2. Hanya mendukung untuk pengiriman jarak dekat
  3. Kecepatan di bawah 300 bps.
- b. AC (Alternating Current)
  1. Sering digunakan
  2. Mendukung untuk pengiriman jarak jauh
  3. Digunakan untuk pengiriman kecepatan tinggi.

Tentunya ketika kita membahas transmisi data ada satu hal yang harus paling diperhatikan, yaitu kecepatan transmisi. Ada beberapa hal dalam kecepatan transmisi yang harus diketahui antara lain:

- a. Satuan kecepatan transmisi

1. Karakter per second (kps)
2. Bit per second (bps)
3. Baud per second (bps)    2 bit = 1 baud
- b. Variasi kecepatan transmisi  
110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 bps
- c. Kecepatan dipengaruhi lebar frekuensi (bandwidth)
- d. Berdasarkan bandwidth, channel transmisi digolongkan menjadi:
  1. Broadband Channel
    - a) Digunakan untuk sinyal berfrekuensi tinggi
    - b) Digunakan untuk gelombang mikro, kabel koaksial, dan serat optik.
  2. Voice Grade Channel
    - a) Digunakan untuk teknik penyambungan Dial Up
    - b) Private Line
    - c) Menggunakan frekuensi 300-3000 Hertz
  3. Subvoice Channel  
Menggunakan kecepatan transmisi di bawah 600 bps.
  4. Telegraph Channel  
Menggunakan kecepatan transmisi 45-75 bps.

Tabel 3.2 Spektrum Elektromagnetik

Frequency Band	Name
3 - 10 kHz	Extremely Low Frequency (ELF)
10 - 30 kHz	Very Low Frequency (VLF)
30 - 300 kHz	Low Frequency (LF)
300 - 3000 kHz	Medium Frequency (MF)
3 - 30 MHz	High Frequency (HF) (also called "short wave")
30 - 300 MHz	Very High Frequency (VHF)
300 - 3000 MHz	Ultra High Frequency (UHF) (also called "microwaves")
3 - 30 GHz	Super High Frequency (SHF)

## GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI

Gangguan pada saluran transmisi terbagi menjadi dua golongan besar:

- a. Acak (random)
  1. Derau panas (thermal noise)  
Gangguan yang disebabkan oleh pergerakan acak elektron bebas dalam rangkaian.
  2. Derau impuls (impuls noise)

Gangguan yang disebabkan oleh masuknya signal dari kanal lain yang letaknya berdekatan.

3. Bicara silang (cross talk)

Gangguan yang disebabkan oleh masuknya signal dari kanal lain yang letaknya berdekatan.

4. Gema (echo)

Gangguan yang disebabkan oleh signal yang dipantulkan kembali sebagai akibat dari perubahan impedansi (hasil reaksi hambatan dan kapasitansi secara bersamaan) dalam sebuah rangkaian listrik.

5. Perubahan fase (phase changer)

Gangguan yang disebabkan oleh sinyal fase yang kadang-kadang berubah sebagai akibat dari impulse noise.

6. Derau intermodulasi (intermodulation noise)

Gangguan yang disebabkan oleh dua sinyal dari saluran berbeda (intermodulation) membentuk sinyal baru yang menduduki frekuensi signal lain.

7. Phase jitter

Gangguan yang diakibatkan oleh jitter (gangguan pada komunikasi digital maupun analog yang disebabkan oleh perubahan sinyal karena referensi posisi waktu.jitter dapat mengakibatkan hilangnya data terutama pada pengiriman data dengan kecepatan tinggi) yang timbul oleh system pembawa yang dimultipleks dan menghasilkan perubahan frekuensi.

8. Fading

Gangguan yang disebabkan oleh sinyal yang disalurkan mencapai penerima melalui berbagai jalur akibat dari kondisi atmosfer.

b. Tidak Acak

1. Redaman

Gangguan yang disebabkan oleh tegangan suatu sinyal berkurang ketika melalui saluran transmisi sebagai akibat adanya daya yang diserap oleh saluran transmisi yang tergantung frekuensi dan media transmisinya.

2. Tundaan

Gangguan yang disebabkan oleh sinyal dengan masing-masing frekuensi yang tidak berjalan dengan kecepatan yang sama hingga tiba di penerima pada waktu yang berlainan.



## PENGERTIAN SINYAL

Untuk menyalurkan data dari satu tempat ke tempat yang lain, data akan diubah menjadi sebuah bentuk sinyal. **Sinyal** adalah suatu isyarat untuk melanjutkan atau meneruskan suatu kegiatan. Biasanya sinyal ini berbentuk tandatanda, lampu-lampu, atau suara-suara. Sinyal dibentuk oleh transmitter dan ditransmisikan melalui media transmisi. Sinyal sangat erat sekali hubungannya dengan fungsi waktu (periodik), tetapi sinyal juga dapat diekspresikan dalam bentuk fungsi frekuensi.

## SINYAL BERDASARKAN KONSEP WAKTU

Dilihat sebagai fungsi waktu, sebuah sinyal terbagi menjadi dua, yaitu:

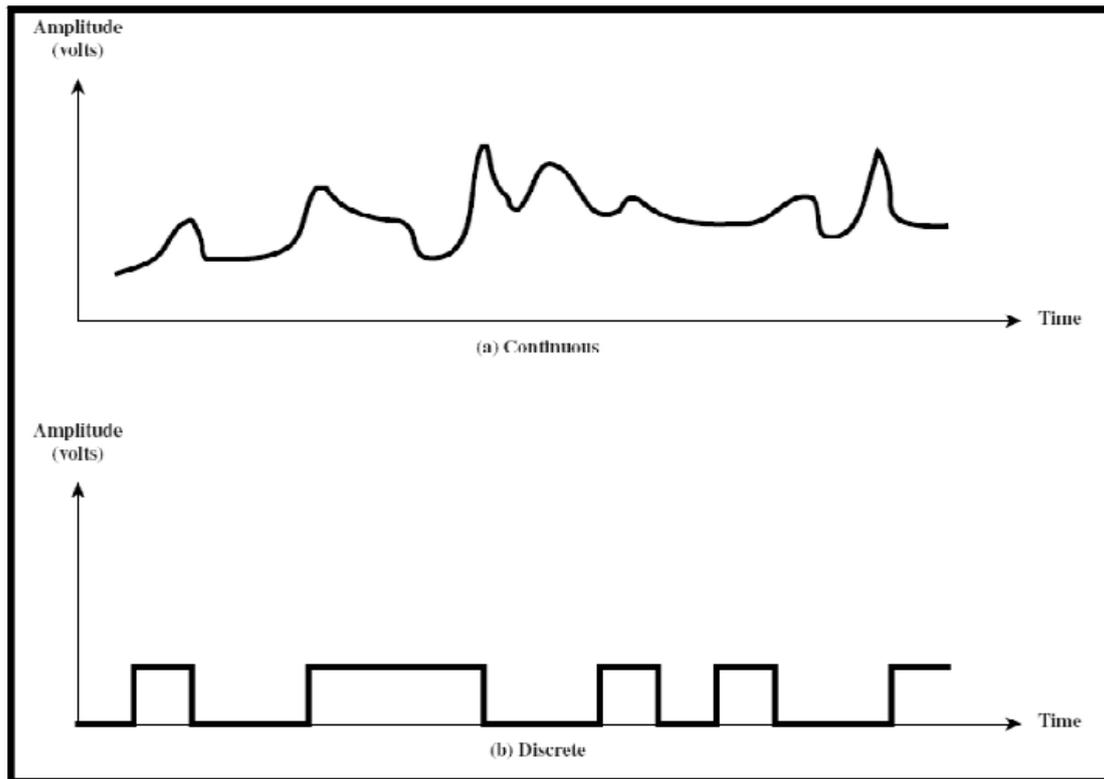
a. Sinyal analog

Sinyal yang intensitas/kekuatan sinyalnya bervariasi tergantung perubahan waktunya. Dengan kata lain, tidak ada sinyal yang tidak berkelanjutan. Dalam fungsi matematisnya dianalogikan dalam rumus sebagai berikut:

$$\lim_{t \rightarrow a} (t) = s(a) , \text{ untuk semua } a$$

b. Sinyal digital

Sinyal yang intensitasnya berada dalam level yang konstan terhadap perubahan waktu.

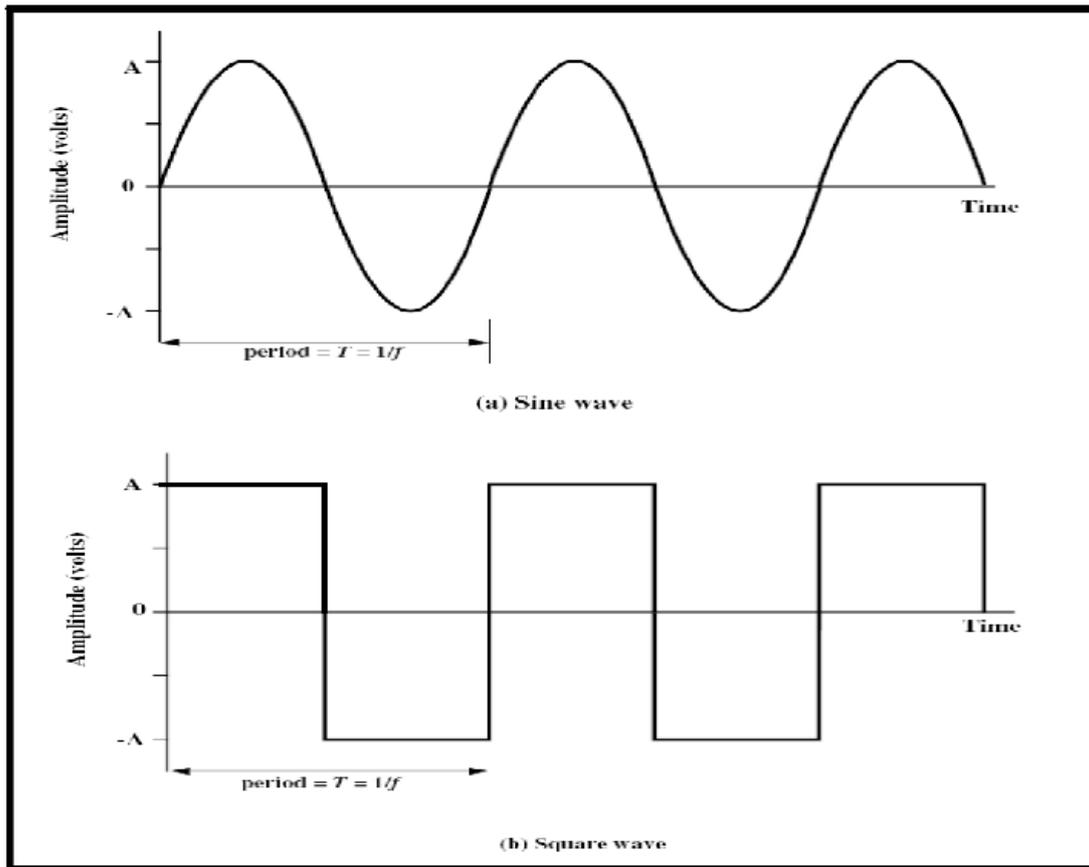


Gambar 4.1 Sinyal analog dan sinyal digital

Urutan sinyal yang paling sederhana adalah sinyal periodik. Sinyal periodic mempunyai pola yang sama dan berulang sepanjang waktu. Secara matematis sinyal dapat didefinisikan sebagai sinyal periodic jika dan hanya jika:

$$s(t + T) = s(t), \quad -\infty < t < +\infty$$

Di mana konstanta  $T$  menandakan periode suatu sinyal. Selain fungsi tersebut maka sinyal dikatakan sebagai sinyal aperiodik.



Gambar 4.2 Contoh sinyal periodik

## ISTILAH DALAM SINYAL

Sebelum melanjutkan ke subbab berikutnya ada baiknya kita mengetahui beberapa hal mengenai istilah yang ada. Istilah yang sering digunakan antara lain:

a. Periode

Adalah waktu yang diperlukan untuk membentuk satu gelombang sinyal penuh. Satuannya sekon (detik).

Rumus:

$$T = \frac{1}{f}$$

b. Frekuensi

Adalah jumlah gelombang yang terjadi dalam satu satuan detik. Satuannya Hertz (Hz).

Rumus:

$$f = \frac{1}{T}$$

Jadi bisa dikatakan kalau kedua hal di atas saling berbanding terbalik satu sama lainnya.

c. Amplitudo

adalah puncak/simpangan tertinggi dari suatu sinyal/gelombang.

d. Fase

Adalah ukuran dari posisi relative suatu sinyal dalam satuan waktu atau besarnya sudut dari sinyal analog pada saat tertentu.

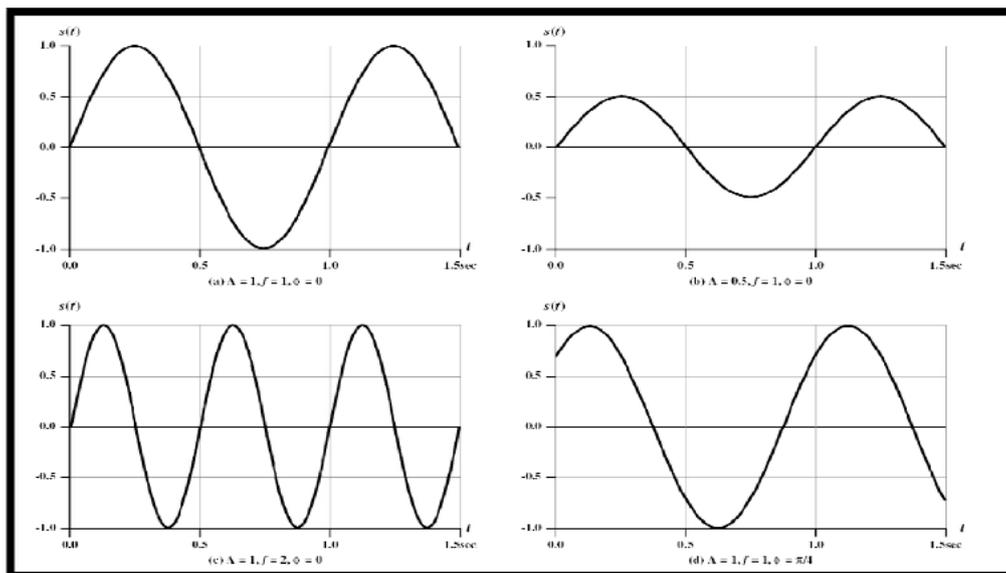
e. Satu gelombang

Sebuah gelombang bisa dikatakan sebuah gelombang penuh jika dan hanya jika gelombang tersebut memiliki satu buah bukit dan satu buah lembah.

## GELOMBANG SINUSOIDAL

Gelombang yang sering kita lihat biasanya berbentuk gelombang sinusoidal. Secara matematis umum, sebuah gelombang sinusoidal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \varphi)$$



Gambar 4.3 Contoh gelombang sinusoidal

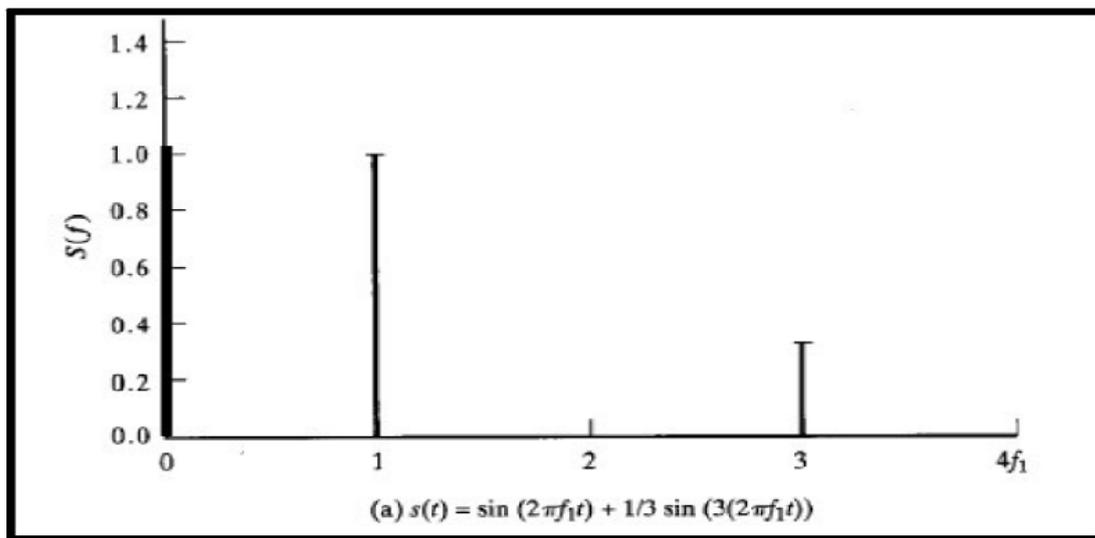
Di bagian c, frekuensi yang dimiliki gelombangnya sama dengan dua (karena memang ada dua gelombang dalam satu detik). Hal ini berarti periode yang dimiliki gelombang c adalah  $T=0.5$ . Sedangkan di bagian d, fase yang dimiliki gelombang tersebut adalah  $\pi/4$  yang memiliki arti bahwa fasenya adalah 45 derajat ( $2\pi \text{ radians} = 360^\circ = 1 \text{ periode}$ )

## SINYAL BERDASARKAN KONSEP FREKUENSI

Di dalam teori, sebuah sinyal elektromagnetik akan dibentuk dari banyak frekuensi. Sebagai contoh sinyal berikut ini:

$$s(t) = \left(\frac{4}{\pi}\right) * \left(\sin(2\pi ft) + \left(\frac{1}{3}\right) \sin(2\pi(3f)t)\right)$$

Komponen sinyalnya adalah gelombang sin. Frekuensi keduanya adalah perkalian integer dari frekuensi yang pertama. Ketika semua komponen frekuensi dari sinyalnya adalah perkalian integer dari satu frekuensi sinyal maka frekuensi yang terakhir disebut sebagai **frekuensi fundamental**. Periode dari jumlah sinyal sama dengan periode dari frekuensi fundamental. Periode dari komponen  $\sin(2\pi ft)$  adalah  $T = \frac{1}{f}$ .



