

TRANSMISI DATA

OLEH :

RAHMI HIDAYATI, S.KOM., M.CS

Transmisi Data

- ▶ **Transmisi data** merupakan proses melakukan pengiriman data dari sumber data ke tujuan data menggunakan komputer atau media elektronik.
- ▶ Keberhasilan transmisi data bergantung pada :
 1. Kualitas sinyal ditransmisikan
 2. Karakteristik media transmisi

Konsep dan Terminologi

► Media transmisi :

1. Media terpandu (*Guided Media*)

Gelombang dikendalikan sepanjang jalur fisik.

Contoh : *twisted pair*, kabel koaksial, serat optik

2. Media tak terpandu (*Unguided Media / Nirkabel*)

Menyediakan alat untuk mentransmisikan gelombang elektromagnetik, tapi tidak mengendalikannya.

Contoh : antena, gelombang mikro, satelit, infrared

Konsep dan Terminologi

- ▶ **Direct Link** : untuk menunjukkan jalur transmisi antar dua perangkat di mana sinyal dirambatkan secara langsung dari transmisi menuju *receiver* tanpa alat perantara.
- ▶ **Amplifier** dan **Repeater** digunakan untuk menguatkan sinyal.
- ▶ *Point-to-point*
 - ▶ *Direct link*
 - ▶ Hanya 2 buah *device* yang berbagi *link*
- ▶ *Multi-point*
 - ▶ Lebih dari dua *device* yang berbagi *link*

Konsep dan Terminologi

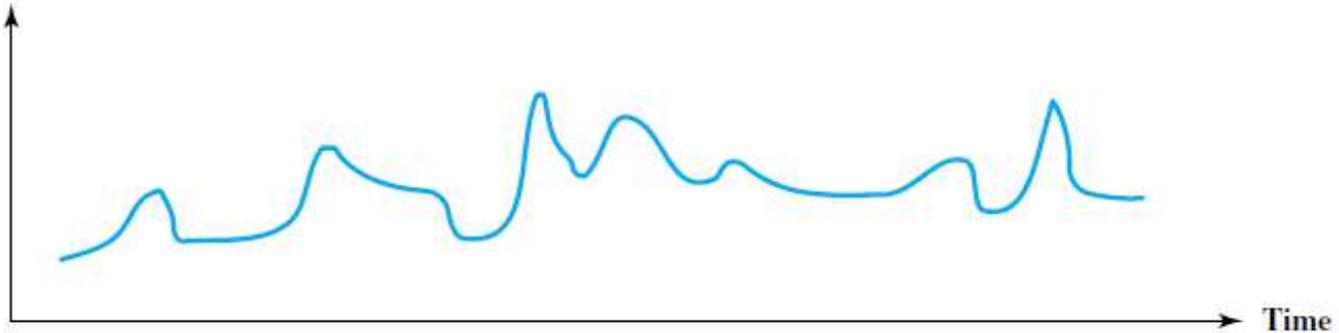
- Simplex
 - Satu arah
 - Contoh : televisi
- Half duplex
 - Dua arah, tapi hanya satu arah per satu waktu
 - Contoh : HT
- Full duplex
 - Dua arah pada saat yang sama
 - Contoh : telepon

Sinyal

- ▶ **Sinyal** : fungsi waktu dan fungsi frekuensi.
- ▶ Konsep domain waktu :
 - ▶ **Sinyal analog**
 - ▶ Beraneka gerakan maju yang halus dari waktu ke waktu
 - ▶ **Sinyal digital**
 - ▶ Mempertahankan sebuah level konstan kemudian berubah ke level konstan lainnya
 - ▶ **Sinyal periodik**
 - ▶ Pola berulang dari waktu ke waktu
 - ▶ **Sinyal aperiodik**
 - ▶ Pola tidak berulang dari waktu ke waktu

