

	Materi Pembelajaran	Capaian Pembelajaran
Minggu ke 1. PLO 2. CLO 1. Sub-CLO 1.	1. Pengenalan silabus, sasaran pengajaran, referensi. 2. Aturan penilaian. 3. Pengenalan sistem telekomunikasi. 4. Review parameter telekomunikasi (tegangan, arus, daya, energi, bandwidth).	1. Memahami silabus, sasaran pengajaran, serta aturan penilaian. 2. Memahami struktur dan elemen sistem telekomunikasi. 3. Memahami parameter-parameter telekomunikasi.

1. Konsep sistem komunikasi

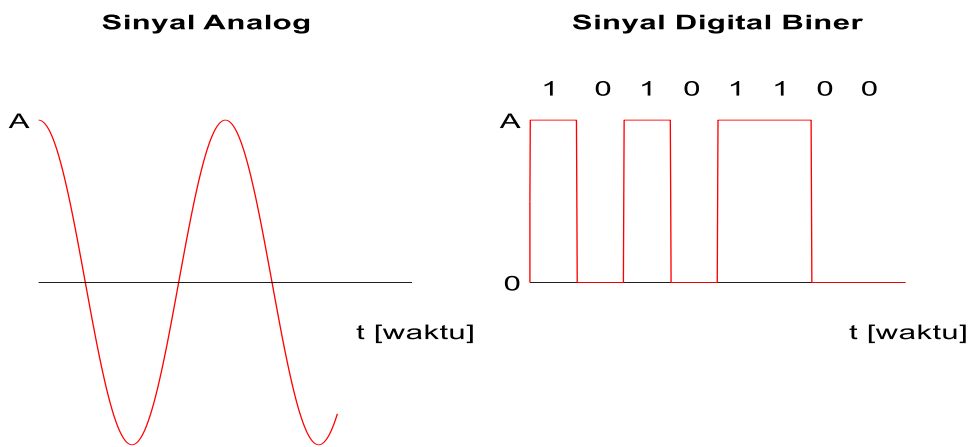
Komunikasi adalah transfer informasi. Ref 1, hal 1

Sistem komunikasi membawa atau mentransmisikan informasi.

Didalam kuliah ini pembahasan utama adalah sistem komunikasi elektrikal, dimana informasi dari sumber ke tujuan dalam bentuk sinyal elektromagnetik.

Sistem komunikasi elektrikal mampu interaksi jarak jauh dengan waktu yang sangat singkat.

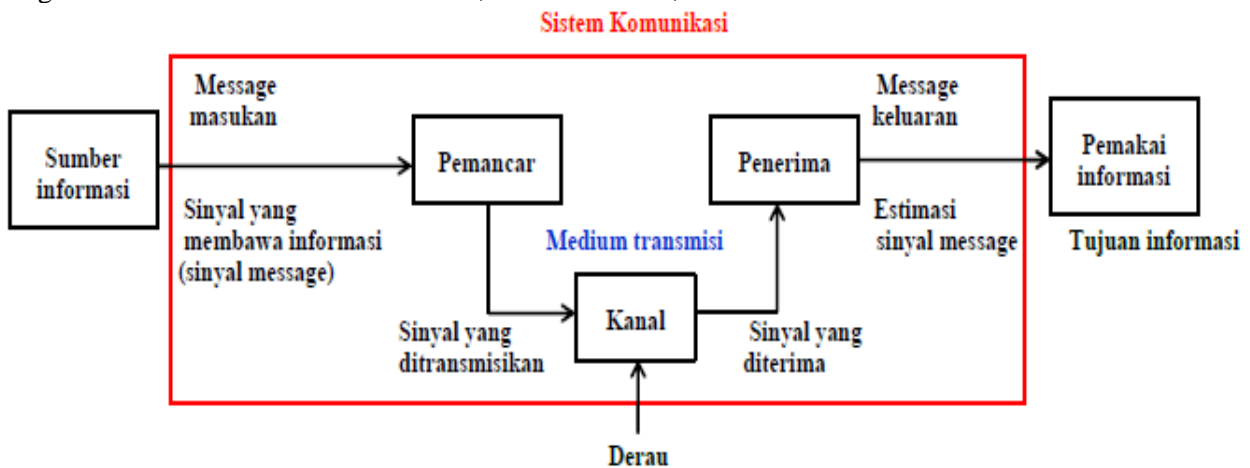
Sinyal yang akan dibahas adalah sinyal analog dan sinyal digital:



1.1. Blok Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi elektrikal mentransmisikan informasi dari sumber menuju tujuan dalam bentuk sinyal elektromagnetik.

Diagram sistem komunikasi: Ref 1, hal 2 dan Ref 3, hal 5



Pemancar.

Medium transmisi / kanal komunikasi.

Penerima.