Gambar 4.4 Representasi sinyal berdasarkan frekuensi

## ENCODING DAN MODULASI

Modulasi adalah proses perubahan suatu gelombang periodik sehingga menjasikan suatu sinyal dapat membawa informasi. Sedangkan encoding adalah proses untuk mengubah sinyal ke dalam bentuk yang dioptimasi untuk keperluan komunikasi data dan penyimpanan data. Kedua hal inilah yang saling mendukung untuk mengubah bentuk sinyal sehingga bisa disalurkan dari pengirim ke penerima.

Dalam hal modulasi, komunikasi data ada yang menggunakan sinyal digital. Tetapi komunikasi ini memiliki kelemahan yaitu jarak tempuh yang tidak terlalu

besar akibat pengaruh noise berupa redaman yang terjadi pada media transmisi. Sedangkan komunikasi data menggunakan sinyal analog jarak tempuhnya akan menjadi lebih besar.

Dari kedua cara di atas timbullah suatu masalah yaitu bagaimana menggunakan teknik sinyal analog untuk pengiriman sinyal digital. Sinyal digital hanya mengenal dua keadaan yaitu biner (0 dan 1). Dengan teknik modulasi, sinyal digital dapat diubah menjadi sinyal analog untuk dikirimkan dan setelah sampai ke penerima akan diubah kembali menjadi sinyal digital. Ada satu teknik lagi selain teknik modulasi yaitu teknik demodulasi. Teknik demodulasi adalah teknik untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital.

Kalau kita berbicara masalah bentuk sinyal/gelombang yang digunakan untuk membawa sinyal analog maka sinyal atau gelombangnya akan berbentuk sinyal/gelombang sinusoidal. Sinyal sinusoidal akan tergantung dari 3 hal, yaitu:

- a. Amplitude
- b. Frekuensi
- c. Fase.

Oleh karena itu jenis-jenis modulasi yang digunakan akan didasarkan ketiga hal tersebut yaitu:

- a. Amplitude Modulation (AM)

Menggunakan amplitude sinyal analog untuk membedakan kedua keadaan sinyal digital. Frekuensi dan fasenya tetap, yang berubah hanya amplitudonya. Dengan cara ini maka keadaan amplitude "1" (high) sinyal digital diwakili dengan tegangan yang lebih besar daripada tegangan yang mewakili keadaan "0" (low) sinyal digital. AM adalah jenis modulasi yang paling mudah dan paling mudah dipengaruhi transmisinya.

- b. Frequency Modulation (FM)

Amplitudo dan fasenya tidak berubah, sedangkan yang berubah hanya frekuensinya saja. Kecepatan transmisi mencapai 1200 bps. System yang umum digunakan adalah FSK (Frequency Shift Keying).

- c. Phase Modulation (PM)

Fasenya berubah-ubah sedangkan amplitudo dan frekuensinya tetap. Digunakan untuk pengiriman data dalam jumlah besar dan dalam kecepatan yang tinggi. Bentuk PM yang paling sederhana adalah pergeseran sudut fase  $180^{\circ}$  setiap penyaluran bit "0" dan tidak ada pergeseran sudut bila bit "1" disalurkan.

Alat yang biasa digunakan adalah modem (modulasi dan demodulasi).

## **KOMBINASI KOMUNIKASI /TEKNIK ENCODING**

Karena adanya perbedaan sinyal maka timbullah kombinasi komunikasi atau teknik encoding yang digunakan, yaitu:

a. Data digital, sinyal digital

Umumnya peralatan untuk pengkodean data digital menjadi sinyal digital tidak terlalu mahal dan kompleks dibanding peralatan untuk modulasi digitalanalog.

b. Data analog, sinyal digital

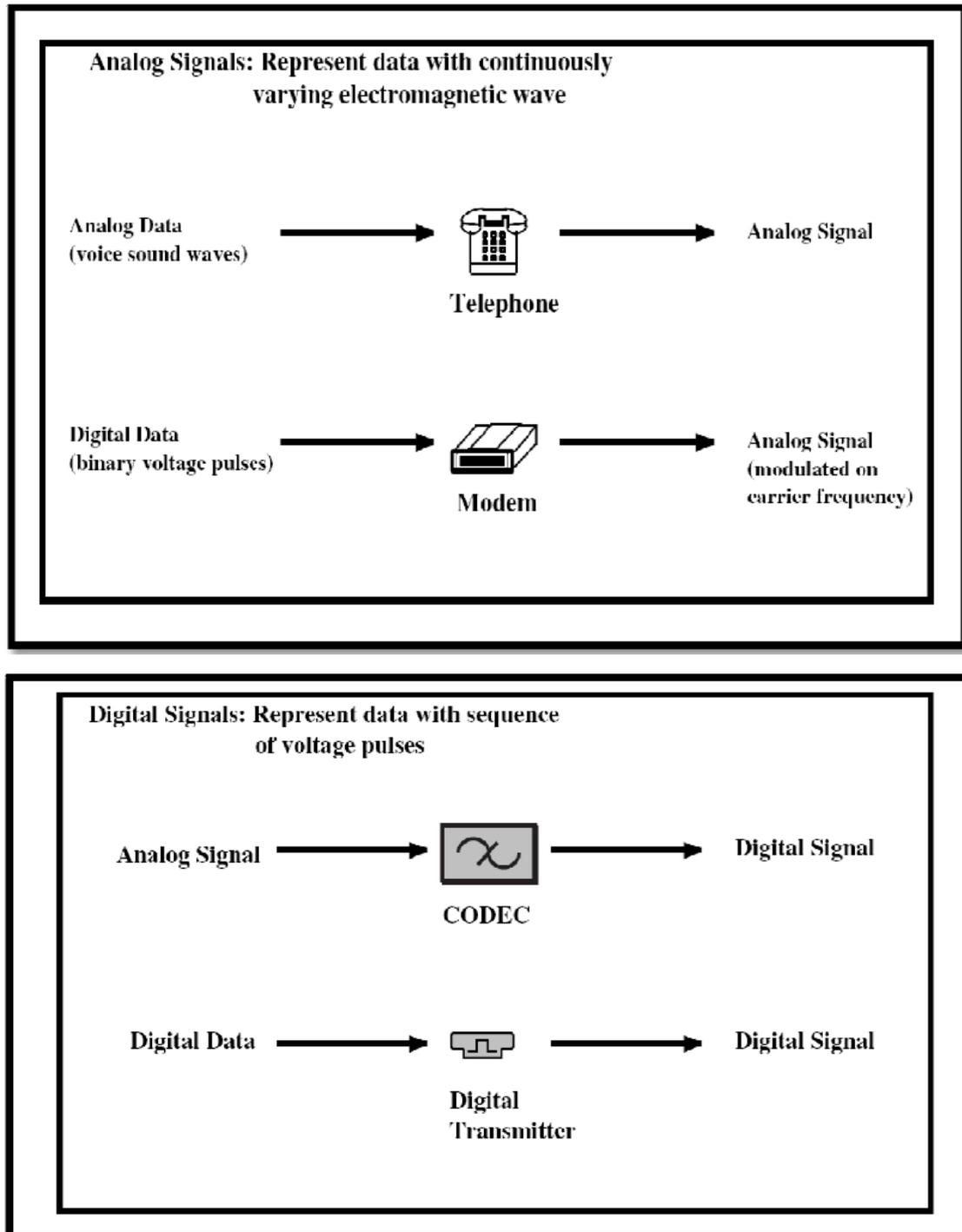
Konversi data analog menjadi bentuk digital memungkinkan pengguna transmisi digital modern dan peralatan switching.

c. Data digital, sinyal analog

Beberapa media transmisi seperti fiber optic dan media bebas serta hanya dapat menampilkan sinyal-sinyal analog.

d. Data analog, sinyal analog

Data analog dalam bentuk listrik dapat ditransmisikan sebagai sinyal dasar dengan mudah dan murah. Satu kegunaan umum dari modulasi adalah untuk mengganti sinyal dasar menjadi bagian lain dari spectrum. Dengan cara ini, bermacam-macam sinyal pada posisi yang berbeda di dalam sebuah spectrum dapat ditransmisikan dalam satu media transmisi yang sama. Dengan adanya penggunaan media transmisi yang sama maka dibutuhkan sebuah proses yaitu multiplexing.



Gambar 4.5 Teknik encoding

## DATA DIGITAL, SINYAL DIGITAL

Elemen sinyal adalah tiap pulsa dari sinyal digital. Data biner ditransmisikan dengan meng-encode-kan tiap bit data menjadi elemen sinyal.

Dalam mentransmisikan data digital menggunakan sinyal digital ada dua sinyal yang digunakan, yaitu:

- a. Sinyal unipolar  
Semua elemen sinyal yang mempunyai tanda yang sama, yaitu positif semua atau negatif semua.
- b. Sinyal polar  
Elemen-elemen sinyal di mana salah satu logic statenya diwakili oleh level tegangan positif dan yang lainnya oleh tegangan negatif.

Tugas-tugas receiver dalam mengartikan sinyal-sinyal digital antara lain:

- a. Mengetahui timing dari tiap-tiap bit
- b. Menentukan apakah level sinyal dalam posisi bit high (1) atau low (0).

Tugas-tugas ini dilaksanakan dengan men-sampling (mengambil contoh) tiap posisi bit pada tengah-tengah interval dan membandingkan nilainya dengan threshold. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesuksesan receiver dalam mengartikan sinyal yang datang antara lain:

- a. Data rate (kecepatan data)  
Peningkatan data rate akan meningkatkan bit error rate (kecepatan error dari bit)
- b. Bandwidth  
Peningkatan bandwidth dapat meningkatkan data rate.

Ada beberapa teknik encoding yang dapat digunakan dalam mengartikan data digital menjadi sinyal digital, yaitu:

- a. Nonreturn to zero level (NRZ)  
Suatu kode di mana tegangan negatif dipakai untuk mewakili suatu binary dan tegangan positif dipakai untuk mewakili binary lainnya.
- b. Nonreturn to zero inverted (NRZI)  
Suatu kode di mana suatu transisi (low ke high atau high ke low) pada awal suatu bit time akan dikenal sebagai biner 1 untuk bit time tersebut. Tidak ada transisi berarti biner 0. Sehingga NRZI merupakan salah satu contoh dari differensial encoding.
- c. Bipolar-AMI  
Suatu kode dimana biner 0 diwakili dengan tidak adanya line sinyal dan biner 1 diwakili oleh suatu pulsa positif atau negatif.
- d. Pseudoternary  
Suatu kode di mana biner 1 diwakili oleh ketiadaan sinyal dan biner 0 diwakili oleh pergantian pulsa-pulsa positif dan negatif.

- e. Manchester  
Suatu kode di mana ada suatu transisi pada setengah dari periode tiap bit, transisi low ke high mewakili 1 dan high ke low mewakili 0.
- f. Differential Manchester  
Suatu kode di mana biner 0 diwakili oleh adanya transisi di awal periode suatu bit dan biner 1 diwakili oleh ketiadaan transisi di awal periode suatu bit.
- g. B8ZS (Bipolar with 8-Zeros Subtitution)  
Suatu kode di mana jika:
  1. Jika terjadi oktaf dari semua nol dan pulsa tegangan terakhir yang mendahului oktaf ini adalah positif, maka 8 nol dari oktaf tersebut diencode sebagai 000+-0-+.
  2. Jika terjadi oktaf dari semua nol dan pulsa tegangan terakhir yang mendahului oktaf ini adalah negatif, maka 8 nol dari oktaf tersebut diencode sebagai 000-+0+-.
- h. HDB3 (High Density Bipolar-3 zeros)  
Suatu kode di mana kode tersebut menggantikan string-string dari 4 nol dengan rangkaian yang mengandung satu atau dua pulsa atau disebutkode violation, jika violation terakhir positif maka violation ini pasti negatif dan sebaliknya.

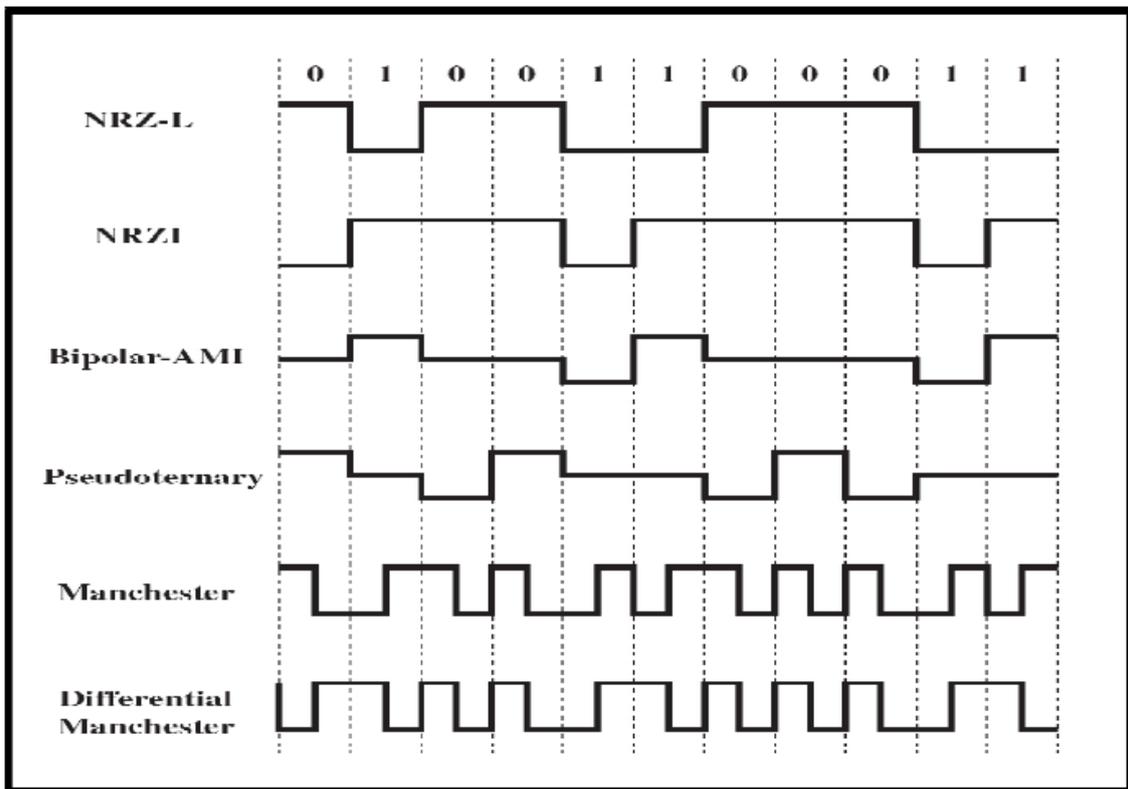
Table 4.1 Definisi dari teknik encoding

Format definisi dari sinyal digital encoding
<p><b>Nonreturn-to-zero level (NRZL = tingkat NRZ-L)</b>                      0 = level tinggi                      1 = level rendah</p> <p><b>Nonreturn-to-zero inverted (NRZI = perbaikan nonreturn-to-zero)</b>                      0 = tidak ada transmisi diawal interval (waktu 1 bit)                      1 = ada transisi diawal interval.</p> <p><b>Bipolar-AMI</b>                      0 = tidak ada garis sinyal                      1 = level positif atau negatif, dialternatifkan untuk 1 bit berturut-turut.</p> <p><b>Pseudoternary</b>                      0 = level positif atau negatif, dialternatifkan untuk 0 berturut-turut                      1 = tidak ada garis sinyal.</p> <p><b>Manchester</b>                      0 = transisi dari tinggi ke rendah pada bagian tengah interval                      1 = transisi dari rendah ke tinggi pada bagian tengah interval.</p>

**Manchester differensial**  
 Selalu ada transisi pada bagian tengah interval  
 0 = transisi diawal interval  
 1 = tidak ada transisi di awal interval

**B8ZS**  
 Sama seperti bipolar-AMI, tetapi string yang terdiri dari delapan angka 0 diganti oleh string dengan pelanggaran dua kode.