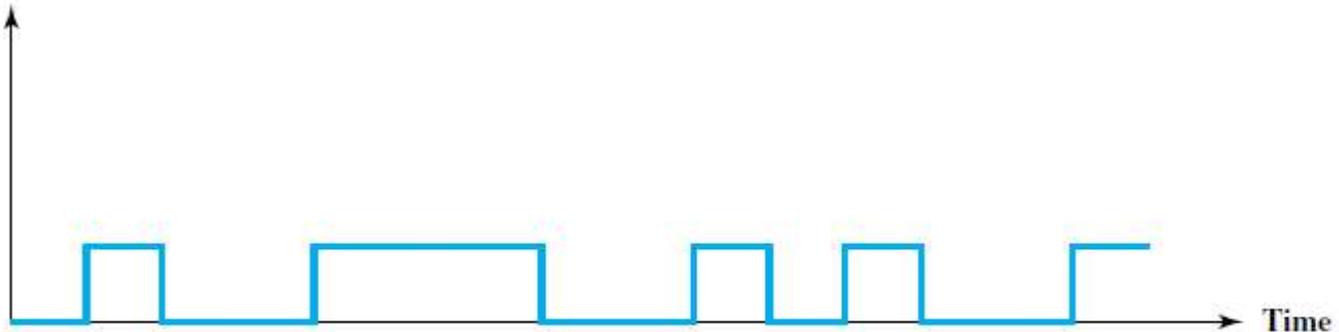
Sinyal Analog dan Sinyal Digital

Amplitude
(volts)



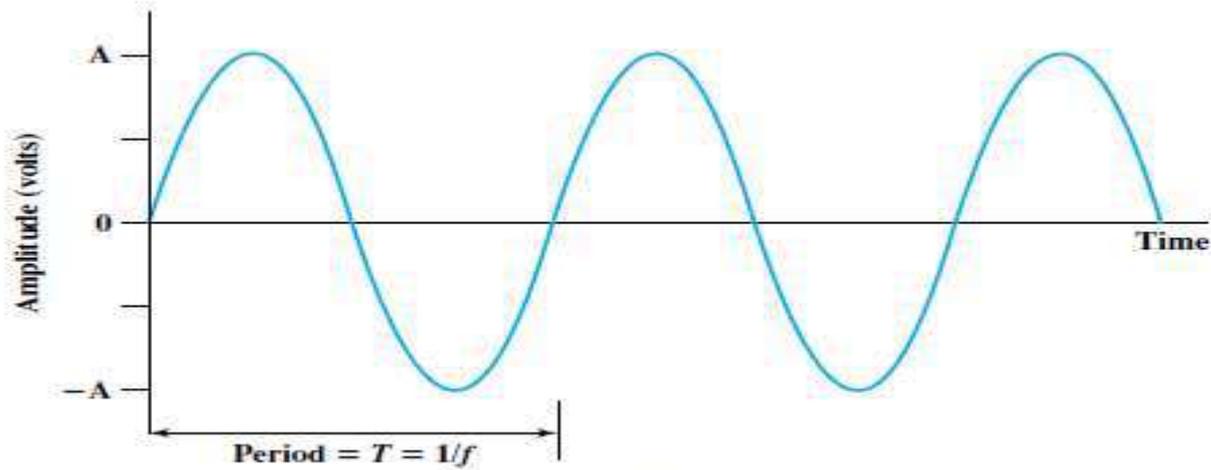
(a) Analog

Amplitude
(volts)