Sistem komunikasi dengan transducer: Ref 5, hal 3



Elemen sistem komunikasi: Ref 5, hal 4

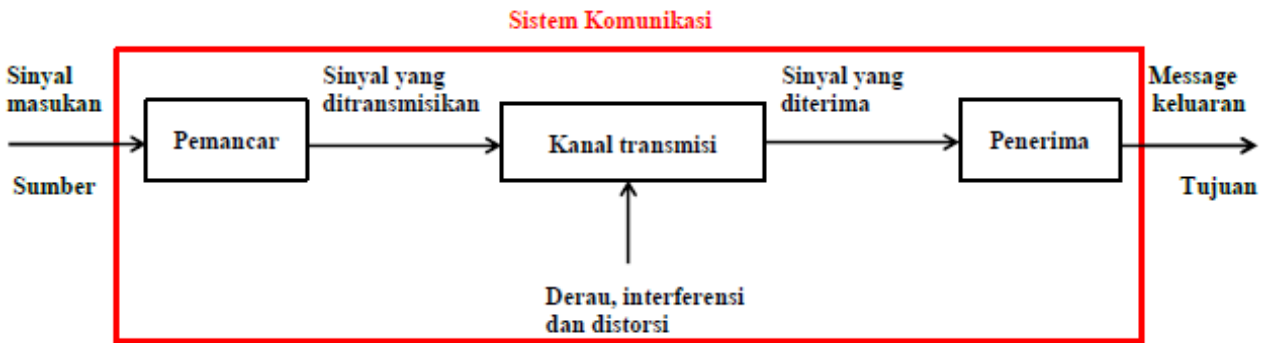
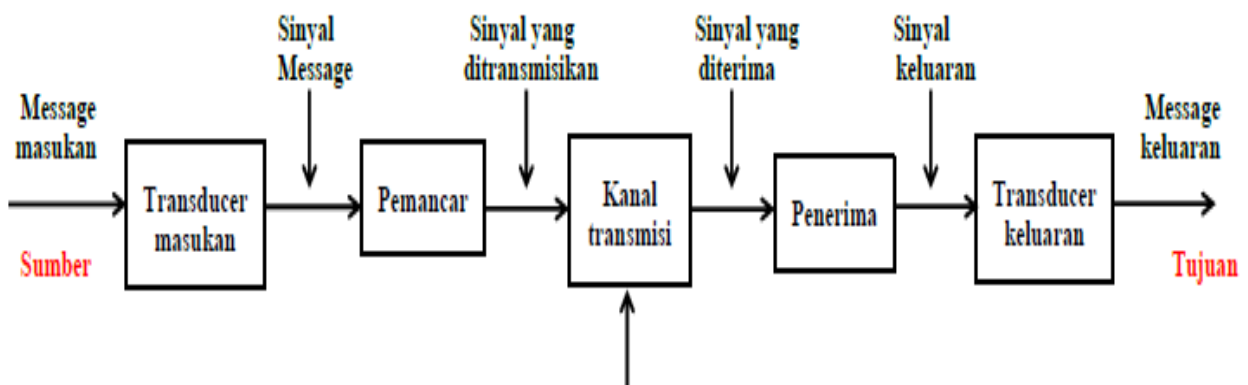


Diagram blok: Ref 2, hal 4



Derau tambahan, interferensi, dan distorsi akibat keterbatasan lebar bidang frekuensi dan ketidak-linieran kanal, derau switching di jaringan, discharge elektromagnetik seperti petir, corona kabel tegangan tinggi, dan lain-lain.