**HDB3**  
 Sama seperti bipolar AMI, tetapi string yang terdiri dari empat angka 0 diganti oleh string pelanggaran satu kode.



Gambar 4.6 Gambaran teknik encoding

**MODULATION RATE (KECEPATAN MODULASI)**

Ketika sebuah teknik encoding digunakan, sebuah hubungan perlu dibuat antara data rate dan modulation rate. Secara matematis data rate atau bit rate dinyatakan sebagai berikut:

$$1/T_b, \text{ di mana } T_b = \text{durasi bit}$$

Untuk menghitung modulasi rate atau kecepatan modulasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{R}{L} = \frac{R}{\log_2 M}$$

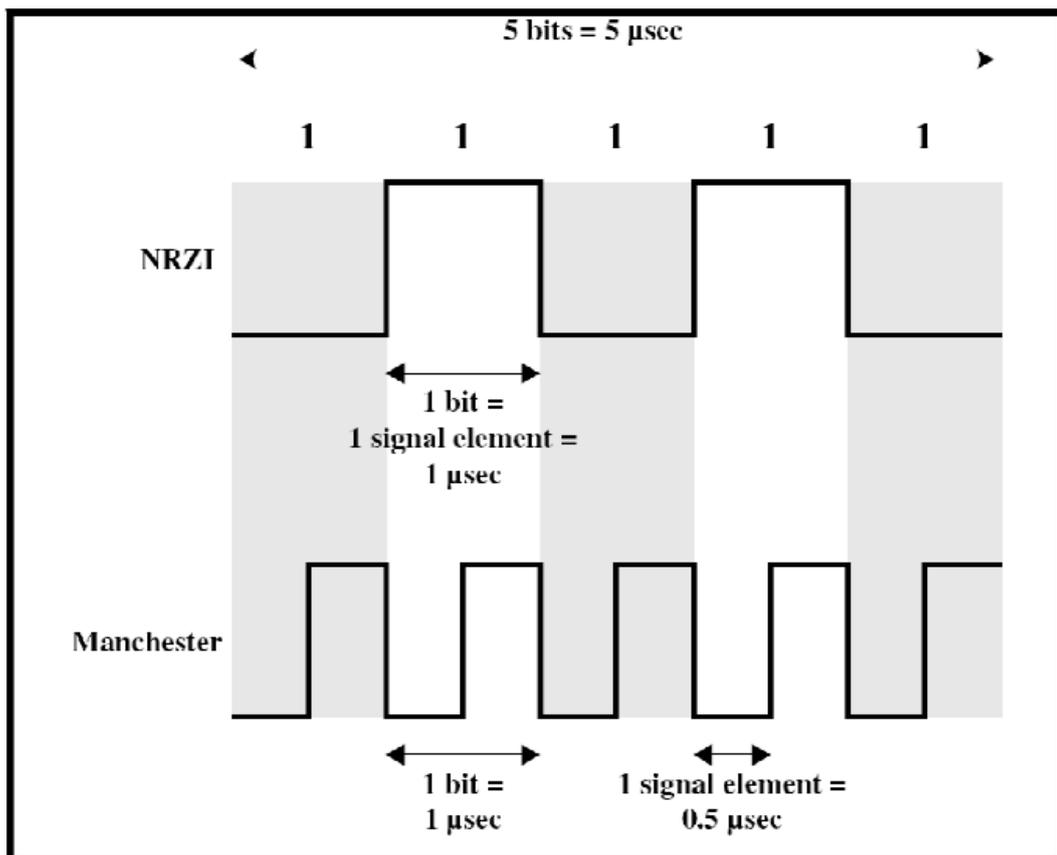
Di mana:

$D$  = modulation rate (baud)

$R$  = data rate (bps)

$M$  = jumlah dari elemen sinyal yang berbeda =  $2^L$

$L$  = jumlah dari bit per elemen sinyal



Gambar 4.7 Gambaran pengiriman per satuan biner dalam 1 Mbps

## DATA DIGITAL, SINYAL ANALOG

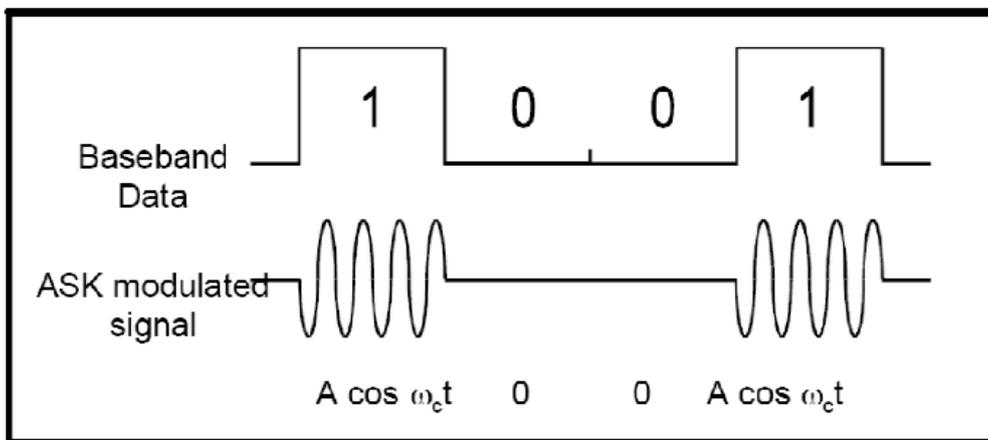
Contoh umum transmisi data digital dengan menggunakan sinyal analog adalah jaringan telepon publik. Alat yang digunakan yaitu modem sebagai transmitter yang mengubah data digital ke sinyal analog (modulator) dan sebaliknya mengubah sinyal analog menjadi data digital (demodulator).

Teknik-teknik encoding yang digunakan dalam kombinasi komunikasi ini antara lain:

a. Amplitude Shift Keying (ASK)

Dua biner diwakilkan dengan dua amplitudo frekuensi carrier (pembawa) yang berbeda. Secara matematis dinyatakan dalam:

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{biner 1} \\ 0 & \text{biner 0} \end{cases}$$



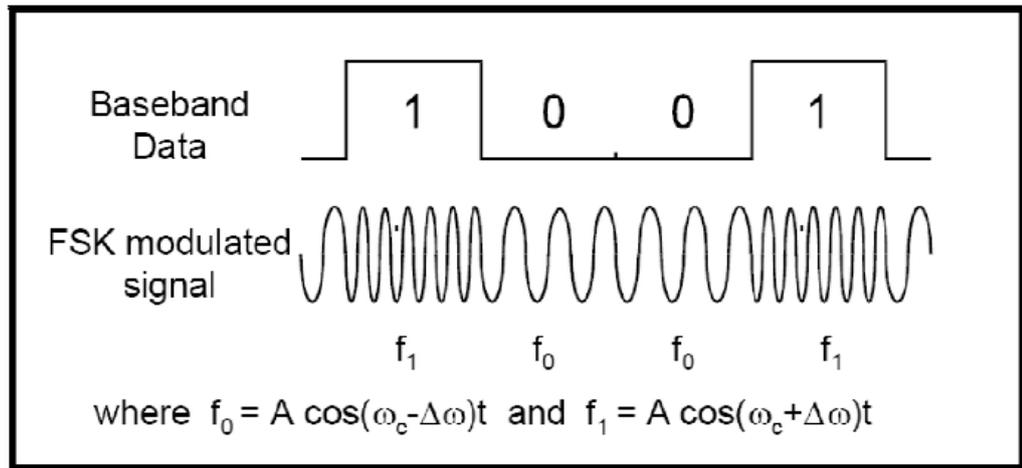
Gambar 4.8 Teknik encoding ASK

Data rate hanya sampai 1200 bps pada voice-grade line. Dipakai untuk transmisi melalui fiber optik.

b. Frequency Shift Keying (FSK)

Dua biner diwakilkan dengan dua frekuensi berbeda yang dekat dengan frekuensi carrier. Secara matematis dinyatakan dalam:

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) & \text{biner 1} \\ A \cos(2\pi f_2 t) & \text{biner 0} \end{cases}$$

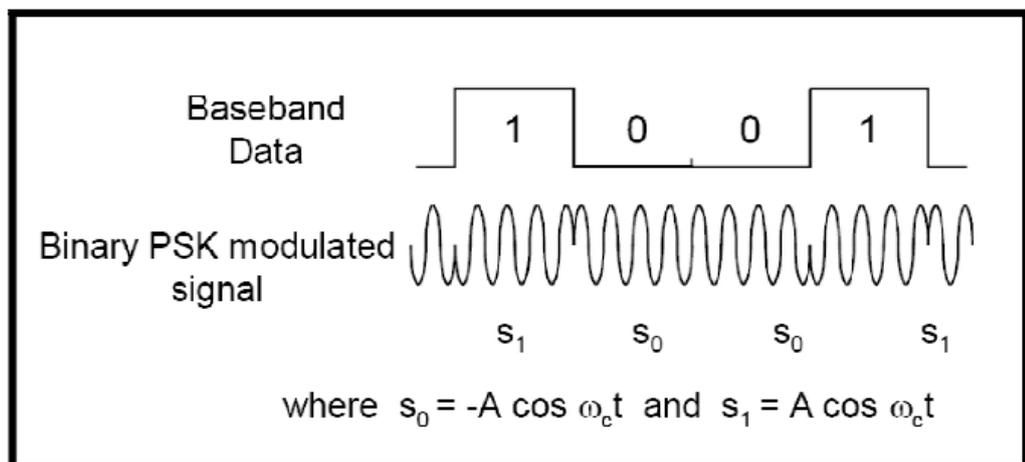


Gambar 4.9 Teknik encoding FSK

c. Phase Shift Keying (PSK)

Biner 0 diwakilkan dengan mengirim suatu sinyal dengan fase yang sama terhadap sinyal dikirim sebelumnya dan biner 1 diwakilkan dengan mengirim suatu sinyal dengan fase berlawanan terhadap sinyal yang dikirim sebelumnya, atau secara matematis dapat dinyatakan sebagai:

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{biner 1} \\ A \cos(2\pi f_c t) & \text{biner 0} \end{cases}$$



Gambar 4.10 Teknik encoding PSK

## DATA ANALOG, SINYAL DIGITAL

Transformasi data analog ke sinyal digital dikenal sebagai **digitalisasi**. Tiga hal yang paling umum terjadi setelah proses digitalisasi:

- a. Data digital dapat ditransmisi menggunakan teknik encoding NRZ-L
- b. Data digital dapat di-encode sebagai sinyal digital memakai kode selain NRZL. Dengan demikian diperlukan langkah tambahan.
- c. Data digital dapat diubah menjadi sinyal analog menggunakan salah satu teknik modulasi yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Codec (coder-decoder) adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah data analog menjadi bentuk digital untuk transmisi dan kemudian mendapatkan kembali data analog dari asal dari data digital tersebut. Dua teknik yang digunakan dalam codec adalah:

- a. Pulse code modulation  
Frekuensi sampling harus lebih besar atau sama dengan dua kali frekuensi tertinggi dari sinyal.
- b. Delta code modulation  
Proses di mana suatu input analog didekati dengan suatu fungsi yang bergerak naik atau turun dengan satu level quantization ( $\delta$ ) pada setiap interval sampling dan outputnya diwakilkan sebagai suatu bit biner tunggal untuk tiap sampel.

## DATA ANALOG, SINYAL ANALOG

Teknik modulasi memakai data analog:

- a. Amplitude modulation (AM)  
Dikenal sebagai double sideband transmitter carrier. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$s(t) = [1 + n_a x(t)] \cos 2\pi f_c t$$

Di mana:

$\cos 2\pi f_c t$  = carrier

$x(t)$  = sinyal input (pembawa data)

$n_a$  = indeks modulasi (rasio amplitudo dari sinyal input terhadap carrier).

Jenis-jenis AM:

1. Single Sideband (SSB) dimana jenis ini yang paling populer dan di mana hanya ada satu sideband dan menghapus sideband lain dan carriernya.  
Keuntungannya:
  - a) Hanya separuh dari bandwidth yang dibutuhkan

b) Diperlukan tenaga listrik yang lebih kecil sebab tidak ada tenaga listrik yang dipakai untuk mentransmisi carrier pada sideband yang lain.

2. Double Sideband Suppressed Carrier (DSBSC) dimana menyaring frekuensi carrier dan mengirimkan kedua-dua sideband. Keuntungannya adalah menghemat tenaga listrik tetapi memakai bandwidth yang lebih besar.

Kerugian dari kedua-duanya adalah menahan carrier padahal carrier dapat dipakai untuk tujuan sinkronisasi. Solusinya adalah menggunakan vestigial sideband (VSB) di mana memakai satu sideband dan mengurangi tenaga listrik untuk carrier.

- b. Frequency modulation (FM)
- c. Phase modulation (PM)



## PENGERTIAN KESALAHAN

Ketika melakukan pentransmisi data seringkali kita menjumpai data yang tidak sesuai dengan yang kita harapkan (salah sasaran). Hal ini disebabkan karena adanya gangguan dalam suatu saluran transmisi. Istilah **error** atau kesalahan memang mungkin terjadi pada suatu transmisi data. Kesalahan (galat) adalah hal yang terjadi apabila suatu hal tidak bertindak semestinya, entah salah sasaran, kehilangan satu bit, atau juga berubah datanya.

Tentunya ketika terjadi kesalahan maka kesalahan tersebut harus terdeteksi oleh sistem komunikasi data untuk kemudian dikoreksi supaya kembali menjadi data yang benar. Sistem komunikasi seringkali membuat kesalahan, memiliki data rate yang berbeda, dan terdapat delay (tundaan) yang terjadi ketika suatu bit dikirimkan dengan saat bit diterima. Keterbatasan ini mempengaruhi sekali bagi efisiensi pemindahan data.

## DATA LINK CONTROL

Pengiriman data melalui link komunikasi data yang terlaksana dengan penambahan kontrol layer dalam tiap perangkat keras komunikasi dinyatakan sebagai **data link control** atau **data link protocol**. Data link adalah medium transmisi antara stasiun-stasiun ketika suatu prosedur data link digunakan. Ketika menggunakan data link protocol ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

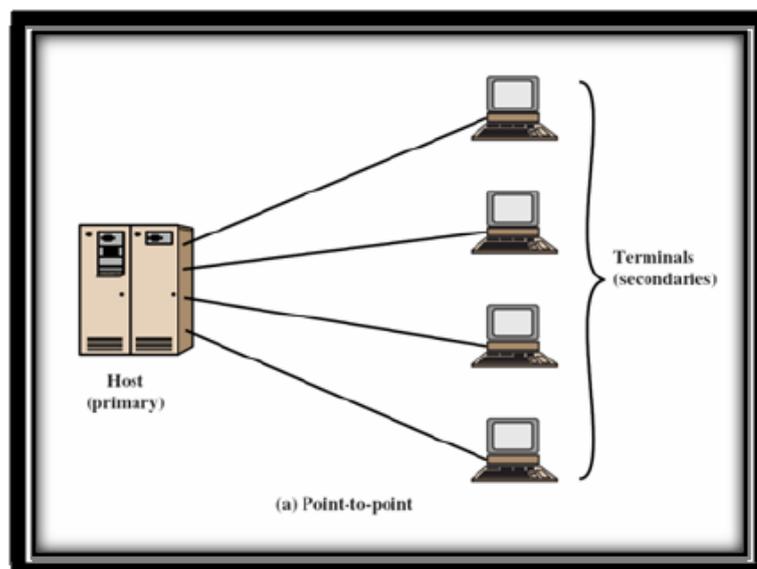
- a. Frame synchronization  
Data dikirimkan dalam blok-blok yang disebut frame. Awal dan akhir tiap frame harus dapat diidentifikasi.
- b. Memakai variasi dari konfigurasi line
- c. Flow control  
Stasiun pengirim harus tidak mengirim frame-frame pada kecepatan yang lebih cepat daripada kecepatan penerimaan data pada stasiun penerima.
- d. Error control  
Bit-bit error yang dihasilkan oleh sistem transmisi harus diperbaiki

- e. Kontrol dan data terletak pada link yang sama  
Sinyal-sinyal kontrol tidak diharapkan mempunyai jalur komunikasi yang terpisah. Karena itu, receiver harus mampu membedakan kontrol informasi dari data yang sedang ditransmisi.
- f. Addressing (pengalamatan)  
Pada jalur komunikasi yang multipoint (banyak jalur), identitas dari dua stasiun (baik stasiun pengirim atau penerima) harus mampu membedakan kontrol informasi dari data yang sedang transmisi.
- g. Manajemen link  
Permulaan, pemeliharaan, dan penghentian dari pertukaran data memerlukan koordinasi dan kerjasama di antara stasiun pengirim dengan stasiun penerima. Diperlukan prosedur untuk manajemen pertukaran data.