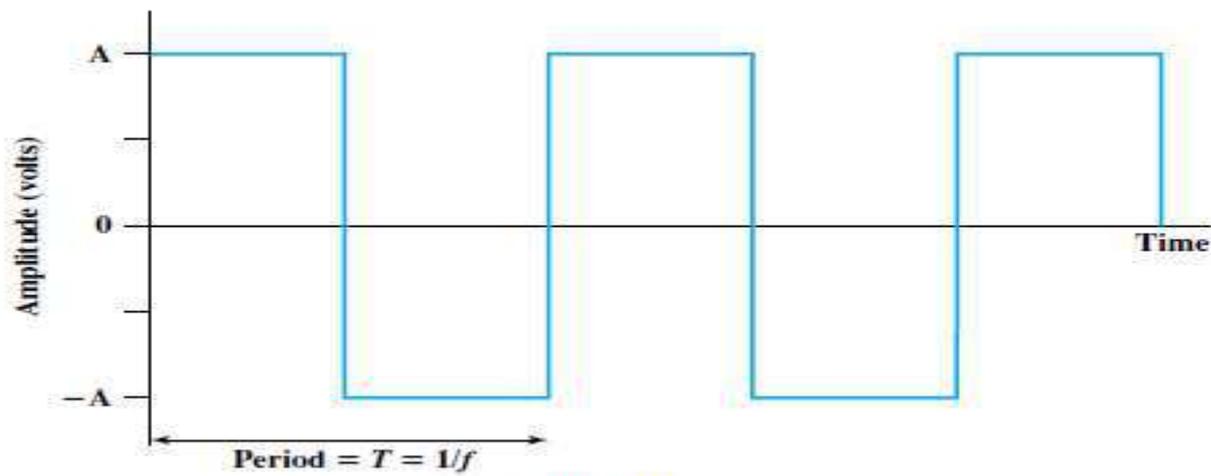


(b) Digital

Sinyal Periodik



(a) Sine wave

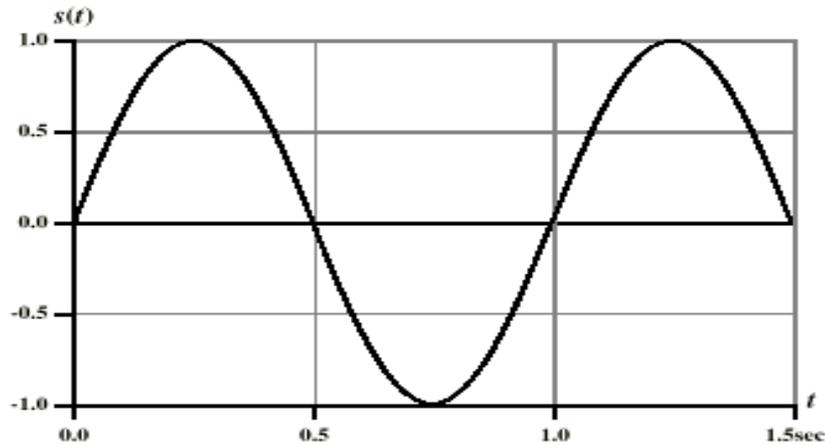


(b) Square wave

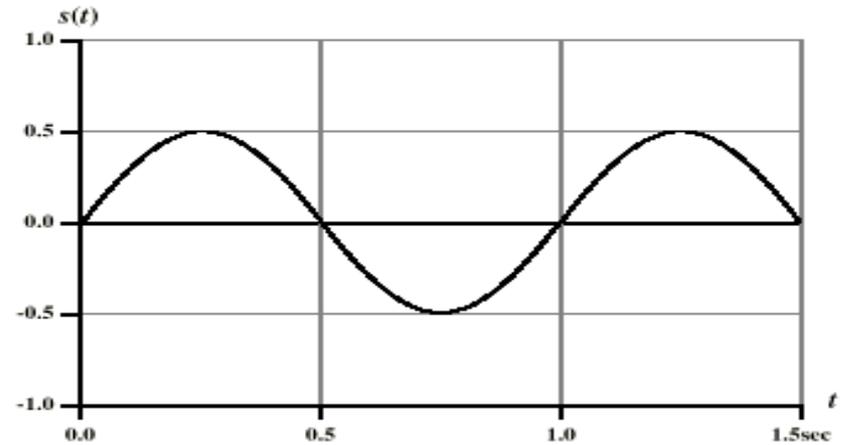
Gelombang Sinus

- ▶ Amplitudo tertinggi (A)
 - ▶ Kekuatan sinyal tertinggi sepanjang waktu
 - ▶ volts
- ▶ Frekuensi (f)
 - ▶ Kecepatan perulangan sinyal
 - ▶ Hertz (Hz) atau putaran perdetik
 - ▶ period = jumlah waktu untuk melakukan 1 periode sinyal (T)
 - ▶ $T = 1/f$
- ▶ Fase (ϕ)
 - ▶ Ukuran posisi relatif didalam waktu dalam satu periode sinyal