1.2. Contoh sinyal mengalami distorsi, interferensi, dan derau

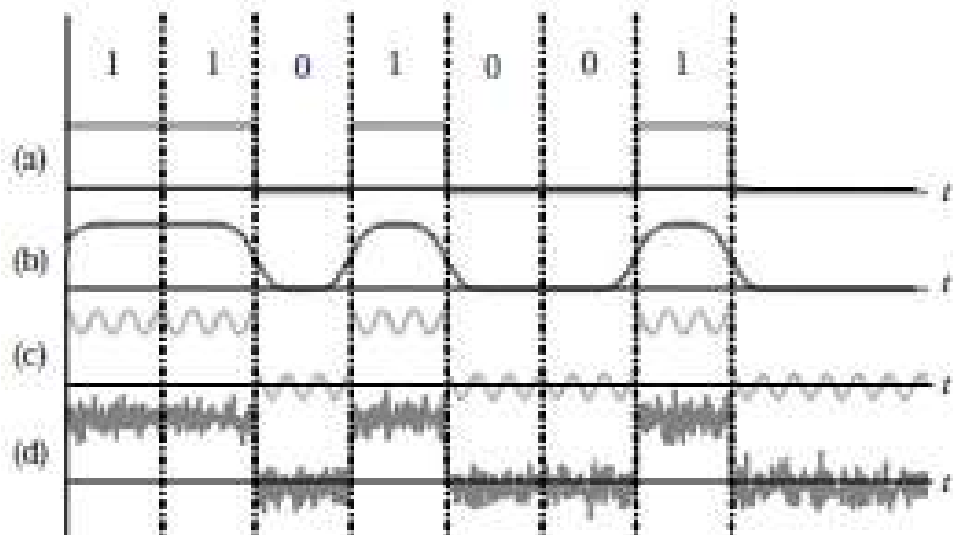
Ref 5, hal 5

Sinyal original

Akibat distorsi

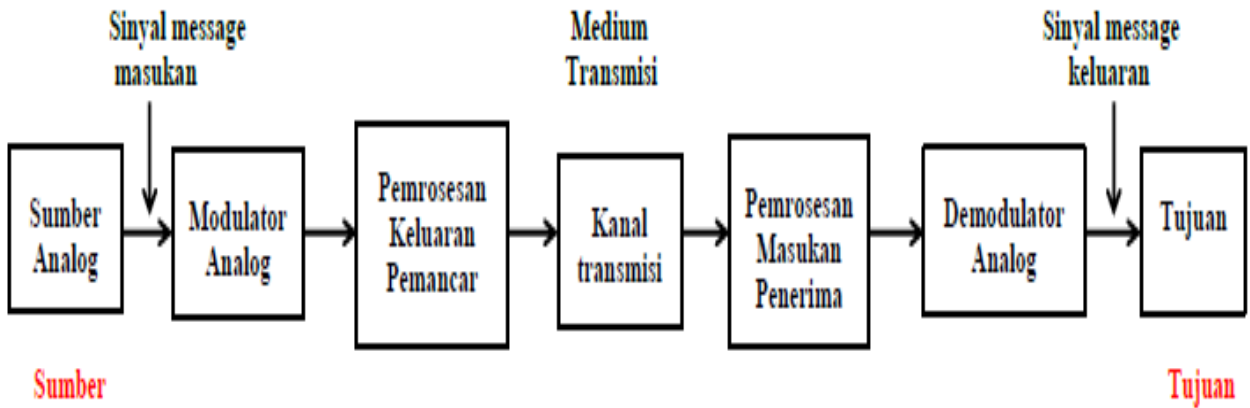
Akibat interferensi

Akibat derau



1.3. Blok Sistem Komunikasi Analog

Diagram blok sistem komunikasi analog: Ref 1, hal 10



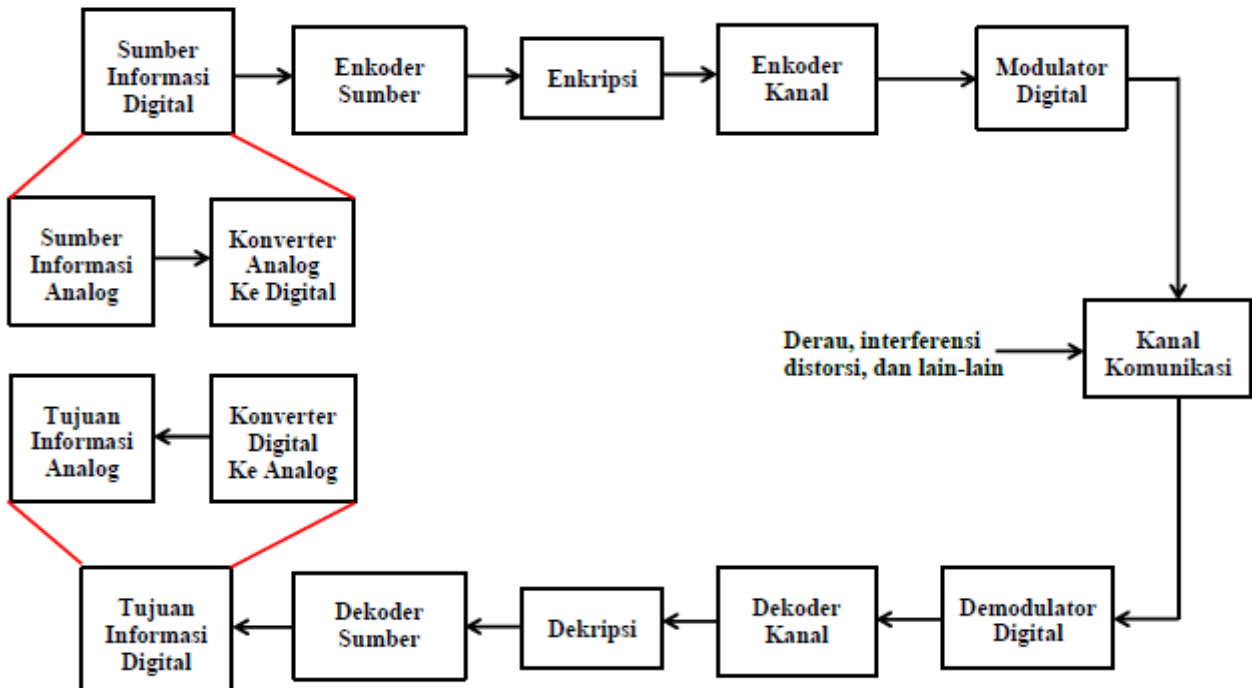
Sistem komunikasi analog mengubah sinyal message analog menjadi bentuk gelombang (waveform) yang sesuai untuk transmisi melalui kanal komunikasi.

Proses konversi sinyal message analog menjadi bentuk gelombang (waveform) yang sesuai untuk transmisi disebut **modulasi**, devaisnya disebut **modulator**.

Modulasi, dapat berupa perubahan amplituda, atau fasa, atau frekuensi gelombang pembawa sinusoidal (carrier) frekuensi tinggi.