## KONFIGURASI-KONFIGURASI LINE

Ada tiga karakteristik yang membedakan berbagai konfigurasi data link, yaitu:

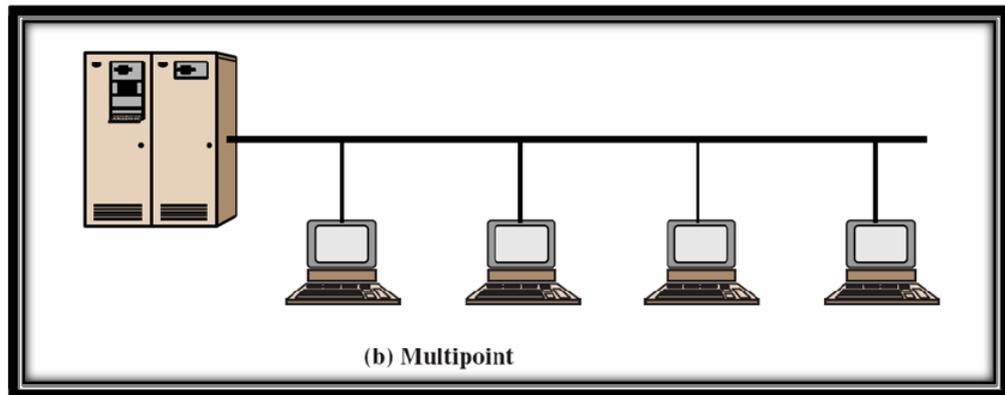
- a. Topology  
Menyatakan pengaturan fisik dari stasiun pada suatu link. Ada dua konfigurasi topologi yaitu:
  - 1. Point to point  
Jika dalam suatu transmisi hanya ada satu stasiun pengirim dan satu stasiun penerima.



Gambar 5.1 konfigurasi point to point

2. Multipoint

Jika dalam suatu transmisi ada lebih dari dua stasiun. Dipakai dalam suatu komputer dan suatu rangkaian terminal.



Gambar 5.2 Konfigurasi multipoint

b. Duplexity

Menyatakan arah dan timing dari aliran sinyal. Jenis-jenisnya adalah sebagai berikut:

1. Simplex transmission
2. Half duplex link
3. Full duplex link.

Untuk transmisi yang menggunakan sinyal digital dapat memakai full duplex dan half duplex. Untuk yang menggunakan sinyal analog penentuan duplexity tergantung pada frekuensi bila stasiun pengirim (transmisi) dan penerimaan pada frekuensi yang sama.

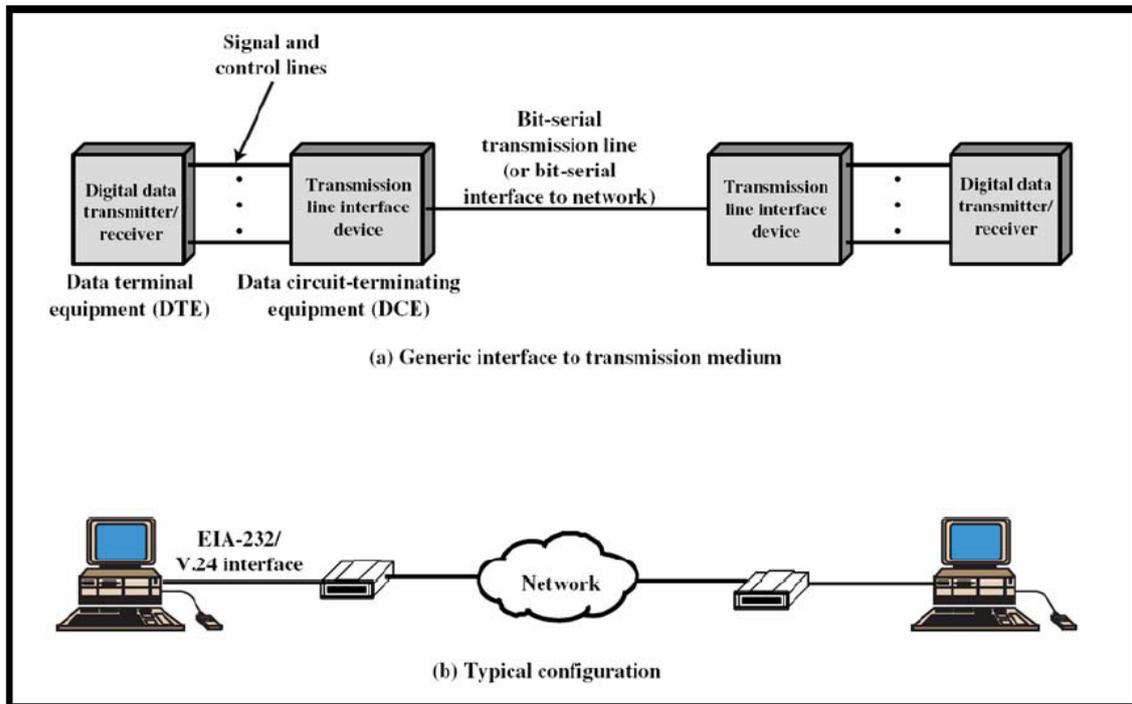
c. Line Discipline

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

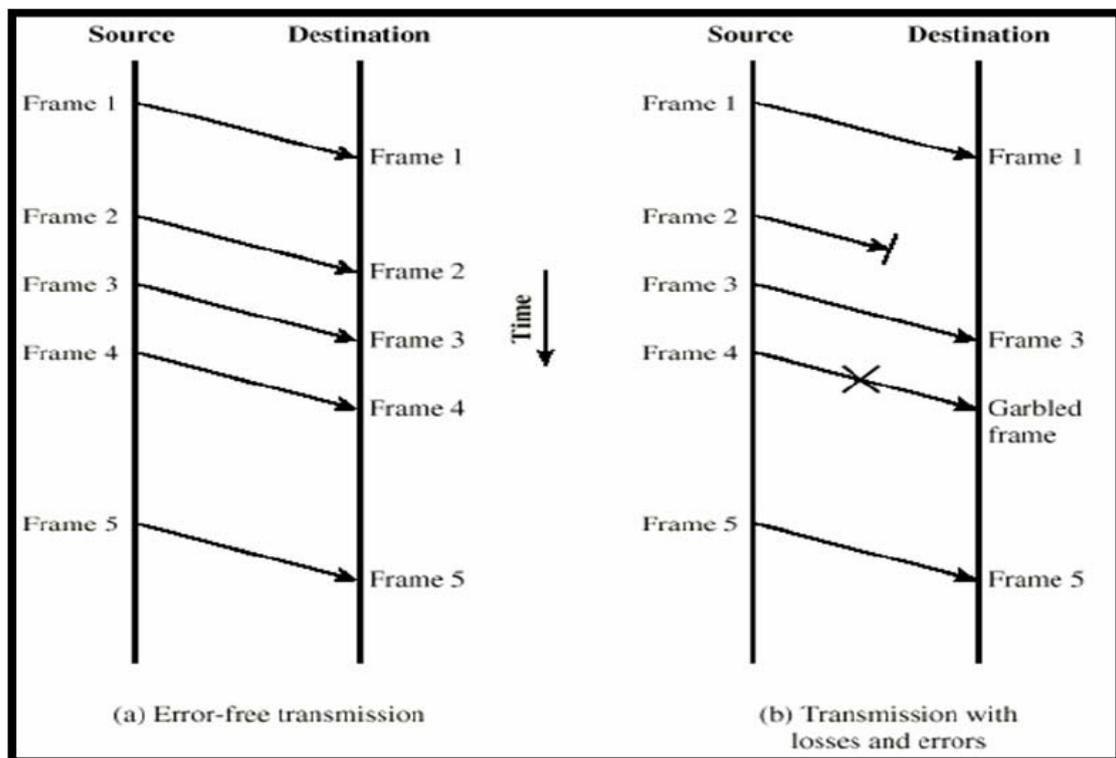
## FLOW CONTROL

Flow control adalah suatu teknik untuk memastikan/meyakinkan bahwa suatu stasiun transmisi tidak menumpuk data pada suatu stasiun penerima. Tanpa flow control, buffer (memori penyangga) dari receiver akan penuh sementara masih

banyak data lama yang akan diproses. Ketika data diterima, harus dilaksanakan sejumlah proses sebelum buffer dapat dikosongkan dan siap menerima banyak data.



Gambar 5.3 Antarmuka komunikasi data

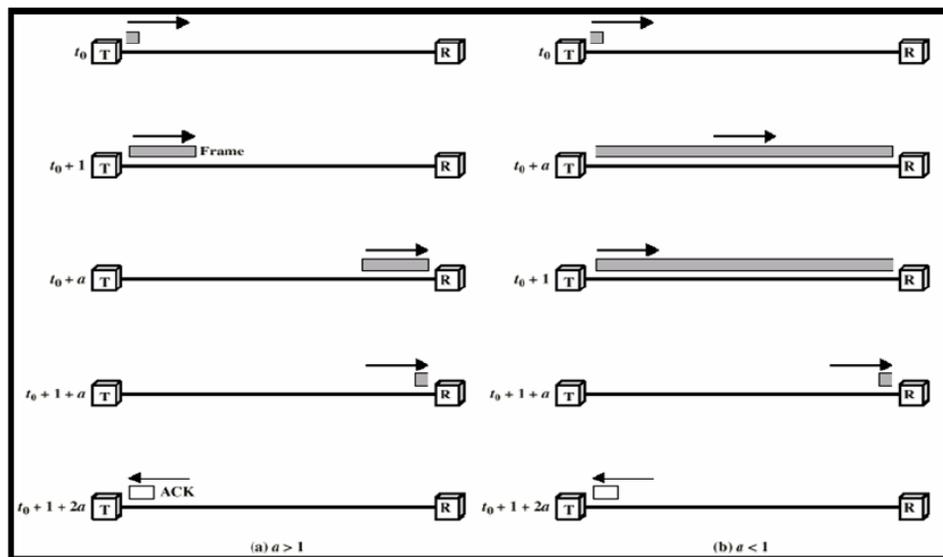


Gambar 5.4 Model transmisi frame

Ada beberapa bentuk dari flow control antara lain:

a. Stop and wait flow control

Cara kerjanya suatu sumber mengirimkan frame. Setelah diterima, penerima memberi isyarat untuk menerima frame lainnya dengan mengirim acknowledgement ke frame yang baru diterima. Pengirim atau sumber harus menunggu sampai menerima acknowledgement sebelum mengirim frame berikutnya. Penerima kemudian dapat menghentikan aliran data dengan tidak memberi acknowledgement. Frame yang dikirimkan tidak akan menjadi masalah jika ukuran datanya tidak terlalu besar. Jika data yang dikirim besar, maka secara otomatis jumlah framenya akan bertambah sehingga menyebabkan stop and wait control menjadi tidak efisien.

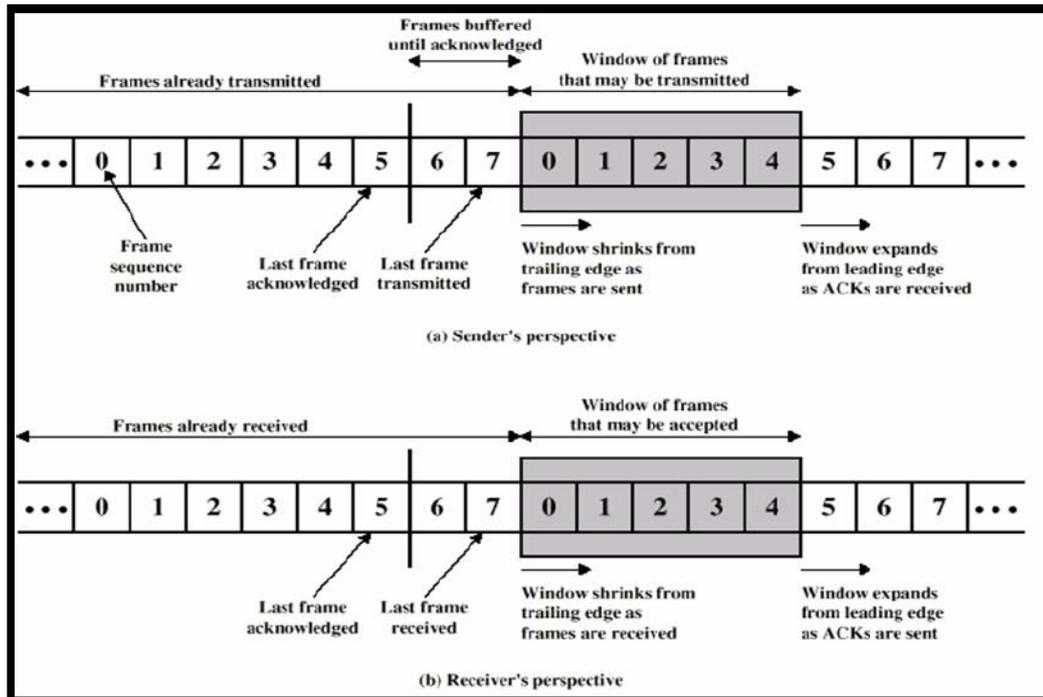


Gambar 5.5 Penggunaan Stop and Wait Control

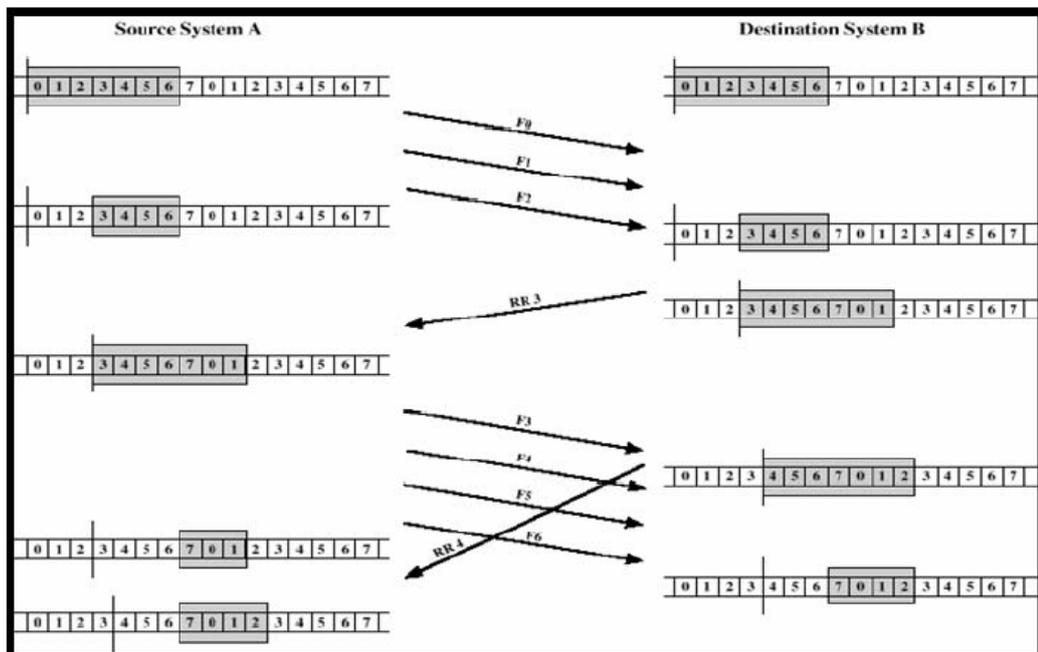
b. Sliding window flow control

Masalah utama yang dimiliki oleh stop and wait control adalah bahwa hanya satu frame yang dapat dikirimkan pada saat yang sama. Dalam keadaan antrian bit yang akan dikirimkan lebih besar daripada panjang frame ( $a > 1$ ) maka diperlukan suatu langkah efisiensi (memperbolehkan pengiriman lebih dari satu frame pada saat yang sama). Dalam langkah ini, ditambahkan juga label pada setiap frame yang telah masuk sebagai penanda sudah sejauh mana frame tersebut diterima. Sliding window flow control ini mengizinkan untuk pengiriman lebih dari satu frame. Receiver juga memiliki sebuah buffer untuk menampung antrian frame yang masuk dengan syarat setiap frame yang masuk diberi nomor. Nomor tersebut nantinya akan digunakan

sebagai penanda yang akan diloncati tiap ukuran field (k). frame yang masuk akan dinomori dengan modulo  $2^k$ .