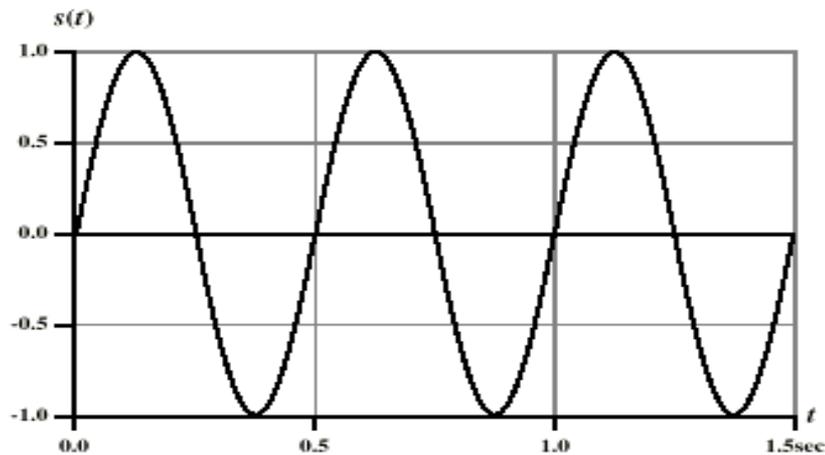
Berbagai Gelombang Sinus

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


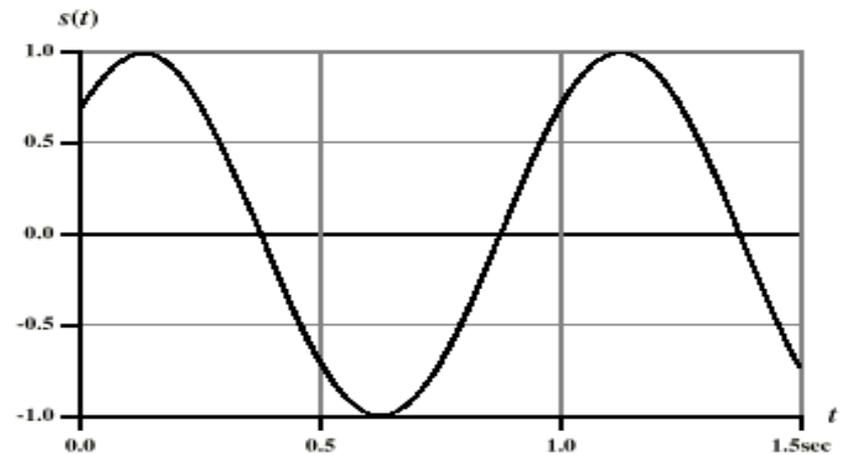
(a) $A = 1, f = 1, \phi = 0$



(b) $A = 0.5, f = 1, \phi = 0$



(c) $A = 1, f = 2, \phi = 0$



(d) $A = 1, f = 1, \phi = \pi/4$

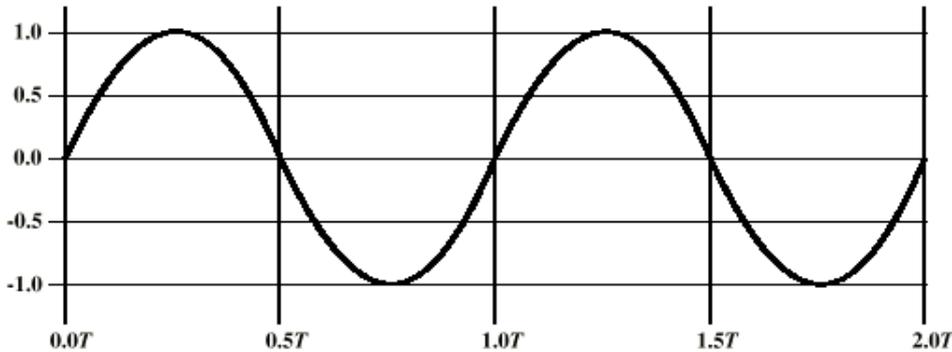
Wavelength (λ)

- ▶ Merupakan jarak yang ditempati oleh satu siklus tunggal atau jarak diantara dua titik dari fase yang berhubungan didalam dua siklus berurutan.
- ▶ Mengasumsikan kecepatan sinyal v sehingga $\lambda = v/f$
- ▶ Atau sama dengan $\lambda f = v$
- ▶ Dimana $v = c$
- ▶ $c = 3 \cdot 10^8$ m/s (kecepatan cahaya didalam tempat terbuka)

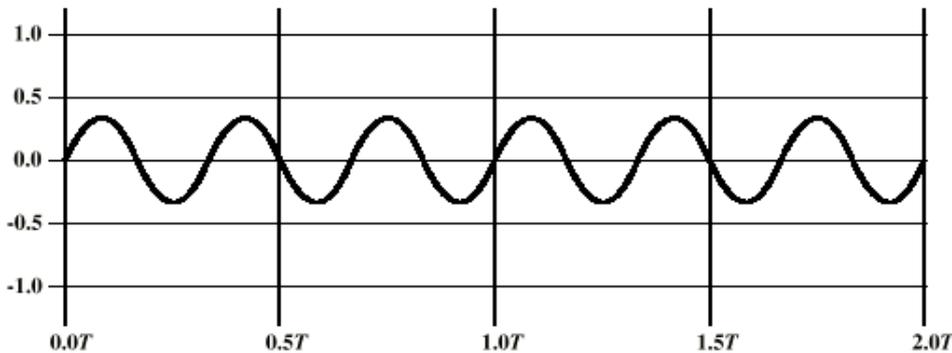
Konsep Domain Frekuensi

- ▶ Sinyal terdiri atas banyak frekuensi.
- ▶ Komponennya adalah gelombang sinus.
- ▶ Analisis Fourier dapat menunjukkan bahwa setiap sinyal terdiri dari komponen gelombang sinus.
- ▶ Dapat menggambarkan fungsi domain frekuensi.
- ▶ Dengan menambahkan bersama-sama sinyal sinusoidal, setiap sinyal dengan amplitudo, frekuensi dan fase yang tepat, maka sinyal elektromagnetik dapat dibangun.