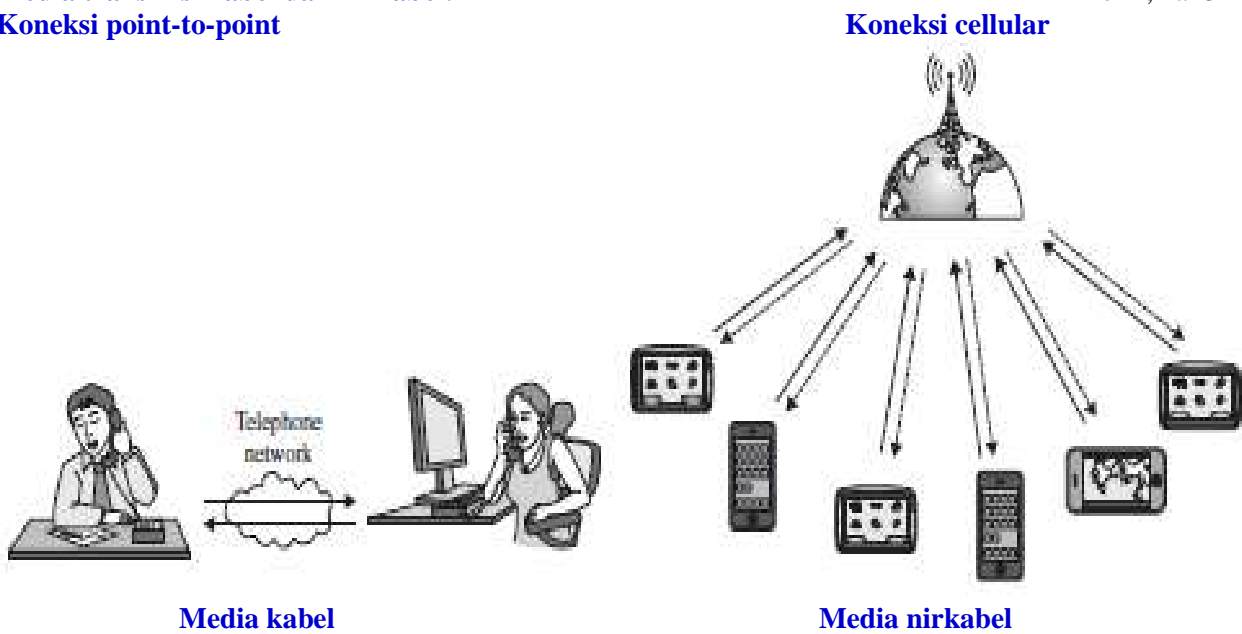
Demodulasi adalah proses pengambilan kembali sinyal message analog dari gelombang pembawa, devaisnya disebut **demodulator**.

1.4. Sistem Komunikasi Digital



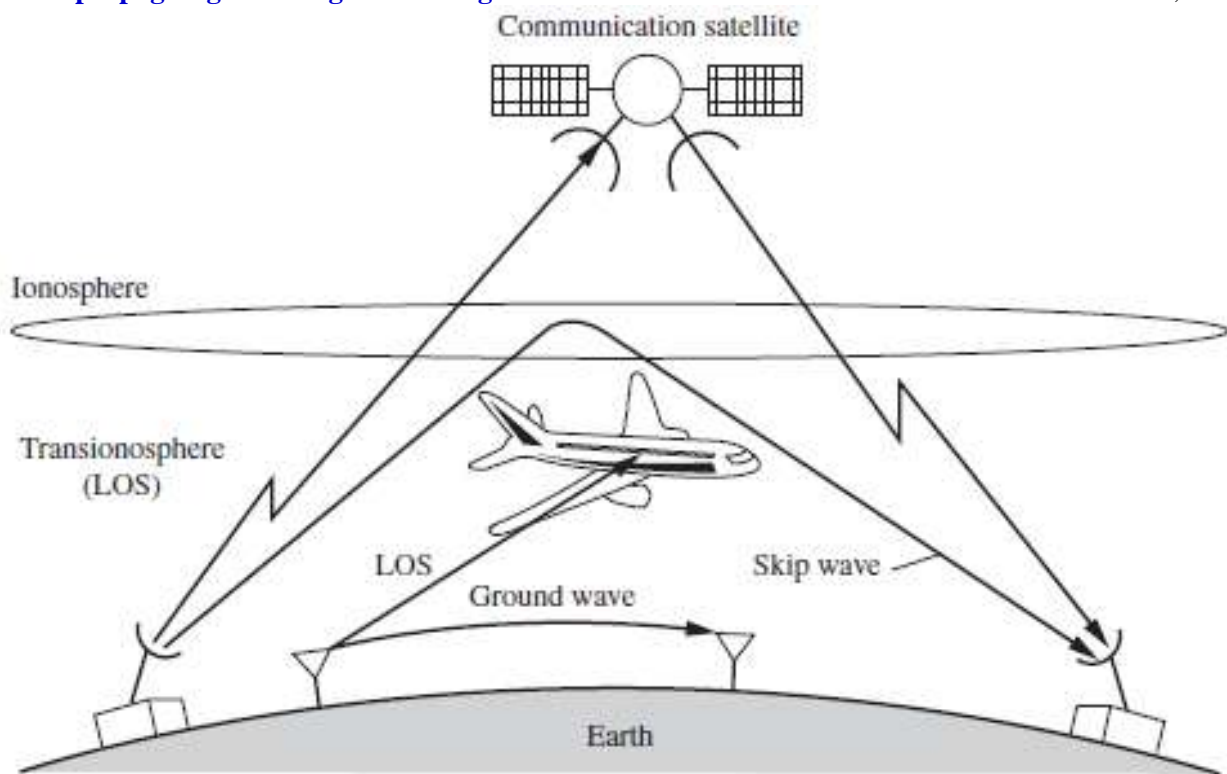
1.5. Kanal-kanal komunikasi
Media transmisi kabel dan nirkabel:
Koneksi point-to-point

Ref 1, hal 3



Mode propagasi gelombang elektromagnetik:

Ref 2, hal 8.



1.6. Twisted Wire Pair (TWP)

Subscriber loop plant perusahaan telekomunikasi (telephone companies / telcos).

Komunikasi suara di Plain Old Telephone Service (POTS).

Layanan komunikasi suara dan data memakai Integrated Services Digital Network (ISDN) dan Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL).

Untuk kebutuhan business, perusahaan telekomunikasi memberi layanan komunikasi suara dan data kecepatan tinggi lewat TWP dengan memakai sistem Digital Subscriber Line (DSL).

TWP juga dipakai untuk Local Area Network (LAN).