Gambar 5.6 Diagram sliding window



Gambar 5.7 Contoh sliding window

## DETEKSI ERROR

Pada subbab sebelumnya dibahas tentang penggunaan flow control, sekarang akan dibahas bagaimana cara mendeteksi kesalahan yang terjadi pada flow control tersebut. Ada dua pendekatan yang bisa digunakan untuk mendeteksi error, yaitu:

a. Forward Error Control

Karakter yang ditransmisikan atau disebut juga frame, berisi informasi tambahan sehingga apabila penerima mengalami kesalahan, penerima tidak hanya bisa mendeteksi kesalahannya saja tetapi juga bisa menjelaskan letak kesalahan tersebut.

b. Feedback (backward) Error Control

Setiap karakter atau frame memiliki informasi yang cukup untuk memperbolehkan penerima mendeteksi bila menemukan kesalahan tetapi tidak lokasi kesalahannya. Feedback error control dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Teknik yang digunakan untuk deteksi kesalahan
2. Kontrol algoritma yang telah disediakan untuk mengontrol transmisi ulang.

## METODE PENDETEKSIAN ERROR

Ada dua metode deteksi kesalahan yang sering digunakan, yaitu:

a. Echo

Metode sederhana dengan sistem interaktif. Operator memasukkan data melalui sebuah terminal dan mengirimkan ke komputer lain, setelah itu komputer akan menampilkan data yang dikirim kembali ke terminal sehingga operator dapat memeriksa apakah data yang dikirimkan benar atau tidak.

b. Error otomatis

Metode dengan tambahan bit pariti (pariti ganjil atau pariti genap). Ada beberapa metode yang bisa digunakan dalam pendeteksian error, antara lain:

1. Vertical redundancy checking
2. Longitudinal redundancy checking
3. Cyclic redundancy checking

## VERTICAL REDUNDANCY CHECKING

Metode ini lebih umum disebut dengan parity checking karena menggunakan sistem pengecekan paritas dan merupakan sistem untuk mencari kesalahan data yang paling sederhana. Dalam satu byte terdapat satu bit pariti. Bit ini nilainya tergantung kepada ganjil atau genapnya jumlah bit satu dalam satu byte. Pengecekan parity terbagi menjadi dua yaitu:

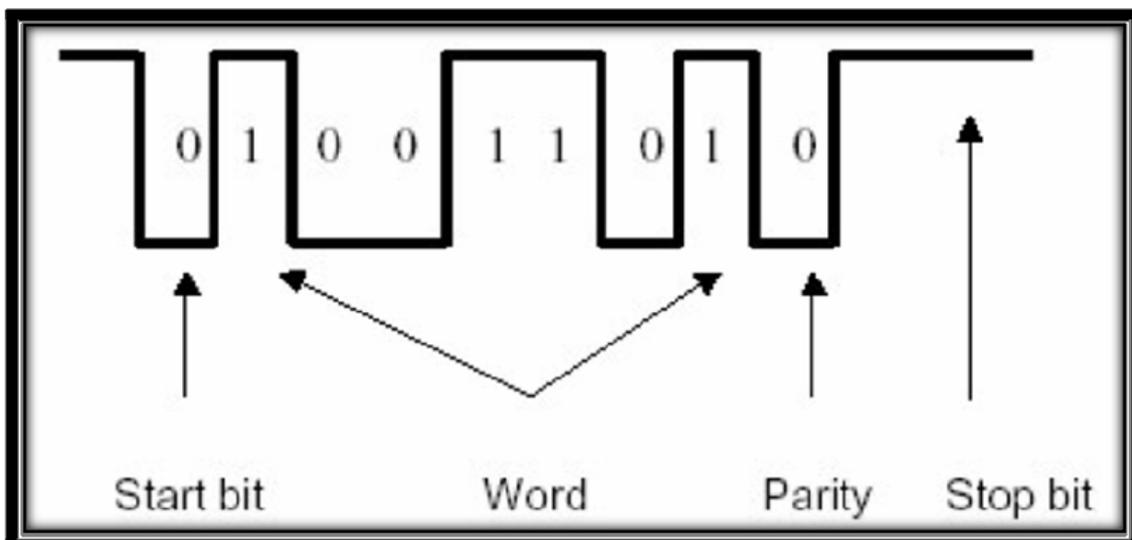
- a. Odd parity (pariti ganjil)

Jumlah bit satu dalam satu byte data harus berjumlah ganjil.

- b. Even parity (pariti genap)

Jumlah bit satu dalam satu byte data harus berjumlah genap.

Sebenarnya hampir semua sistem komputer mampu menjalankan metode ini, jadi jika di dalam saluran transmisi terjadi suatu gangguan maka jumlah bit yang diterima akan menjadi tidak sesuai. Tetapi metode ini punya kelemahan terutama jika jumlah bit yang rusak jumlahnya genap, maka kerusakan ini menjadi tidak terdefinisi (tergantung dari jenis pengecekannya). Karakter yang mengandung kesalahan 2 atau 5 bit bila hanya dilihat dari sisi genap atau ganjilnya jumlah bit satunya saja maka kesalahannya tidak akan terlihat.



Gambar 5.8 Karakter 'M' dengan parity genap

Sebagai contoh pada pengiriman teks CAT maka pendeteksian errornya sebagai berikut:

Tabel 5.1 Pengecekan error dengan VRC dan HRC

Data	C	A	T	HRC
b0	1	1	0	0
b1	1	0	0	1
b2	0	0	1	1
b3	0	0	0	0
b4	0	0	1	1
b5	0	0	0	0
b6	1	1	1	1
VRC	0	1	0	1

Penjelasan:

- Ubah teks CAT menjadi kode ASCII (dalam biner).
- Setelah itu buat tabel seperti pada tabel 5.1.
- VRC melakukan pemeriksaan dengan parity ganjil, sedangkan HRC melakukan pemeriksaan dengan parity genap.
- Pada titik pertemuan antara HRC dan VRC ada satu bit yang disebut BCC.
- Setelah melakukan pengecekan pariti maka bagi HRC menjadi 2 bagian ( masing- masing 4 bit) setelah itu ubah 4 digit tersebut menjadi bilangan hexadesimal. Setelah itu susunlah dua digit tersebut dari arah bawah ke atas. Itulah yang akan menjadi **HRC Value**. HRC value harus mengandung satu digit bilangan ganjil dan satu digit bilangan genap (urutan tidak dipermasalahkan). Kalau tidak memenuhi persyaratan tadi, maka data dianggap error.

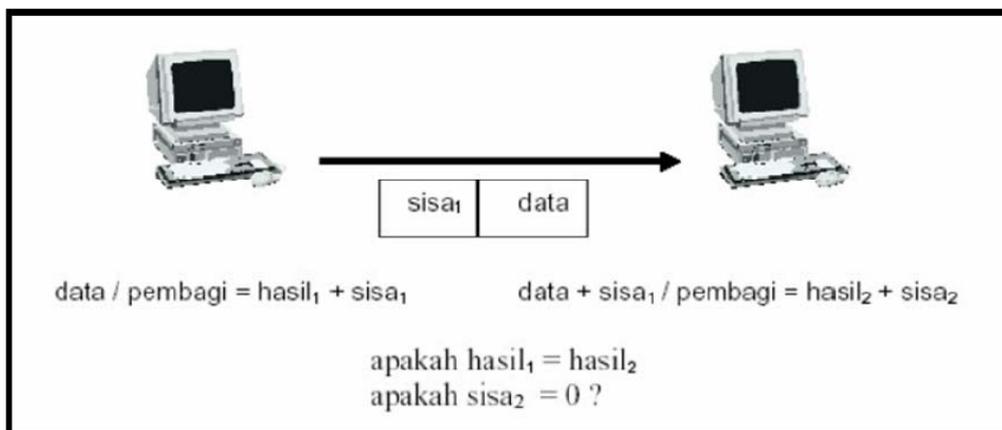
## LONGITUDINAL REDUNDANCY CHECKING

Metode ini sebenarnya digunakan untuk memperbaiki kelemahan yang ada pada VRC. Pada metode LRC ini, data dikirimkan per blok (frame) berisi 8 byte dan setiap frame terdapat satu bit pariti. Fungsi dari bit pariti tersebut adalah sebagai kontrol kesalahan seperti pada parity checking.

Walaupun masih memiliki beberapa kelemahan namun sistem LRC lebih baik dari VRC sebab apabila terjadi kesalahan yang tidak terlihat oleh parity bit maka akan diketahui oleh pariti byte. Dalam pentransmisi data, LRC membutuhkan banyak tambahan bit pada setiap data yang dikirim, misalkan untuk mengirimkan 7 karakter (49 bit) maka diperlukan bit tambahan sebanyak 15 bit sehingga metode LRC ini tidak banyak dipakai walupun bermanfaat.

## CYCLICK REDUNDANCY CHECKING

Sistem ini banyak dipakai dalam komunikasi data karena prosesnya cukup sederhana dan tidak membutuhkan banyak tambahan bit sebagai bit pariti. Pada sistem CRC data dikirimkan per frame dan setiap frame terdiri dari deretan bit panjang. Pada akhir blok ditambahkan beberapa control bit untuk menjamin kebenaran data. Control bit dibentuk oleh komputer pengirim berdasarkan perhitungan atas data yang dikirim. Setelah data sampai pada komputer penerima akan dilakukan perhitungan seperti perhitungan di sisi pengirim. Hasil perhitungan yang didapatkan dibandingkan dengan control bit, bila sama berarti data dikirim tanpa mengalami kesalahan.



Gambar 5.9 Metode CRC

Untuk bisa menghitung dengan metode CRC ada baiknya mengetahui terlebih dahulu tentang operasi XOR. Adapun tabel eksklusif XOR adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2 Tabel XOR

XOR	0	1
0	0	1
1	1	0

Beberapa istilah dalam CRC:

- a.  $T(x)$   
Data atau aliran bit.
- b.  $P(x)$   
Bit konstanta berpola polynomial (contoh:110011).
- c. CRC  
 $= P(x) / T(x)_{\text{Bit } 0} P(x) \setminus$
- d.  $T^1(x)$   
 $= T(x)_{\text{CRC}}$
- e.  $CRC_1$   
 $= P(x) / T^1(x) \setminus$ . Apabila nilai  $CRC_1$  menghasilkan 0 maka data yang dikirim bebas error.

Sebagai contoh dilakukan suatu pengiriman pesan sebagai berikut:

$T(x) : 10110111$

$P(x) : 110011$  (5 bit)  $\rightarrow$  1 1 0 0 1 1  
 $2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0$  tertinggi adalah  $2^5$

CRC:

$110011 / 1011011100000 \setminus \rightarrow$  bit data + bit 0 sebanyak pangkat 2 tertinggi

```

110011
-----
111101
110011
-----
111010
110011
-----
100100
110011
-----
101110
110011
-----
111010
110011
-----
1001
    
```

1001  $\rightarrow$  karena jumlahnya harus sama dengan pangkat 2 Tertinggi maka tambahkan 1 digit 0 di awal (01001).

$T^1(x) = 1011011101001$

CRC<sup>1</sup> :

$$\begin{array}{r}
 11011 \ / \ 1011011101001 \ \backslash \\
 \underline{110011} \\
 111101 \\
 \underline{110011} \\
 111010 \\
 \underline{110011} \\
 100110 \\
 \underline{110011} \\
 101010 \\
 \underline{110011} \\
 110011 \\
 \underline{110011} \\
 110011
 \end{array}$$

0 → karena CRC<sup>1</sup> 0 maka data bebas error.

## KOREKSI KESALAHAN

Bila dijumpai kesalahan pada data yang telah diterima, maka perlu adanya error recovery atau pengkoreksian kesalahan agar jangan sampai kesalahan ini menyebabkan dampak yang besar bagi pengiriman datanya. Metode yang digunakan antara lain:

a. Substitusi simbol

Bila ada data yang rusak maka komputer penerima mengganti bagian tersebut dengan karakter lain, seperti karakter SUB yang nerupa tanda tanya terbalik. Jika pemakai menjumpai karakter ini (pada program pengolah kata), maka berarti data yang diterima mengalami kerusakan, selanjutnya perbaiki dilakukan sendiri.

b. Mengirim data koreksi

Data yang dikirimkan harus ditambah dengan kode tertentu dan data duplikat. Bila penerima menjumpai kesalahan pada data yang diterima maka perbaiki dilakukan dengan mengganti bagian yang rusak dengan data duplikat. Cara ini jarang digunakan.

c. Kirim ulang

Cara ini merupakan cara yang paling sederhana, yaitu apabila komputer penerima menemukan kesalahan pada data yang diterima maka selanjutnya meminta komputer pengirim untuk mengulang pengiriman data.

## FORWARD ERROR CORRECTION

Salah satu cara untuk mengoreksi kesalahan adalah dengan menggunakan metode forward error correction. Ada beberapa notasi yang harus terlebih dahulu dipahami, yaitu:

- m : Jumlah bit sample.
- n : Jumlah bit hamming.
- Bit sample :  $\frac{1}{2} * \text{jumlah bit data}$ .
- Bit hamming :  $2^n > m+n+1$ .

Adapun langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Contoh karakter yang akan dikoreksi adalah CAT. Ubah karakter CAT menjadi biner kode ASCII dan tambahkan pariti ganjil (letakkan terbalik dari bit pariti sampai bit pertama).

Tabel 5.3 Karakter CAT

bit	Pariti	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
C	0	1	0	0	0	0	1	1
A	1	1	0	0	0	0	0	1
T	0	1	0	1	0	0	0	1

- Gabungkan seluruh bit dalam satu deret. Setelah itu hitung jumlah bit dari keseluruhan karakter. Untuk karakter CAT jumlah bitnya adalah 24 bit.
- Hitung m dengan rumus yang disediakan:

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{1}{2} * \text{jumlah bit data} \\
 &= \frac{1}{2} * 24 \\
 &= 12 \text{ bit.}
 \end{aligned}$$

Maka bit samplanya adalah 12 bit pertama dari karakter CAT yaitu **010000111100**.

- Hitung n dengan rumus yang disediakan dimulai dari n=1:
  - $2^n > m + n + 1$   
 $2^1 > 12 + 1 + 1$  (n tidak terpenuhi. Lanjutkan ke n=2)
  - $2^n > m + n + 1$   
 $2^2 > 12 + 2 + 1$  (n tidak terpenuhi. Lanjutkan ke n=3)
  - $2^n > m + n + 1$   
 $2^3 > 12 + 3 + 1$  (n tidak terpenuhi. Lanjutkan ke n=4)
  - $2^n > m + n + 1$   
 $2^4 > 12 + 4 + 1$  (n tidak terpenuhi. Lanjutkan ke n=5)
  - $2^n > m + n + 1$

$$2^5 > 12 + 5 + 1 \text{ (n terpenuhi. Maka } n=5\text{).}$$

Kesimpulan :

1.  $n=5 \rightarrow$  bit hamming berjumlah 5 bit (h5 h4 h3 h2 h1).
  2.  $m + n = 17$  bit.
- e. Gabungkan bit sample dengan bit hamming secara acak (khusus bit sample).  
Sebagai contoh lihat tabel di bawah ini:

Tabel 5.4 Gabungan bit sample dengan bit hamming

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	1	h5	0	h4	0	0	h3	0	1	h2	1	1	h1	1	0	0

- f. Setelah itu hitung bit hamming. Tentukan letak bit 1 pada deret tersebut. Pada deret di atas, letak bit 1 ada pada posisi ke 3, 5, 6, 8, 16. Ubah posisi tersebut menjadi biner 5 bit lalu kenakan operasi XOR terhadap posisi tersebut. Sebagai contoh lihat perhitungan di bawah ini:

Tabel 5.5 Perhitungan XOR posisi bit '1'

Posisi bit '1'	Biner 5 bit				
3	0	0	0	1	1
5	0	0	1	0	1
XOR	0	0	1	1	0
6	0	0	1	1	0
XOR	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0
XOR	0	1	0	0	0
16	1	0	0	0	0
XOR	1	1	1	0	0
Bit Hamming	h5	h4	h3	h2	h1

- g. Setelah bit hamming diketahui, maka terbentuklah data kirim. Data kirim adalah bit sample digabungkan dengan bit hamming. Jadi data kirim dari contoh kasus ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.6 Data kirim

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0

- h. Langkah terakhir adalah tentukan lagi letak bit '1' pada deret di atas kecuali untuk bit hamming tidak perlu dihitung. Lalu ubah posisi tersebut menjadi 5 bit biner lalu kenakan operasi XOR. Untuk permulaanya lakukan operasi XOR terhadap bit hamming dengan posisi yang pertama kali dijumpai.