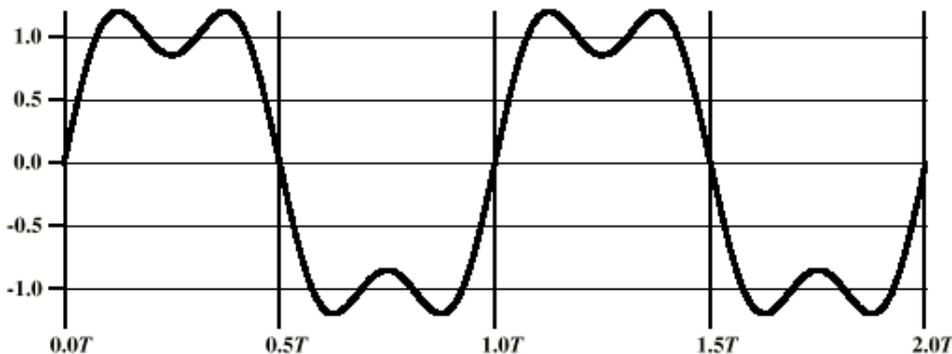
Penambahan Komponen Frekuensi ($T=1/f$)



(a) $\sin(2\pi ft)$



(b) $(1/3) \sin(2\pi(3f)t)$

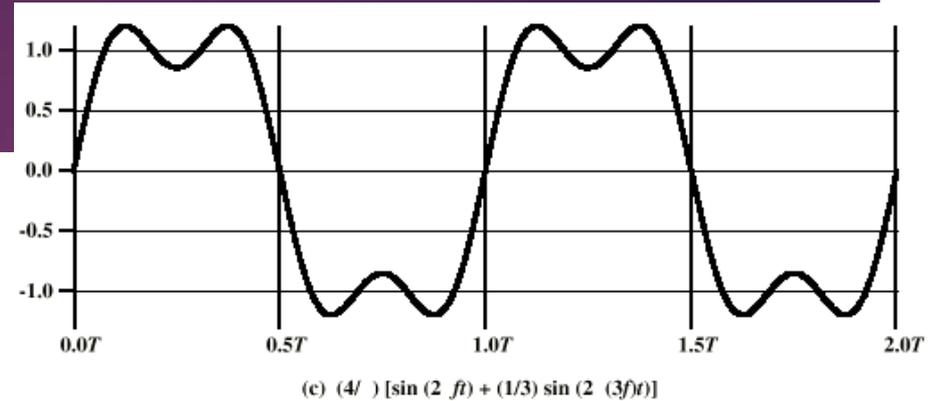


(c) $(4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi(3f)t)]$

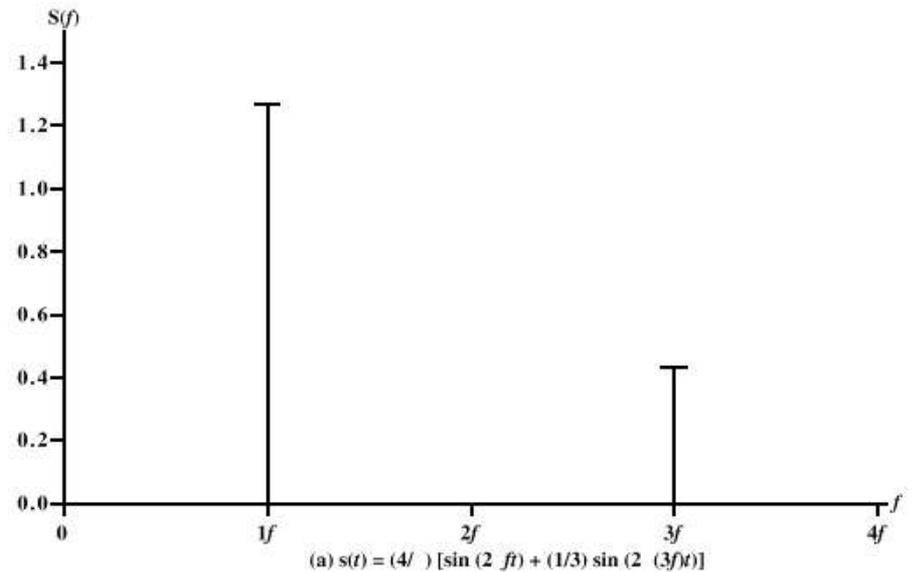
- ▶ c adalah sum dari f & $3f$
- ▶ Faktor penskalaan $4/\pi$ digunakan untuk menghasilkan gelombang dengan puncak amplitudo mendekati 1.