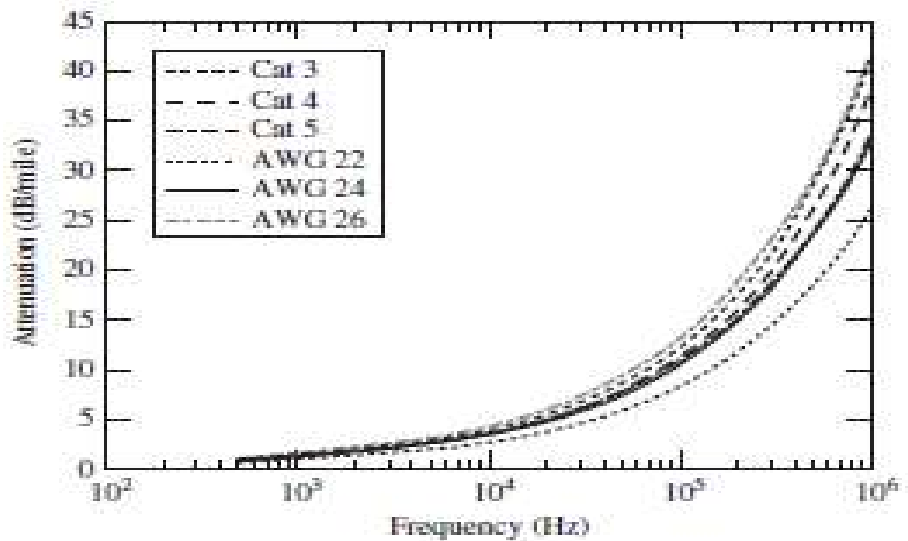
Ukuran kabel ditetapkan oleh standard American Wire Gauge (AWG).

Standard American National Standard Institute / Electronic Industries Association (ANSI / EIA) menetapkan categories (CAT) sistem kabel TWP.

Sistem kabel Cat 5, dirancang untuk Ethernet networks 10/100 Mb/s.

Karakteristik redaman TWP:

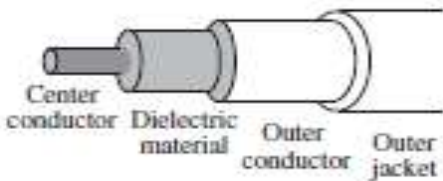
ANSI / EIA		
1	Cat 3	
2	Cat 4	
3	Cat 5	
	AWG	Diameter
4	22	0,0254 inch
5	24	0,0201 inch
6	26	0,0159 inch



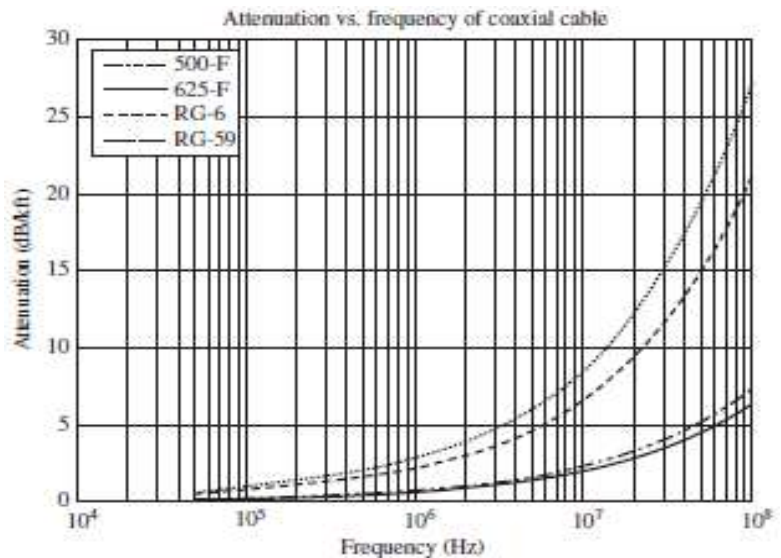
1.7. Kabel Coaxial

Kabel coaxial dipakai di televisi kabel

Bentuk fisik



Karakteristik redaman kabel coaxial



2. Perkembangan sistem telekomunikasi

1. Latar belakang historis.
2. Aplikasi.
3. Sumber utama dan persyaratan operasional.
4. Teori sistem komunikasi.

2.1. Latar belakang historis

1. Telegraphy.
2. Radio.
3. Telepon.
4. Elektronika.
5. Televisi.
6. Komunikasi digital.
7. Jaringan komputer.
8. Komunikasi satelit.
9. Komunikasi optik.
10. Sistem telepon seluler.

2.1.1. Telegraphy

Alat telegraph disempurnakan oleh Samuel Morse.

Kata “What hath God wrought” ditransmisikan oleh alat telegraph elektrik Morse antara Washington, D.C., dan Baltimore, Maryland, pada tahun 1844.

Adalah pelopor komunikasi digital.

Kode Morse adalah sebuah variable-length code, memakai alphabet 4 simbol: dot, dash, letter space dan word space.

Kode morse internasional

Morse Code	Morse Code	Morse Code	Morse Code
A .—	J .— — —	S ...	2 .. — — — —
B — ...	K — . —	T —	3 ... — — —
C — . — —	L . — ..	U .. —	4 —
D — ..	M — — —	V ... —	5 —
E .	N — .	W . — — —	6 —
F .. — .	O — — —	X — .. —	7 — — — ...
G — — — .	P . — — —	Y — . — — —	8 — — — — ..
H	Q — — — .	Z — — — ..	9 — — — — —
I ..	R . — .	1 . — — — —	0 — — — — —

2.1.2. Radio

1864, James Clerk Maxwell memformulasikan teori elektomagnetik cahaya dan memprediksikan adanya gelombang radio.