Tabel 5.7 Perhitungan XOR posisi bit '1' setelah ditambah bit hamming

Posisi bit '1'	Biner 5 bit				
<b>Bit hamming</b>	1	1	0	0	0
<b>3</b>	0	0	0	1	1
<b>XOR</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	0	0	1	0	1
<b>XOR</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>6</b>	0	0	1	1	0
<b>XOR</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>8</b>	0	1	0	0	0
<b>XOR</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>16</b>	1	0	0	0	0
<b>XOR</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Hasil Akhir</b>	<b>0</b>				

- i. Jika hasil akhir sama dengan 0 maka tidak ada kesalahan yang terjadi dan tidak perlu adanya koreksi terhadap data yang dikirim atau diterima. Sedangkan apabila hasil akhir tidak sama dengan 0 maka terjadi kesalahan dan perlu adanya koreksi kesalahan. Karena menggunakan koreksi kesalahan dengan metode forward error correction maka penerima data bisa membetulkan kesalahannya sendiri karena sudah mengetahui letak kesalahan kalau menghitung manual seperti ini memang tidak akan terlihat letaknya, akan tetapi peralatan komunikasi data di sisi penerima akan bisa mendeteksi dan mengoreksi kesalahannya melalui bit hamming).



## PENGERTIAN OSI

OSI dan Integrated Services Digital Network (ISDN) merupakan bentuk komunikasi internasional. OSI diperkenalkan oleh International Standards Organization (ISO). Tujuannya adalah supaya setiap komputer atau terminal yang dihubungkan ke jaringan dapat berkomunikasi dengan komputer atau terminal lain yang dihubungkan menggunakan jaringan yang sama maupun berbeda. Oleh karena itu OSI juga sering disebut sebagai sistem terbuka (Open System).

## ORGANISASI PEMBAKUAN KOMUNIKASI

Ada beberapa organisasi yang bertugas untuk menentukan pembakuan terhadap berbagai hal. Organisasi itu antara lain:

- a. EIA (Electronic Industries Association)
- b. CCITT (Comite Consultative Internationale de Telegraphique et Telephonique)
- c. ISO (International Standards Organization)
- d. ANSI (American National Standards Institute)
- e. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

## PROTOKOL

Protokol adalah prosedur dan peraturan-peraturan yang mengatur operasi dari peralatan komunikasi data. Fungsi dari protokol antara lain:

- a. Membuat hubungan/komunikasi antara pengirim dan penerima
- b. Menyalurkan informasi dengan kehandalan yang tinggi.

Protokol dirancang dan dikembangkan oleh suatu pabrik sehingga akan sulit berhubungan apabila pabrik pembuatnya berlainan.

## OSI

OSI menggunakan layer (lapisan) untuk menentukan berbagai macam fungsi dan sistem operasi. OSI mendefinisikan sistem sebagai himpunan dari:

- a. Satu atau lebih komputer beserta perangkat lunaknya
- b. Terminal
- c. Operator
- d. Proses
- e. Alat penyalur informasi lainnya.

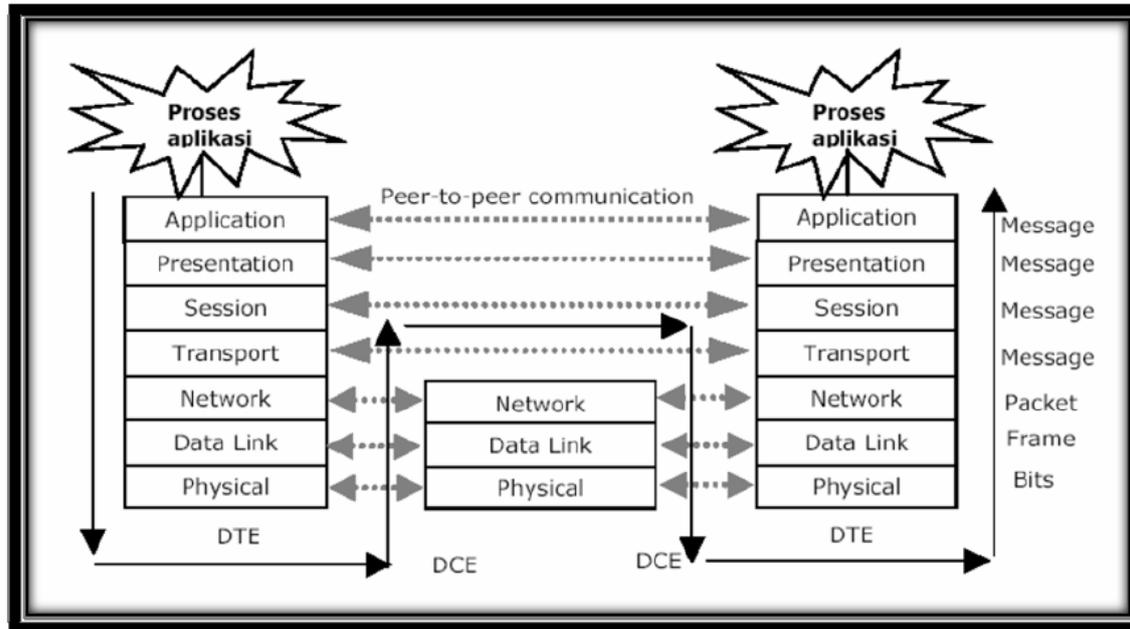
Model ini juga dapat menentukan sifat-sifat eksternal sistem, misalnya protokol komunikasi karena hal inilah yang memungkinkan disambungkannya peralatan-peralatan dari perusahaan/pabrik yang berbeda.

Model OSI menentukan bahwa fungsi-fungsi pada setiap stasiun harus dijalankan sebelum suatu pesan dikirimkan atau diterima. Ketika menggunakan model OSI, pergerakan pesan akan dipandang dari dua sisi yaitu dari sisi pengirim dan sisi penerima. Pada sisi pengirim, pesan akan bergerak dari atas ke bawah dan setiap lapisan akan menambahkan semacam header (pengenal) ke pesan tersebut. Sedangkan dari sisi penerima, pesan akan bergerak dari lapisan yang paling bawah ke lapisan yang paling atas dan setiap lapisannya akan membuka header yang diberikan di sisi pengirim.

Adapun layer/lapisan dalam model OSI adalah sebagai berikut:



Gambar 6.1 Model OSI



Gambar 6.2 Arah pengiriman pesan pada model OSI

Keuntungan yang didapat jika menggunakan model OSI antara lain:

- Mengurangi kekompleksitasan
- Dapat digunakan sebagai antarmuka yang terstandarisasi
- Mempunyai fasilitas teknik modular
- Mempercepat perubahan bentuk
- Menyederhanakan dalam mempelajarinya.

Tiap layer dalam model OSI berdiri sendiri tapi fungsinya bergantung pada keberhasilan operasi layer lainnya. Sebuah layer pada pengirim hanya perlu berhubungan dengan layer yang sama di penerima selain dengan satu layer di atas atau di bawahnya. Tiap layer bertugas untuk memberi layanan tertentu pada lapisan di atasnya dan juga melindungi layer di atasnya dari rincian cara memberikan layanan tersebut.

Himpunan layer dan protokol disebut dengan arsitektur jaringan. Empat layer pertama memberikan transfer service karena pada layer ini, pesan disalurkan atau dialihkan dari sumber ke tujuannya, sehingga mereka merupakan antarmuka antara terminal dan jaringan yang dipakai bersama. Keempat layer ini juga dikenal sebagai network oriented layer dan berfungsi membentuk sambungan antara dua sistem yang hendak berkomunikasi melalui jaringan yang ada, mengendalikan proses penyampaian informasi melalui sambungan tanpa kesalahan. Tiga layer di atasnya dikenal sebagai user atau application oriented layer yang umumnya berkaitan

dengan sambungan antar perangkat lunak dan pemberian akses untuk mendapatkan data yang ada pada jaringan.

Table 6.1 Model OSI beserta fungsi umum dan contohnya

<b>Nama Layer</b>	<b>Fungsi Umum</b>	<b>Contoh</b>
Aplikasi (layer 7)	Aplikasi yang saling berkomunikasi antar komputer. Aplikasi layer mengacu pada pelayanan komunikasi pada suatu aplikasi	Telnet, HTTP, FTP, WWW Browser, NFS, SMTP, SNMP
Presentasi (layer 6)	Pada layer bertujuan untuk mendefinisikan format data, seperti ASCII text, binary dan JPEG.	JPEG, ASCII, TIFF, GIF, MPEG, MIDI
Sesi (layer 5)	Sesi layer mendefinisikan bagaimana memulai, mengontrol dan mengakhiri suatu percakapan (biasa disebut session)	RPC, SQL, NFS, SCP
Transport (layer 4)	Pada layer 4 ini bisa dipilih apakah menggunakan protokol yang mendukung error-recovery atau tidak. Melakukan multiplexing terhadap data yang datang, mengurutkan data yang datang apabila datangnya tidak berurutan.	TCP, UDP, SPX
Network (layer 3)	Layer ini mendefinisikan pengiriman data dari ujung ke ujung. Untuk melakukan pengiriman pada layer ini juga melakukan pengalamatan. Mendefinisikan pengiriman jalur (routing).	IP, IPX, AppleTalk DDP
Data Link (layer 2)	Layer ini mengatur pengiriman data dari interface yang berbeda. Semisal pengiriman data dari ethernet 802.3 menuju ke High-level Data Link Control (HDLC), pengiriman data WAN.	IEEE 802.2/802.3, HDLC, Frame relay, PPP, FDDI, ATM
Physical (layer 1)	Layer ini mengatur tentang bentuk interface yang berbeda-beda dari sebuah media transmisi. Spesifikasi yang berbeda misal konektor, pin, penggunaan pin, arus listrik yang lewat, encoding, sumber cahaya dll	EIA/TIA-232, V35, EIA/TIA-449, V.24, RJ45, Ethernet, NRZI, NRZ, B8ZS

## FUNGSI LAPISAN PADA MODEL OSI

Sekarang akan dibahas tentang fungsi layer pada model OSI secara satu-persatu.

a. Physical layer

Layer ini mendefinisikan karakteristik mekanik, elektrik, fungsional, dan prosedural untuk mengaktifkan, mempertahankan/memelihara, serta memutuskan koneksi untuk mentransmisikan deretan bit melalui saluran fisik.

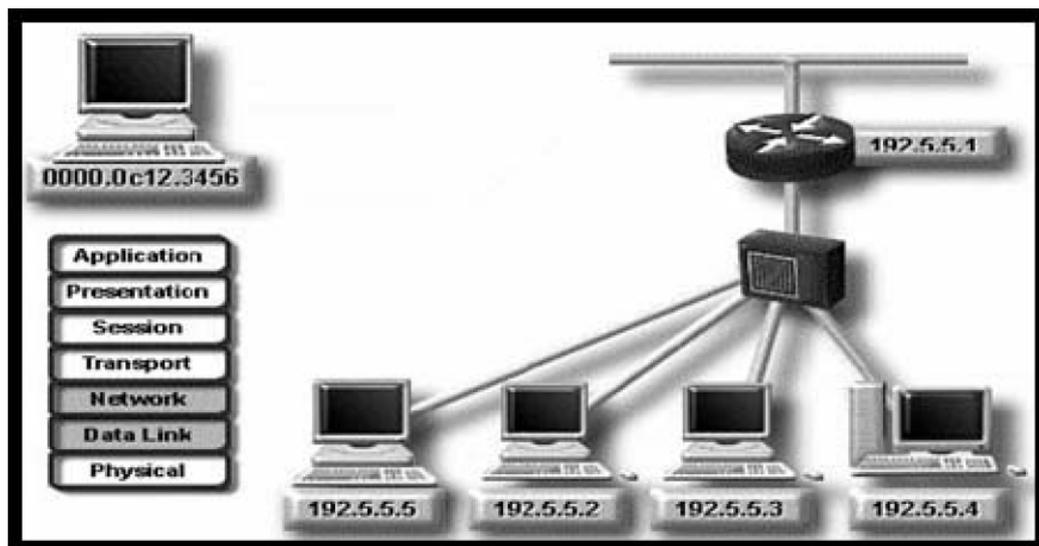
b. Data link layer

Fungsi yang diberikan pada layer data link antara lain:

1. Arbitration (pemilihan media fisik)
2. Addressing (pengalamatn fisik)
3. Error Detection
4. Menentukan pola header pada suatu data
5. Mewujudkan suatu transfer data yang handal melalui saluran fisik
6. Memetakan unit data yang berasal dari layer network menjadi frame data yang dapat ditransmisikan.

c. Network layer

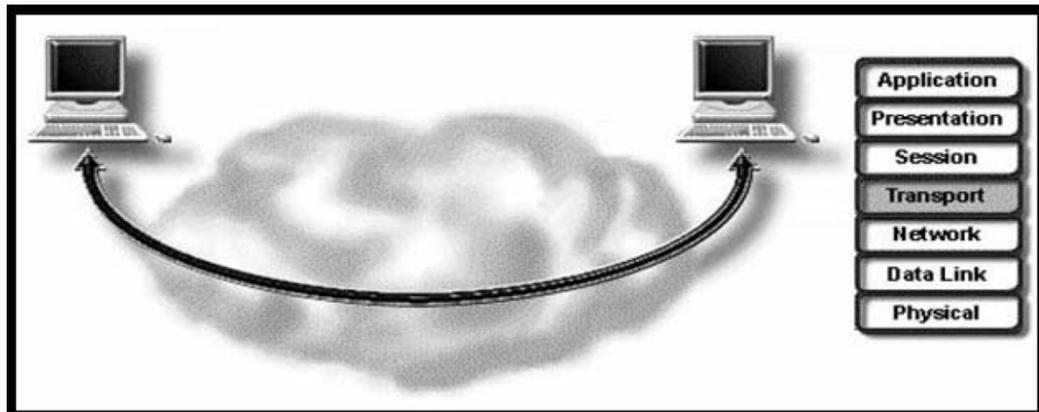
Fungsi utama dari layer network adalah pengalamatan dan routing. Pengalamatan pada layer ini bersifat logical. Network layer menentukan alamat host dan alamat lingkungan tempat host berada. Alamat host dikenal juga sebagai alamat hardware.



Gambar 6.3 Contoh pengalamatan IP

d. Transport layer

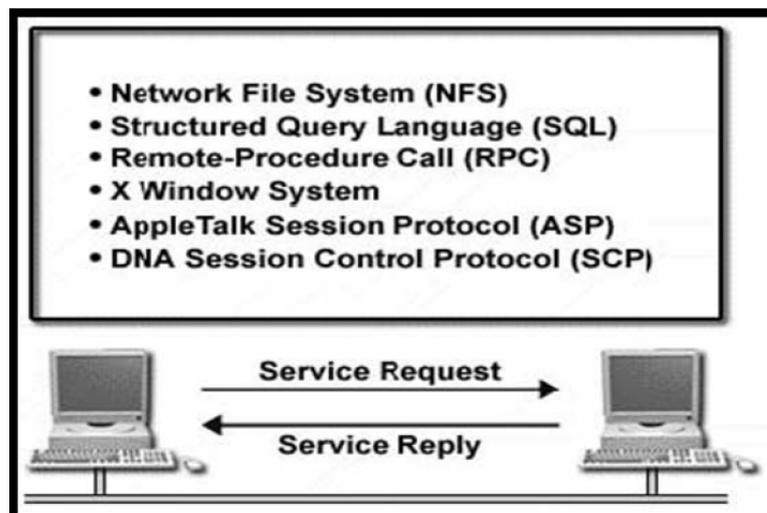
Layer transport melaksanakan pengendalian end-to-end (station-to-station) terhadap data yang ditransmisikan serta melakukan optimasi terhadap penggunaan sumber daya jaringan. Pada layer ini bisa dipilih apakah menggunakan protokol yang mendukung error recovery atau tidak. Layer transport ini juga melakukan multiplexing terhadap data yang datang, mengurutkan data yang datang apabila datangnya tidak berurutan.