Representasi Domain Frekuensi

- ▶ Gambar a menunjukkan fungsi domain frekuensi untuk sinyal dari gambar c

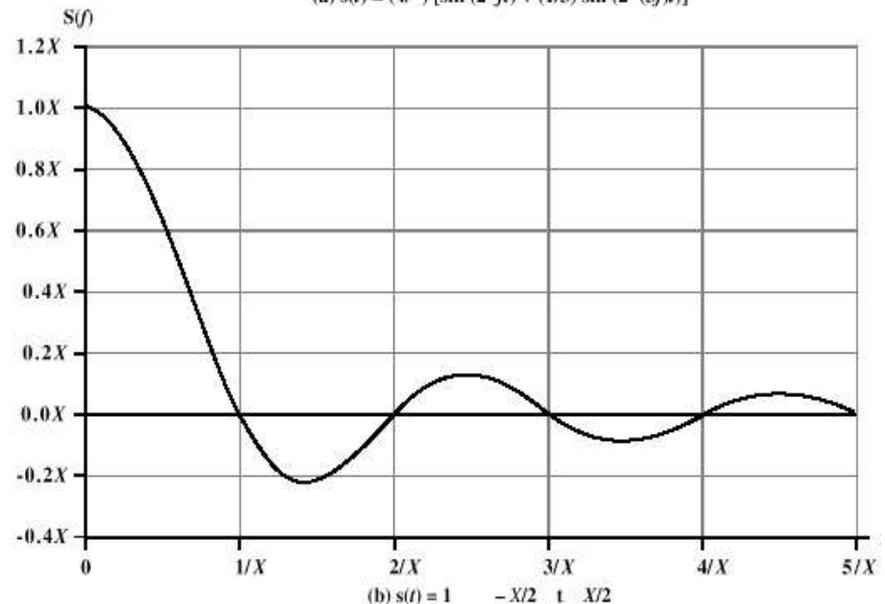
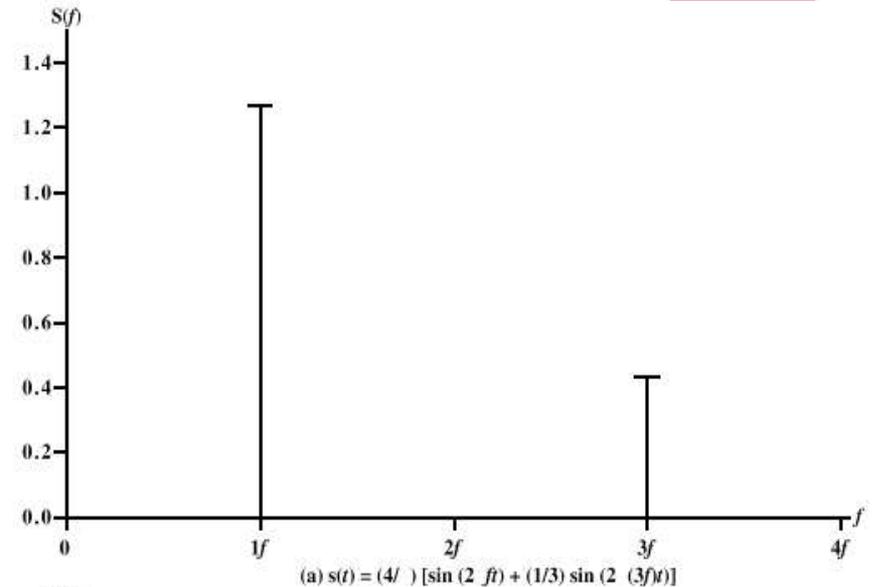


- ▶ Didalam kasus ini $s(f)$ adalah diskret.



Representasi Domain Frekuensi

- ▶ Gambar b menunjukkan fungsi domain frekuensi untuk sebuah *single square pulse* yang mempunyai nilai antara $-X/2$ and $X/2$ dan 0 ditempat lain.
- ▶ Didalam kasus ini $s(f)$ adalah continuous dan tidak mempunyai nilai 0 tanpa batas, meskipun besarnya komponen frekuensi secara cepat menyusut untuk f yang lebih luas. Karakteristik ini umum untuk sinyal pada dunia nyata.