Adanya gelombang radio dibuktikan secara eksperimen oleh Heinrich Hertz pada tahun 1887.

1918, Edwin H. Amstronng menciptakan penerima radio superheterodyne.

1933, Amstronng mendemonstrasikan skema modulasi yang disebut frequency modulation (FM).

2.1.3. Telepon

Telepon diciptakan oleh Alexander Graham Bell pada tahun 1875.

1897, A. B. Strowger merancang step-by-step switch otomatis.

Semua switch electromechanical dikembangkan selama bertahun-tahun, switch Strowger pada saat tersebut paling populer dan banyak dipakai.

2.1.4. Elektronika

1904, John Ambrose Fleming menciptakan vacuum-tube diode.

1906, Lee de Forest menciptakan vacuum-tube triode.

Transistor diciptakan pada tahun 1948 oleh Walter H. Brattain, John Bardeen, dan William Shockley di Bell Laboratories.

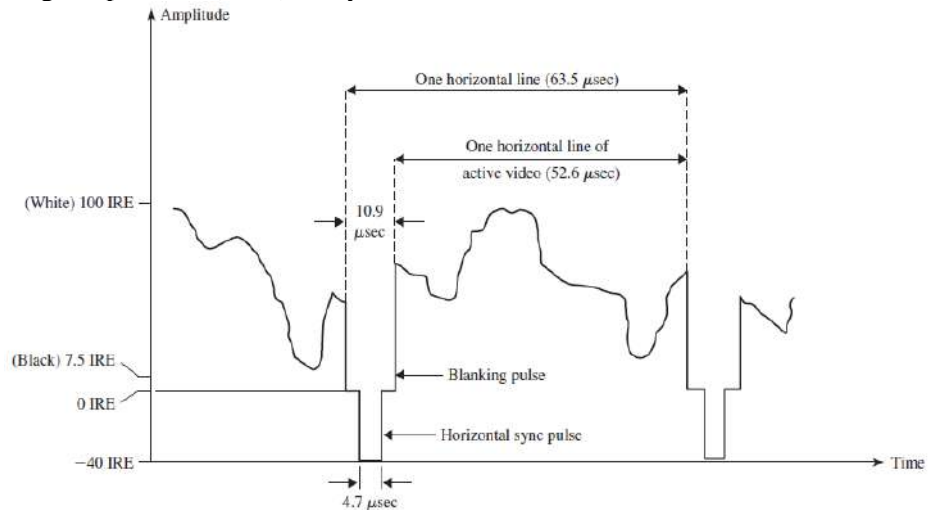
1958, silicon integrated circuit (IC) pertama diproduksi oleh Robert Noyce.

2.1.5. Televisi

1928, Philo T. Farnsworth mendemonstrasikan sistem televisi elektronik.

1939, British Broadcasting Corporation (BBC) menyiarkan televisi komersial.

Bentuk Gelombang Composite Video Hitam-putih



2.1.6. Komunikasi Digital

1928, Harry Nyquist mempublikasikan paper tentang teori transmisi sinyal di telegraphy. Nyquist mengembangkan kriteria untuk penerimaan sinyal telegraph yang ditransmisikan melalui kanal dispersif tanpa derau.

1937, Alex Reeves menemukan pulse code modulation (PCM) untuk pengkodean digital sinyal suara manusia (speech).

1960, layanan telepon dengan switching digital dimulai di Morris, Illinois.

1943, D.O.North merancang matched filter untuk deteksi optimum.

1948, Claude Shannon menulis paper “A Mathematical Theory of Communication”, dianggap sebagai dasar teori komunikasi digital.

2.1.7. Jaringan komputer

Komunikasi jarak jauh antara komputer dengan terminal dimulai ditahun 1950an.

Antara tahun 1950 -:- 1970, dilakukan berbagai studi tentang jaringan komputer.

1971, layanan ARPANET (Advanced Research Project Agency Network) dimulai.

1985, Nama ARPANET berubah menjadi Internet.

1990, Tim Berners-Lee mengusulkan interface hypermedia software ke internet, diberi nama World Wide Web.

2.1.8. Komunikasi satelit

Pada tahun 1955, John R Pierce mengusulkan memakai satelit untuk komunikasi. Komunikasi satelit dengan orbit geosynchronous: Ref 4, hal 586.