Gambar 6.4 Gambaran transport layer

e. Session layer

Session adalah suatu koneksi antara dua stasiun yang memungkinkan mereka berkomunikasi. Misalnya untuk melaksanakan proses transfer file dengan setiap stasiun. Suatu prosesor utama melakukan beberapa session yang berlangsung secara bersamaan dengan terminal-terminal remote yang terhubung dengannya. Layer ini juga mendefinisikan bagaimana memulai, mengontrol, dan mengakhiri suatu percakapan. Contoh: NFS, SQL, RPC, ASP, SCP.

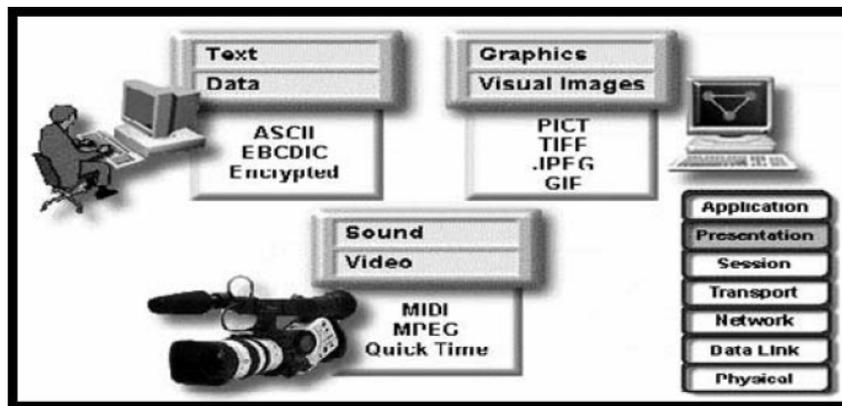


Gambar 6.5 Gambaran Session Layer

f. Presentation layer

Layer ini bertugas memberikan informasi cara mengatasi perbedaan sintaks kepada entitas aplikasi-aplikasi yang sedang berkomunikasi. Untuk melakukan fungsi ini, layer presentation melakukan proses transformasi data (kompresi dan enkripsi), pembentukan (format) data, serta pemilihan sintaks. Layer ini juga mengurus format data yang dapat dipahami oleh berbagai macam media dan mengkonversi format data sehingga layer berikutnya dapat memahami format yang diperlukan untuk komunikasi. Contoh format data yang didukung oleh layer presentation antara lain:

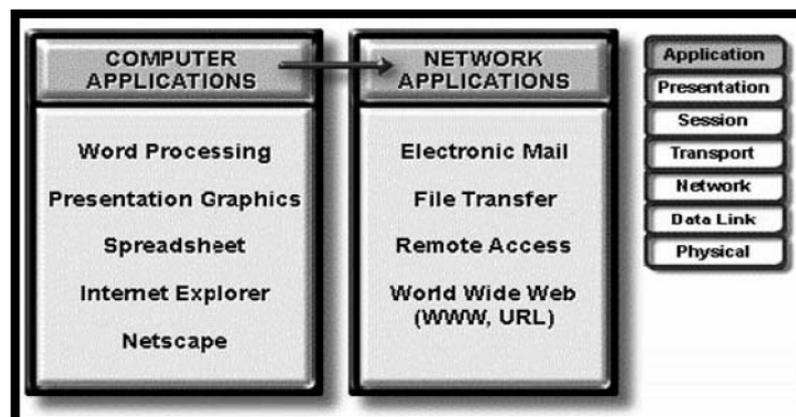
1. Teks
2. Data
3. Graphic.



Gambar 6.6 Gambaran presentation layer

g. Application layer

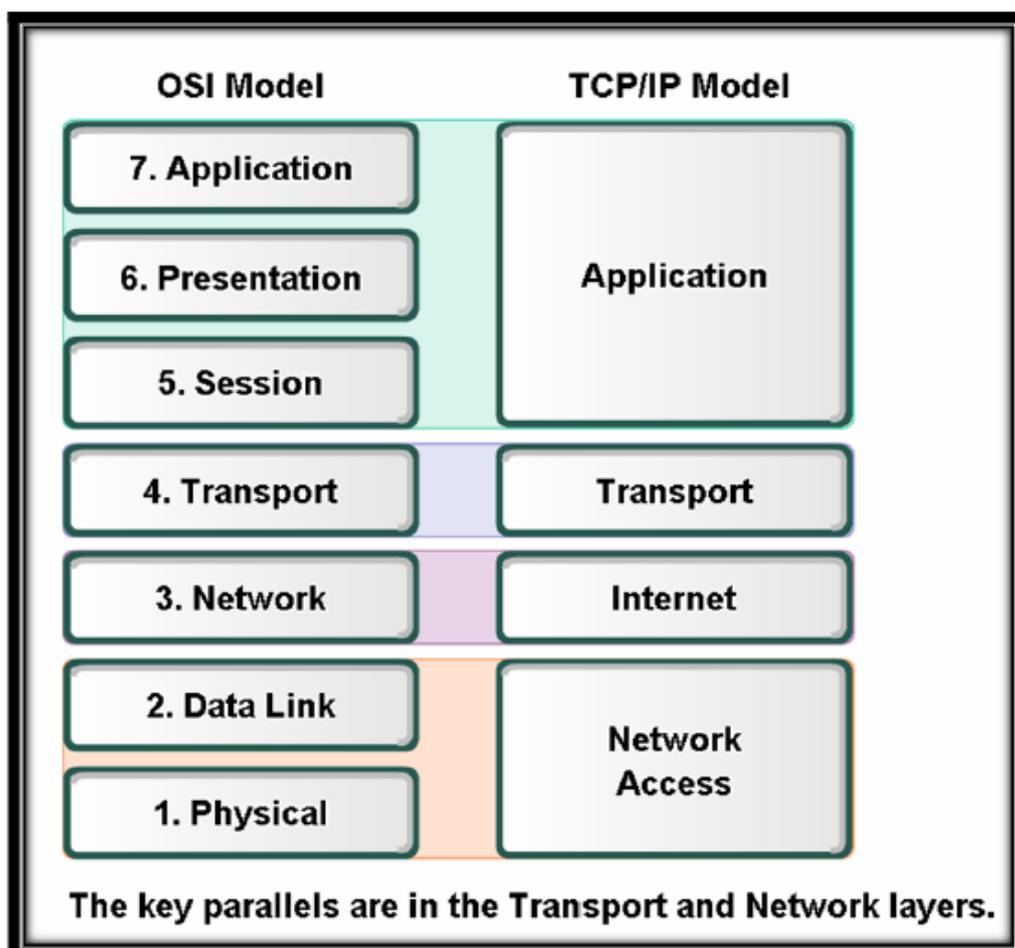
Layer ini berurusan dengan program komputer yang digunakan oleh pengguna. Program komputer yang berhubungan dengan model OSI hanya program yang melakukan akses jaringan, tetapi apabila tidak maka program tersebut tidak berhubungan dengan OSI.



Gambar 6.7 Gambaran application layer

## PERBANDINGAN OSI DENGAN TCP/IP

Ada satu lagi protokol yang sering digunakan selain model OSI yaitu protokol TCP/IP. Secara fungsional, kedua protokol ini memiliki fungsi yang hampir sama. Akan tetapi dalam model TCP/IP hanya memiliki 4 layer (di beberapa buku ada 5) yang merupakan penyederhanaan dari layer-layer yang ada di model OSI. Walaupun merupakan penyederhanaan, ada sedikit perkembangan fungsi yang dimiliki oleh layer-layer yang ada di model TCP/IP. Adapun gambaran perbandingan layer keduanya adalah sebagai berikut:



Gambar 6.8 Perbandingan antara OSI dan TCP/IP



## **PENGERTIAN JARINGAN KOMUNIKASI DATA**

Proses komunikasi data tidak dapat terjadi apabila tidak adanya hubungan antar peralatan komunikasi data. Untuk menghubungkan peralatan-peralatan komunikasi data dibutuhkan sebuah arsitektur yang bertugas untuk membentuk pola komunikasi antar peralatan komunikasi data. Pola hubungan tersebut adalah jaringan komunikasi data. Jaringan komunikasi data merupakan implementasi praktis yang berkaitan dengan komunikasi antar perangkat komputer.

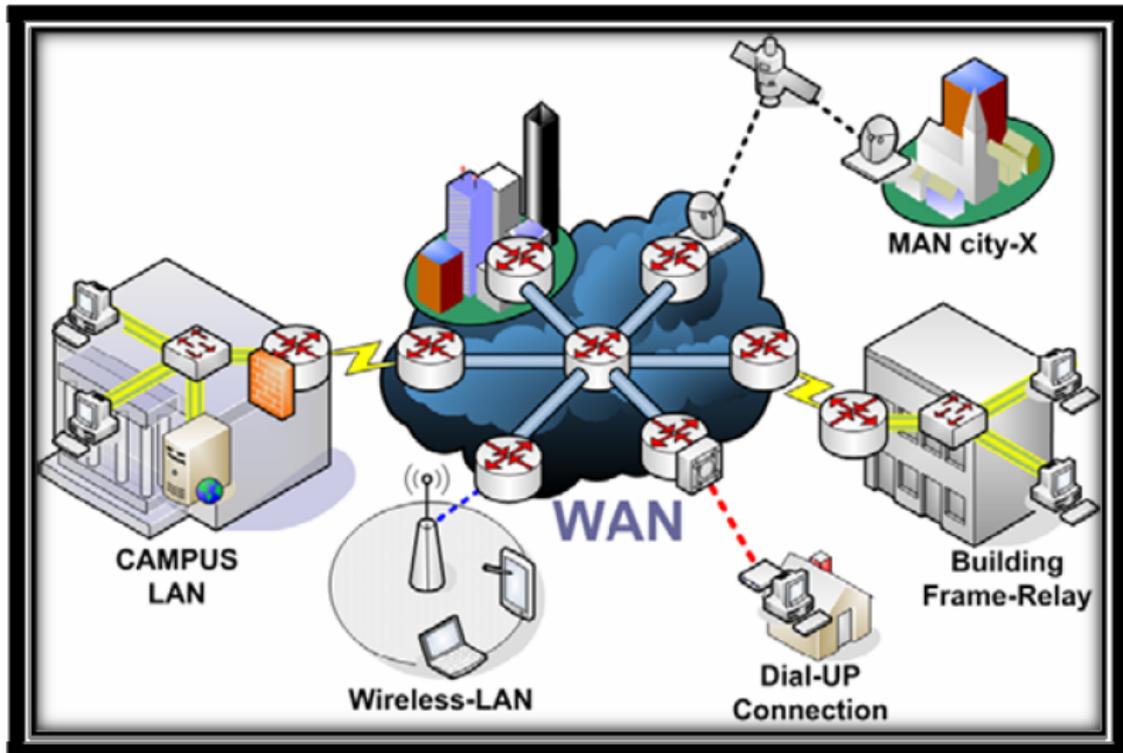
## **KOMPONEN JARINGAN KOMUNIKASI DATA**

Komponen-komponen yang harus ada dalam sebuah jaringan komunikasi data antara lain:

- a. Host (simpul)
  1. Main Host atau host utama dapat diartikan sebagai komputer utama (main processor).
  2. Host Lokal (localhost) dapat diartika sebuah akses komputer tanpa jaringan.
  3. Host Remote dapat diartikan sebagai akses komputer dengan jaringan.
- b. Link (saluran)

Link digunakan untuk menghubungkan antar host.
- c. Software

Software digunakan untuk mengatur jalannya transmisi, pemakaian sumber daya, dan mengelola hubungan. Tanpa adanya software, hubungan yang terjadi hanya secara fisik.



Gambar 7.1 Komponen jaringan

## ALASAN JARINGAN DIBENTUK

Ada beberapa alasan kenapa sebuah jaringan komunikasi data harus dibentuk, yaitu:

- a. Sharing sumber daya secara bersamaan  
Contoh: pemakaian line printer, hard disk, dan database.
- b. Menambah manfaat dan memaksimalkan computer  
Dapat saling berkomunikasi dan tukar-menukar data.
- c. Berbagai jenis komputer dapat berkomunikasi  
Penggunaan komputer tidak harus dari satu vendor yang sama.
- d. Pengembangan komputer lebih mudah dan fleksibel  
Jaringan tidak perlu disentralisasi (dipusatkan) di satu tempat.
- e. Distributed processing  
Suatu proses tidak bergantung pada satu sistem.
- f. Integrasi sistem aplikasi  
Data dari satu bagian dapat digunakan oleh bagian yang lain.

## WILAYAH PENYIMPANAN JARINGAN

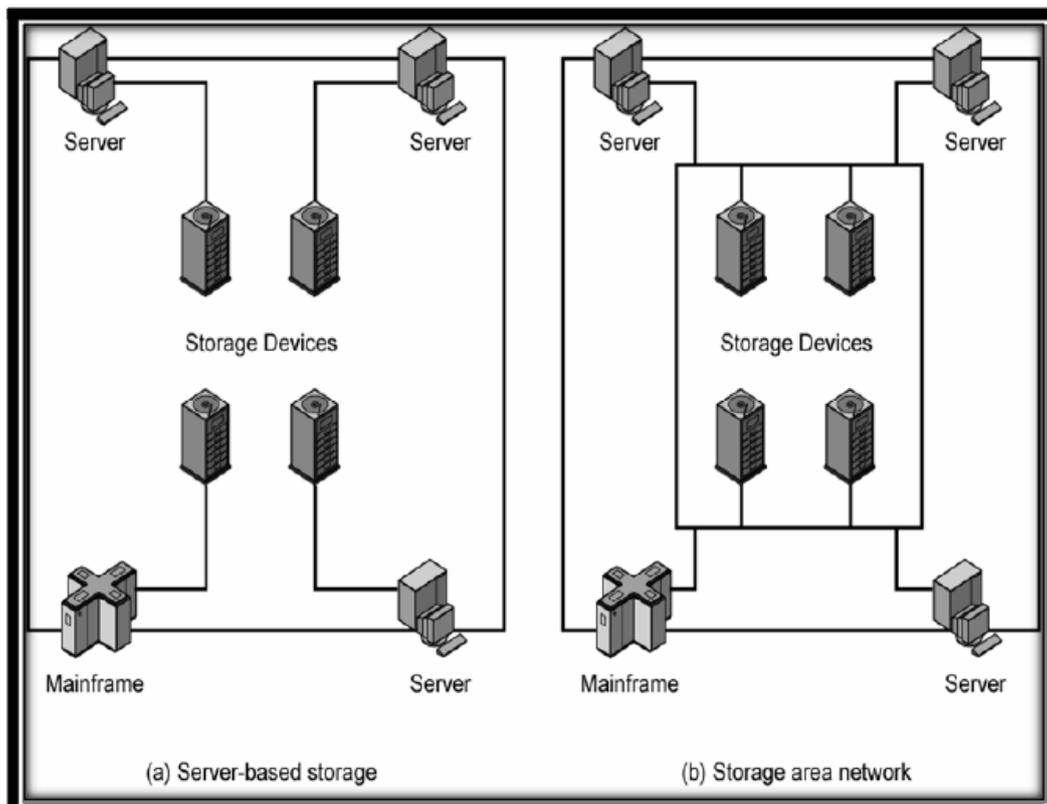
Berdasarkan wilayah penyimpanan, jaringan komunikasi data terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Server-based storage

Masing-masing server mempunyai storage masing-masing (media penyimpanan data).

b. Storage Area Network

Media penyimpanan data untuk server dialokasikan untuk semua server. Media penyimpanan server yang satu akan dihubungkan dengan media penyimpanan server yang lain.



Gambar 7.2 Wilayah penyimpanan jaringan

## KRITERIA JARINGAN

Ada beberapa kriteria yang mempengaruhi suatu jaringan komunikasi data, antara lain:

a. Cara penyambungan

1. Switched

Hubungan terbentuk saat ada transmisi informasi.