Spectrum & Bandwidth

- ▶ **Spectrum**

- ▶ Kisaran frekuensi yang dikandung didalam sinyal
- ▶ Pada gambar a, spektrum ini terbentang dari f to $3f$

- ▶ **Absolute bandwidth**

- ▶ Lebar spektrum
- ▶ contohnya adalah $2f$ didalam gambar a

Data Rate dan Bandwidth

- ▶ Setiap sistem transmisi mempunyai pita frekuensi terbatas.
- ▶ Hal ini membatasi *data rate* yang dapat dibawa pada media transmisi.
- ▶ Sinyal *square* mempunyai komponen frekuensi tak terbatas dan karenanya *bandwidth* pun tak terbatas.
- ▶ Tetapi sebagian besar energi berada didalam beberapa komponen frekuensi pertama.
- ▶ *Bandwidth* terbatas meningkatkan distorsi (penyimpangan, pemutarbalikan, pembelokan), memperbesar kesalahan *receiver*.
- ▶ Semakin tinggi *data rate* sebuah sinyal, semakin besar *effective bandwidth* yang diperlukan.

Bits: 1 0 1 1 1 1 0 1 1

Pulses before transmission:

Bit rate: 2000 bits per second

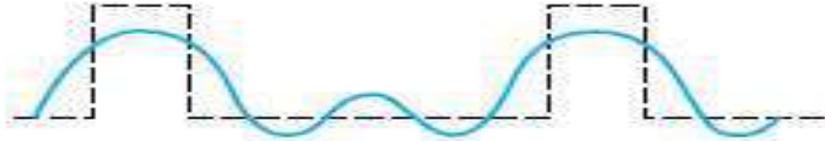


Pulses after transmission:

Bandwidth 500 Hz



Bandwidth 900 Hz



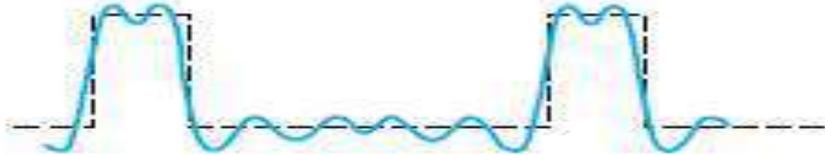
Bandwidth 1300 Hz



Bandwidth 1700 Hz



Bandwidth 2500 Hz



Bandwidth 4000 Hz



Figure 3.8 Effect of Bandwidth on a Digital Signal

Transmisi Data Analog dan Digital

- ▶ **Data**

- ▶ Entitas yang menyampaikan makna atau informasi.