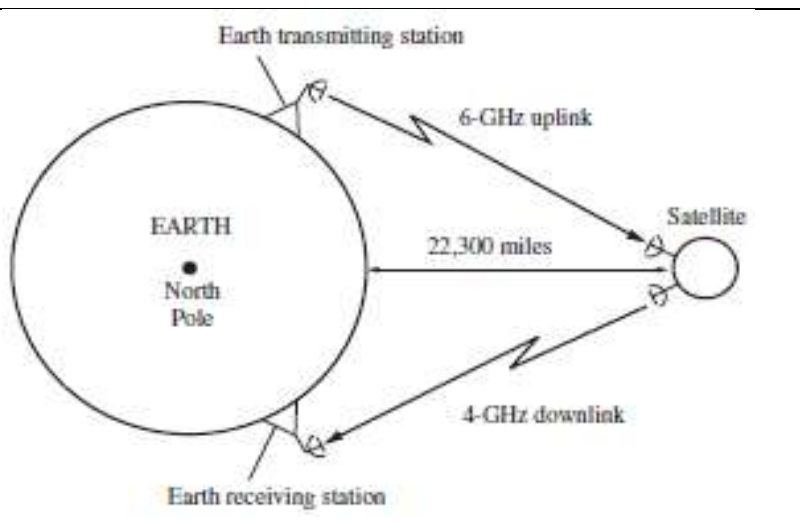
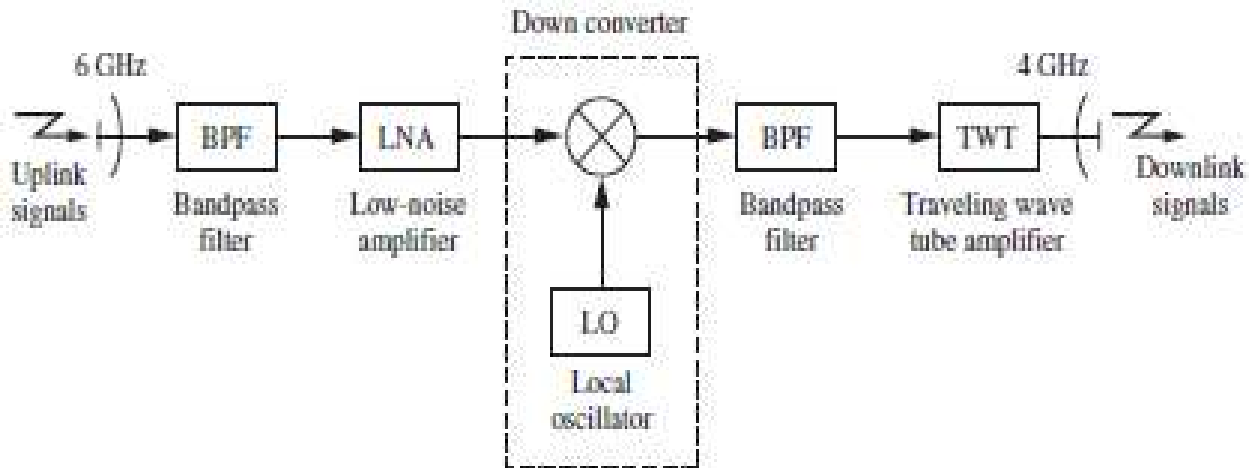


Diagram blok transponder komunikasi satelit: Ref 4, hal 587



2.1.9. Komunikasi optik

Transmisi informasi pada zaman prasejarah menggunakan optikal (sinyal api dan asap).

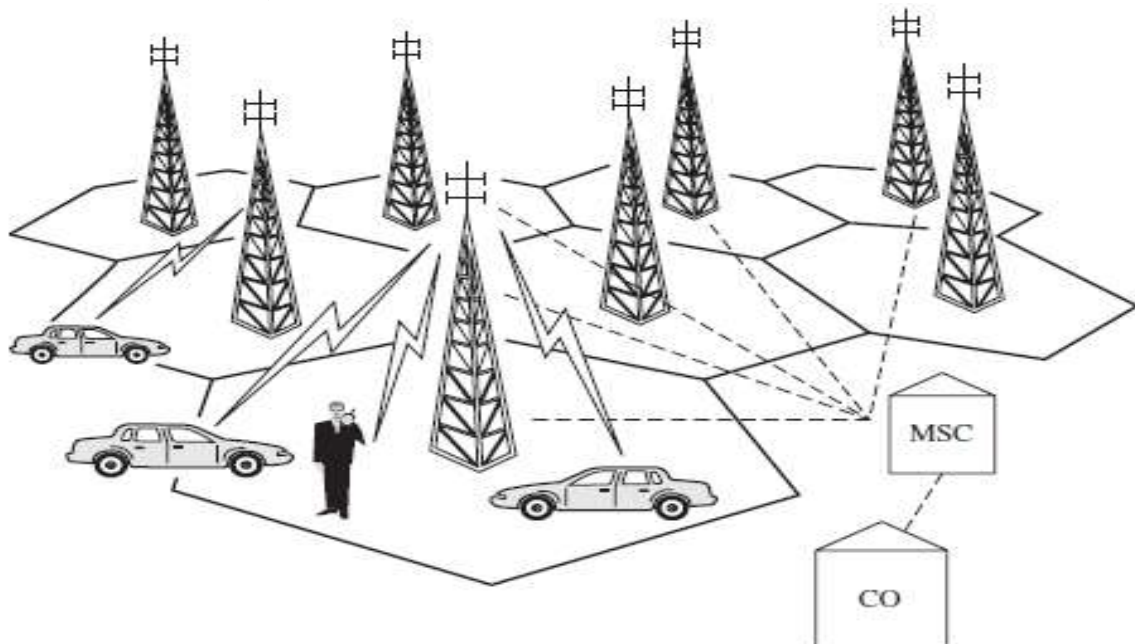
1966, K. C. Kao dan G. A. Hockham, Standard Telephone Laboratories, U.K., mengusulkan untuk memakai clad glass fiber sebagai dielektrik waveguide.

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) ditemukan dan dikembangkan pada tahun 1959.

Pada tahun 1966, rugi daya di glass fiber sekitar 1000 dB/km, saat ini rugi daya 0,1 dB/km dapat dicapai.