2. Non-Switched

Hubungan transmisi selalu tetap (terjadi walaupun tidak ada transmisi data).

b. Topologi Jaringan

Bentuk fisik yang dimiliki oleh suatu jaringan. Di sini juga diatur bagaimana suatu host dihubungkan dalam suatu jaringan. Ada beberapa topologi yang digunakan antara lain:

1. Titik ke titik

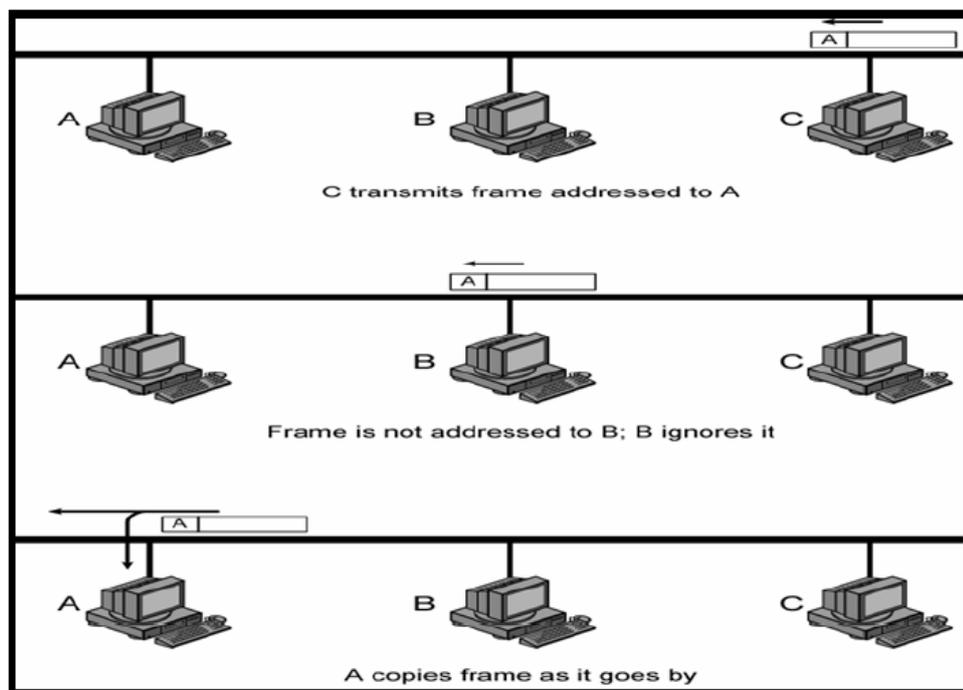
Topologi yang paling sederhana. Kedua host dihubungkan secara setingkat.

2. Multi Drop

Sebuah host memulai dan mengendalikan jaringan (host pengatur → primary station, simpul lain → secondary station). Primary station secara berkala mengecek secondary station. Keuntungannya adalah hemat hardware. Tetapi kelemahannya adalah lambatnya komunikasi dan topologi ini bergantung pada primary station.

3. Bus

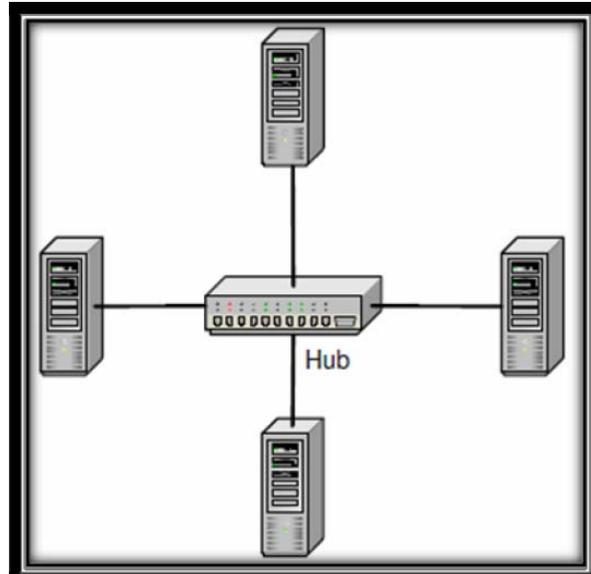
- a) Mirip multidrop.
- b) Semua simpul berkedudukan sama.
- c) Jaringan tidak bergantung pada primary station.



Gambar 7.3 Transmisi frame di topologi bus

4. Star

- a) Kontrol dipusatkan.
- b) Semua link harus melalui pusat.
- c) Gabungan titik ke titik dengan multidrop.



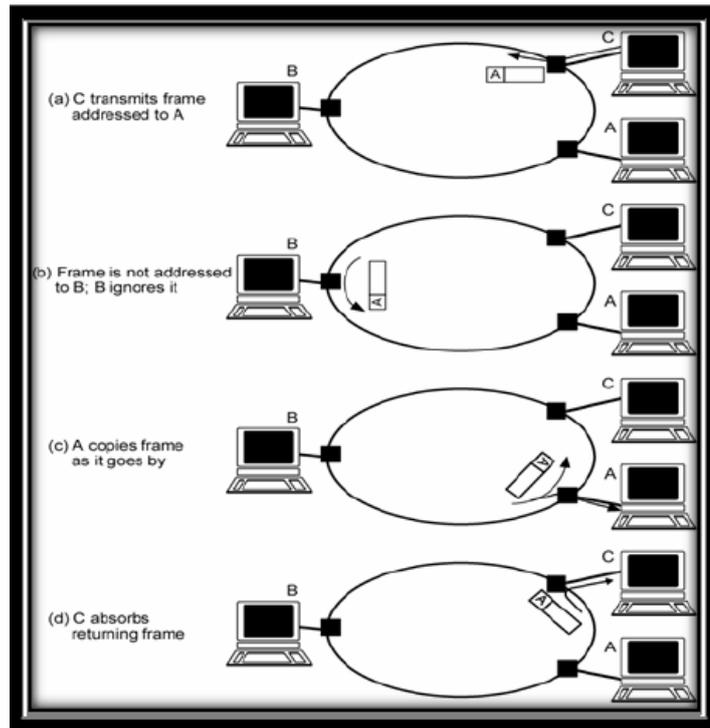
Gambar 7.4 Topologi star

5. Tree

- a) Disebut Multi Level Hierarchical.
- b) Punya tingkatan simpul.
- c) Simpul paling tinggi mengatur yang lain.
- d) Jaringan bergantung pada pusat.

6. Ring

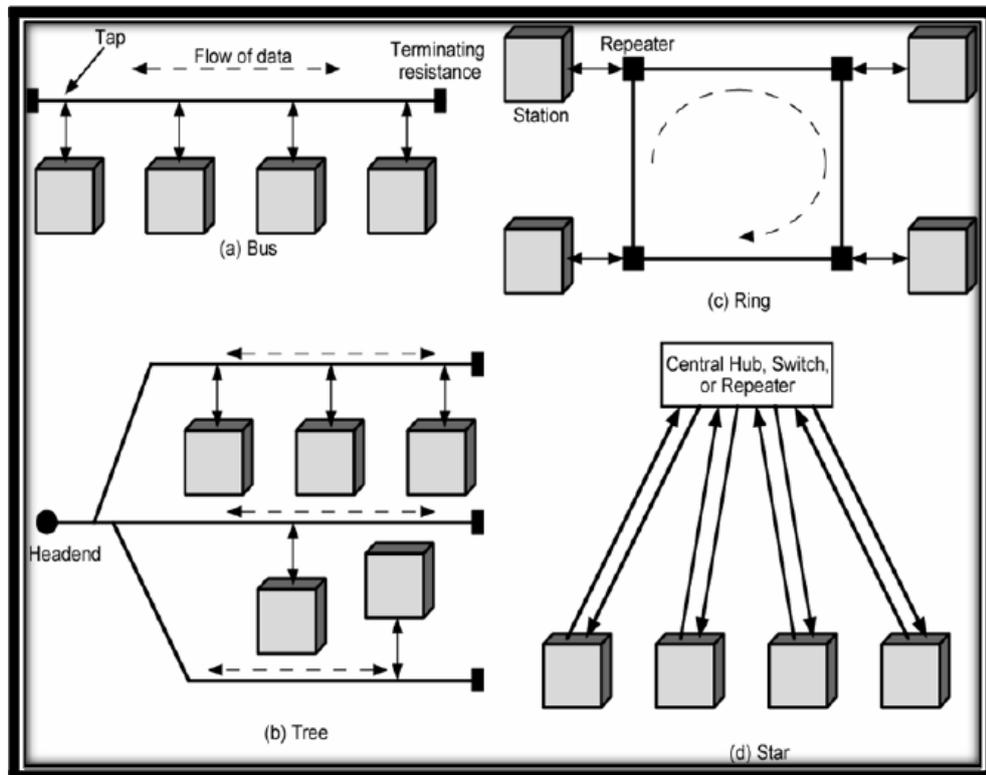
- a) Hubungan berbentuk lingkaran.
- b) Setiap simpul berkedudukan sama.



Gambar 7.5 Transmisi frame di topologi ring

7. Hybrid

Kombinasi dari teknologi yang ada dan memungkinkan.



Gambar 7.6 Contoh topologi jaringan

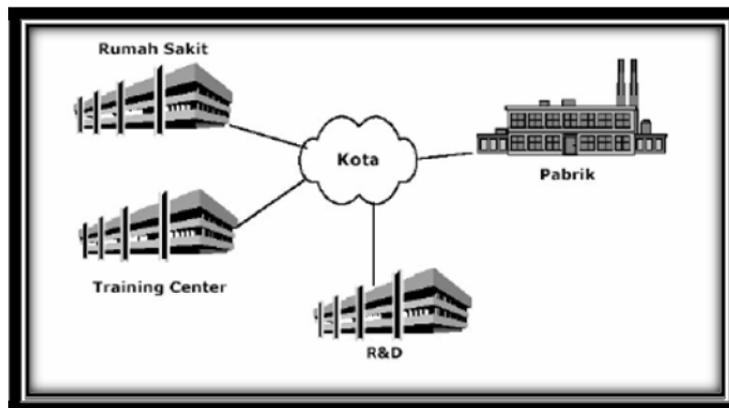
- c. Cara komunikasi
  - 1. Broadcast  
Data dikirimkan ke semua penerima.
  - 2. Titik ke titik  
Simpul yang dituju akan menerima data.
- d. Teknologi switching
  - 1. Circuit switching  
Sebelum data dikirimkan sambungan harus terjadi. Contoh: jaringan sistem telepon.
  - 2. Store and Forward  
Data dapat dikirimkan meski sambungan gagal. Informasi disimpan dan dikirimkan bila ada hubungan. Jenis dari store and forward yaitu:
    - a) Message Switching (berupa berita). Contoh: SMS.
    - b) Packet Switching (berupa paket data). Contoh: GPRS.
- e. Tipe jaringan  
Jaringan komunikasi data atau yang sering disebut jaringan komputer dapat dibedakan berdasarkan cakupan geografisnya. Ada empat kategori utama jaringan komputer, yaitu:
  - 1. LAN (Local Area Network)
  - 2. MAN (Metropolitan Area Network)
  - 3. WAN (Wide Area Network)
  - 4. GAN (Global Area Network).

## LOCAL AREA NETWORK

LAN digunakan untuk menghubungkan komputer yang berada di dalam suatu area yang kecil, misalnya di dalam suatu gedung perkantoran atau kampus. Jarak antar komputer yang dihubungkan bisa mencapai 5 sampai 10 KM. suatu LAN biasanya bekerja pada kecepatan mulai 10 Mbps sampai 100 Mbps. LAN menjadi populer karena memungkinkan banyak pengguna untuk memakai sumber daya secara bersama-sama. Contoh dari sumber daya yang dapat digunakan itu misalnya suatu mainframe, file server, printer, dan sebagainya.

## METROPOLITAN AREA NETWORK

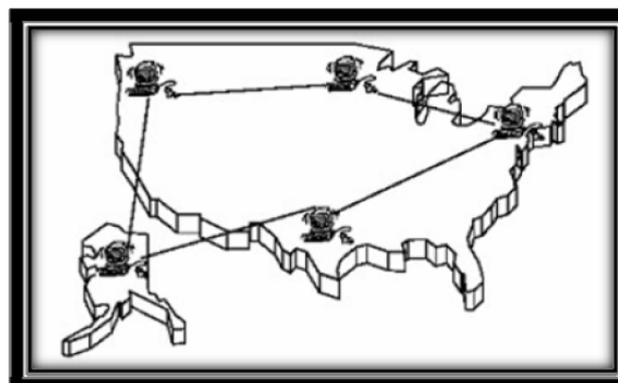
MAN merupakan suatu jaringan yang cakupannya meliputi suatu kota. MAN menghubungkan LAN-LAN yang lokasinya berjauhan. Jangkauan MAN bisa mencapai 10 KM sampai beberapa ratus KM. Suatu MAN biasanya bekerja pada kecepatan 1,5 sampai 150 Mbps.



Gambar 7.7 Ilustrasi MAN

## WIDE AREA NETWORK

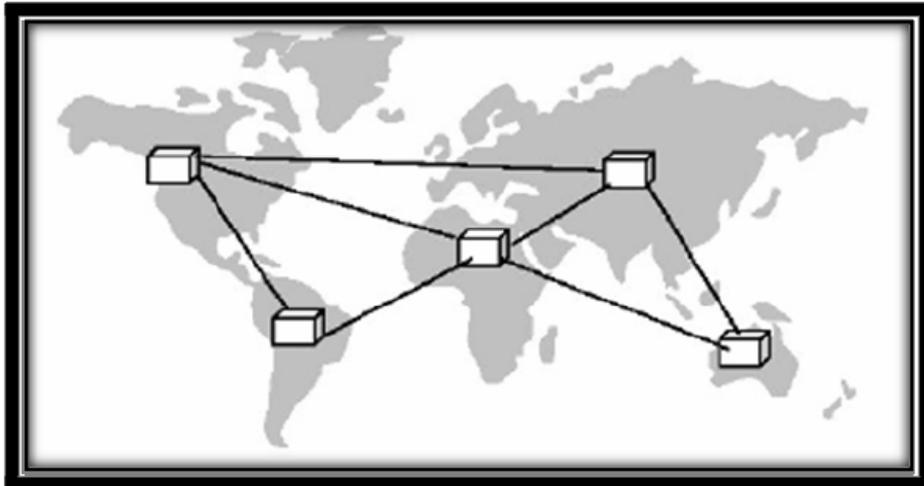
WAN dirancang untuk menghubungkan komputer-komputer yang terletak pada suatu cakupan geografis yang luas, seperti hubungan dari satu kota ke kota lain di dalam suatu negara. Cakupan WAN bisa meliputi 100 KM sampai 1.000 KM, dan kecepatan antar kota bisa bervariasi antara 1,5 Mbps sampai 2,4 Gbps. Dalam WAN, biaya untuk peralatan transmisi sangat tinggi, dan biasanya jaringan WAN dimiliki dan dioperasikan sebagai suatu jaringan publik. Para pelaku bisnis dapat menyewa sistem transmisi tersebut untuk menghubungkan kantor-kantor cabang yang dimilikinya.



Gambar 7.8 Ilustrasi WAN

## GLOBAL AREA NETWORK

GAN merupakan suatu jaringan yang menghubungkan negara-negara di seluruh dunia. Kecepatan GAN bervariasi mulai dari 1,5 Mbps sampai dengan 100 Gbps dan cakupannya mencapai ribuan kilometer. Contoh yang sangat baik dari GAN adalah internet.



Gambar 7.9 Ilustrasi GAN

## TEKNIK PENYALURAN SINYAL

Ada 2 teknik yang digunakan dalam menyalurkan sinyal yaitu:

a. Baseband

Data dikirimkan dalam bentuk pulsa digital, jarak tempuh dekat, mudah dihubungkan/disadap, Time Division Multiplexing, laju 1-100 Mbps, dan umum dipakai.

b. Broadband

Data dimodulasikan sebelum dikirimkan, jarak tempuh jauh, implementasi sulit, mahal, Frequency Division Multiplexing.

## METODE AKSES

a. CSMA/CD

Semua simpul yang akan berhubungan berlomba mendapatkan saluran. Tiap simpul selalu memantau.

- b. Token Bus  
Menentukan hak mengirim dengan pemberitahuan khusus kepada simpul yang bersangkutan.
- c. Token Ring  
Merupakan paket dengan field 3 oktet di sepanjang ring sampai ada simpul yang mempunyai informasi yang harus dikirim dengan mengubah satu bit.
- d. TDMA  
Simpul master memberikan giliran waktu transmisi. Simpul yang akan mengirimkan dapat minta waktu dan menunggu saatnya.
- e. Polling  
Simpul master memberikan giliran transmisi. Simpul yang dapat giliran akan mengirimkan ke master, dan master yang akan menyampaikan ke tujuan.

## **PENGENDALIAN JARINGAN**

Pengendalian jaringan adalah kegiatan untuk mengatur pembagian sumberdaya, sehingga mendapatkan hubungan komunikasi yang baik dan lancar.

Jenis pengendalian jaringan:

- a. Contention  
Dasar FIFO (First In First Out)
- b. Central Control  
Simpul master mengatur semua transmisi.
- c. Sistem Polling
  - 1. Roll Call  
Tiap terminal prioritasnya berbeda-beda dan akan dipanggil satu-persatu.
  - 2. Hub (semua terminal mempunyai prioritas sama)
    - a) Sistem tertutup (closed system)  
Hanya alat dan terminal yang dikenal pusat bisa berkomunikasi.
    - b) Sistem terbuka (open system)  
Sistem yang mematuhi standar tertentu yang dapat berkomunikasi. Memerlukan biaya dan sumber daya yang besar sehingga perlu perencanaan teliti.