2.1.10. Sistem Telepon Seluler

Konsep radio seluler: Ref 4, hal 622



- Generasi telepon seluler:
- 1G – Sistem analog AMPS.
- 2G – Sistem digital.
 - Sistem PCS band 1900 MHz.
- 3G – Sistem digital dengan Circuit dan Packet Switching..
- 4G – Sistem digital dengan Packet Switching.
- 5G

2.2. Aplikasi

- Cara berkomunikasi:
 - Broadcasting.
 - Point-to-point communications.
- Radio.
- Jaringan komunikasi.
- Jaringan data.
- Internet.
- Integrasi telepon dan internet.
- Penyimpanan data.

2.2.1. Cara berkomunikasi

- Broadcasting: Ref 2, hal 9.
 - Sebuah pemancar dengan daya besar dan sangat banyak penerima yang relatif dibuat tidak mahal.
 - Informasi searah, dari pemancar kepenerima.
 - Broadcasting radio AM, 540 kHz -:- 1600 kHz.
 - Broadcasting radio FM, 88 MHz -:- 108 MHz.
 - Broadcasting televisi, 174 MHz -:- 216 MHz, 420 MHz -:- 890 MHz.
- Point to point: Ref 4, hal 11.
 - Informasi dua arah.
 - Radio maritim.
 - Radio amatir.
 - Radio FM 2 arah.
 - Komunikasi AM aircraft.

2.3. Sumber utama dan persyaratan operasional

1. Daya pemancar.
 1. Kanal dengan daya terbatas:
 1. Kanal nirkabel.
 2. Kanal satelit.
 3. Kanal deep-space (komunikasi ruang angkasa).
2. Bandwidth kanal:
 1. Kanal telepon.
 2. Kanal televisi.

2.5. Teori Sistem Komunikasi

1. Teori modulasi.
 - Modulasi adalah sebuah operasi pengolahan sinyal, sebagai dasar untuk transmisi sinyal yang membawa informasi (information-bearing signal) melalui kanal komunikasi.
2. Analisis Fourier.
 - Transformasi Fourier adalah sebuah operasi matematika linier yang mentransformasikan deskripsi sinyal dikawasan waktu ke kawasan frekuensi tanpa kehilangan informasi, artinya sinyal original dapat diperoleh kembali secara benar dari deskripsi kawasan frekuensi.
3. Teori deteksi.
4. Teori probabilitas dan proses acak.
 - Pengertian yang baik tentang teori probabilitas untuk menjelaskan tingkah laku kejadian acak memakai persamaan matematika.
 - Karakterisasi secara statistik sinyal acak dan derau.

Singkatan

Singkatan	Arti
ADC	Analog to digital converter
ADSL	Asymmetric digital subscriber line
AM	Amplitude modulation
AM DSB FC	Amplitude modulation double sideband full carrier
AM DSB SC	Amplitude modulation double sideband suppressed carrier
AM SSB	Amplitude modulation single sideband
AM VSB	Amplitude modulation vestigial sideband
ASK	Amplitude shift keying
ATV	Advanced television standard
AWG	American wire gauge
BASK	Binary amplitude shift keying
BFSK	Binary frequency shift keying
BPF	Band-pass filter
BPSK	Binary phase shift keying
BSF	Band-stop filter
CNR	Carrier to noise ratio
CPFSK	Continuous phase frequency shift keying
CPM	Continuous phase modulation
DAC	Digital to analog converter
DCS	Digital communication system
DES	Data encryption standard
DFT	Discrete Fourier transform
DM	Delta modulation
DPCM	Differential pulse code modulation
DPSK	Differential phase shift keying
DS	Direct sequencing
DSL	Digital subscriber line
FDM	Frequency division multiplexing
FFT	Fast Fourier transform
FH	Frequency hopping
FM	Frequency modulation
FSK	Frequency shift keying
IDFT	Inverse discrete Fourier transform
IP	Internet protocol
ISDN	Integrated services digital network
HPF	High-pass filter
HDTV	High definition television
LAN	Local area network
LPF	Low-pass filter
LNA	Low noise amplifier
MLSE	Maximum likelihood sequence estimation
NBFM	Narrow band frequency modulation
NRZ	Nonreturn to zero

Singkatan	Arti
OFDM	Orthogonal frequency division multiplexing
OSI	Open system interconnection
PAM	Pulse amplitude modulation
PBXs	Private branch exchanges
PCM	Pulse code modulation
PDM	Pulse duration modulation
PLL	Phase locked loop
PM	Phase modulation
POTS	Plain old telephone service
PPM	Pulse position modulation
PSD	Power spectral density
PSK	Phase shift keying
QAM	Quadrature amplitude modulation
QCM	Quadrature carrier multiplexing
QPSK	Quadrature phase shift keying
RCV	Receiver
RF	Radio frequency
RZ	Return to zero
SNR	Signal to noise ratio
TDM	Time division multiplexing
TH	Time hopping
TV	Television
UWB	Ultra wideband
VCO	Voltage controlled oscillator
WBFM	Wideband frequency modulation
XMT	Transmitter

Referensi:

1. M F Mesiya, Contemporary Communication Systems, McGrawHill, 2013. Chapter 1.
2. Rodger E Ziemer, William H Tranter, Principles of Communications Systems , Modulation, and Noise, 7th Edition, Wiley, 2015. Chapter 1.
3. Simon Haykin, Michael Moher, Introduction to Analog & Digital Communications, 2nd Edition, Wiley, 2007. Chapter 1.
4. Leon W. Couch, II, Digital and Analog Communication Systems, 8th Edition, Pearson, 2013.
5. Bruce Carlson, Paul Crilly, Communication Systems, 5th Edition, McGraw-Hill, 2010. Chapter 1.