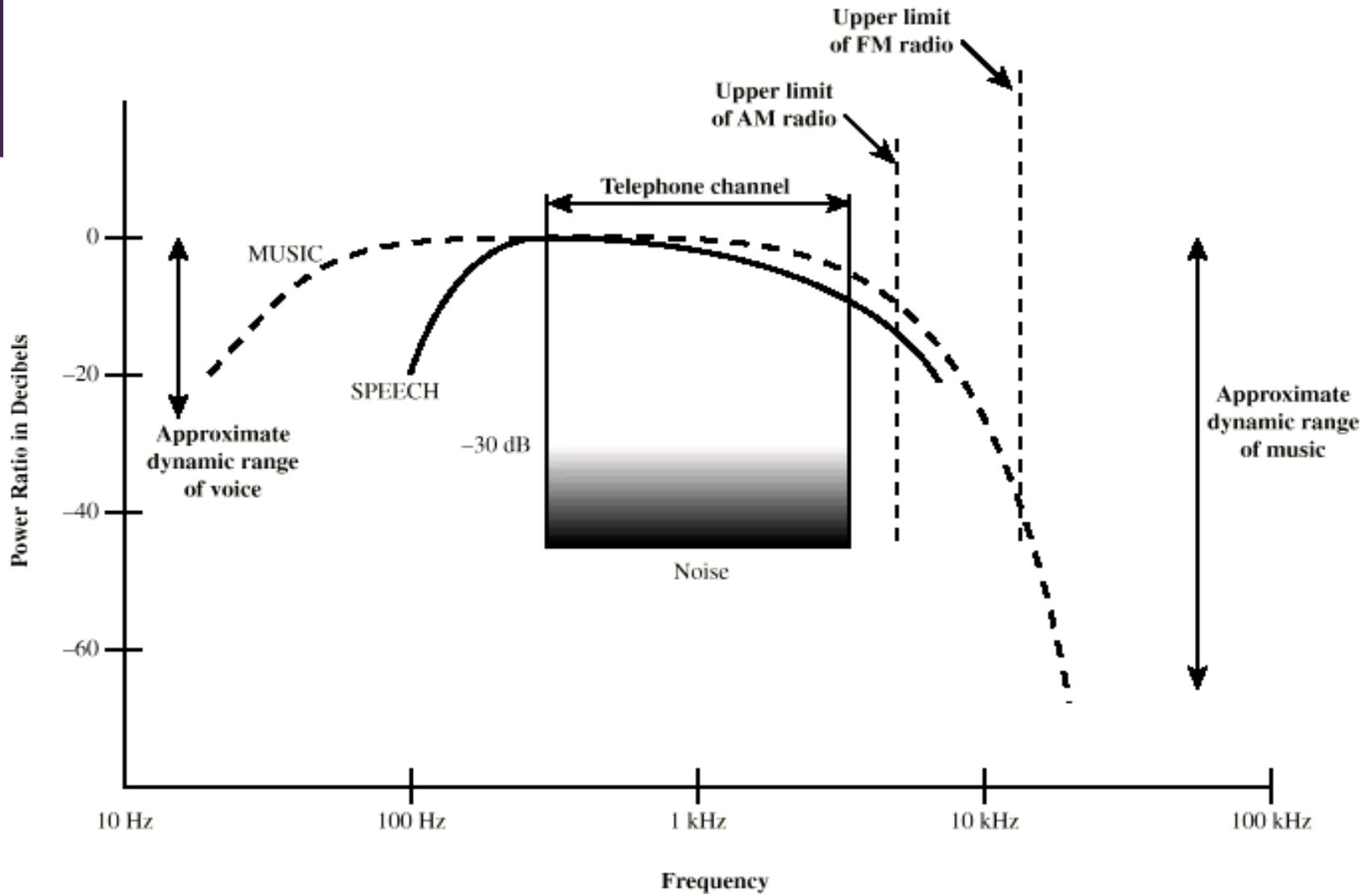
- ▶ **Signals & signalling**

- ▶ Representasi *electric* atau *electromagnetic* dari data, secara fisik merambat sepanjang media transmisi.

- ▶ **Transmission**

- ▶ Komunikasi data melalui perambatan dan pemrosesan sinyal.

Acoustic Spectrum (Analog)



Spektrum akustik dari suara manusia dan musik (note log scales).

Acoustic Spectrum (Analog)

- Data analog mengambil nilai berkelanjutan pada beberapa interval, contoh yang paling dikenal adalah **audio**, dimana didalam bentuk gelombang suara akustik yang dapat dirasa langsung oleh manusia.
- Gambar diatas menunjukkan spektrum akustik dari suara manusia dan musik (*note log scales*). Komponen frekuensi dari suara umum ditemukan pada 100 Hz and 7 kHz dan mempunyai kisaran dinamis diantara 25 dB (sebuah teriakan kira2 300 kali lebih keras dari bisikan).
- Contoh lain dari data analog adalah video.

Sinyal Audio

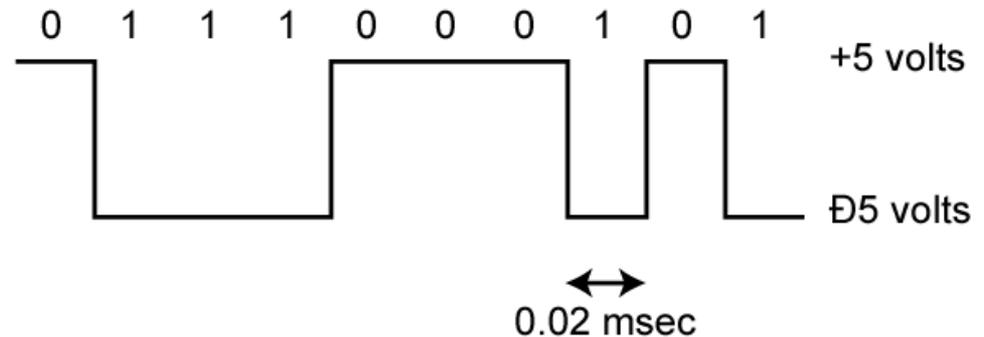
- ▶ Frekuensi antara 20Hz-20kHz (suara 100Hz-7kHz).
- ▶ Sangat mudah diubah menjadi sinyal elektromagnetik.
- ▶ Volume yang beragam diubah ke voltase yang beragam.
- ▶ Dapat membatasi kisaran frekuensi saluran suara ke 300-3400Hz.



In this graph of a typical analog signal, the variations in amplitude and frequency convey the gradations of loudness and pitch in speech or music. Similar signals are used to transmit television pictures, but at much higher frequencies.

Digital Data

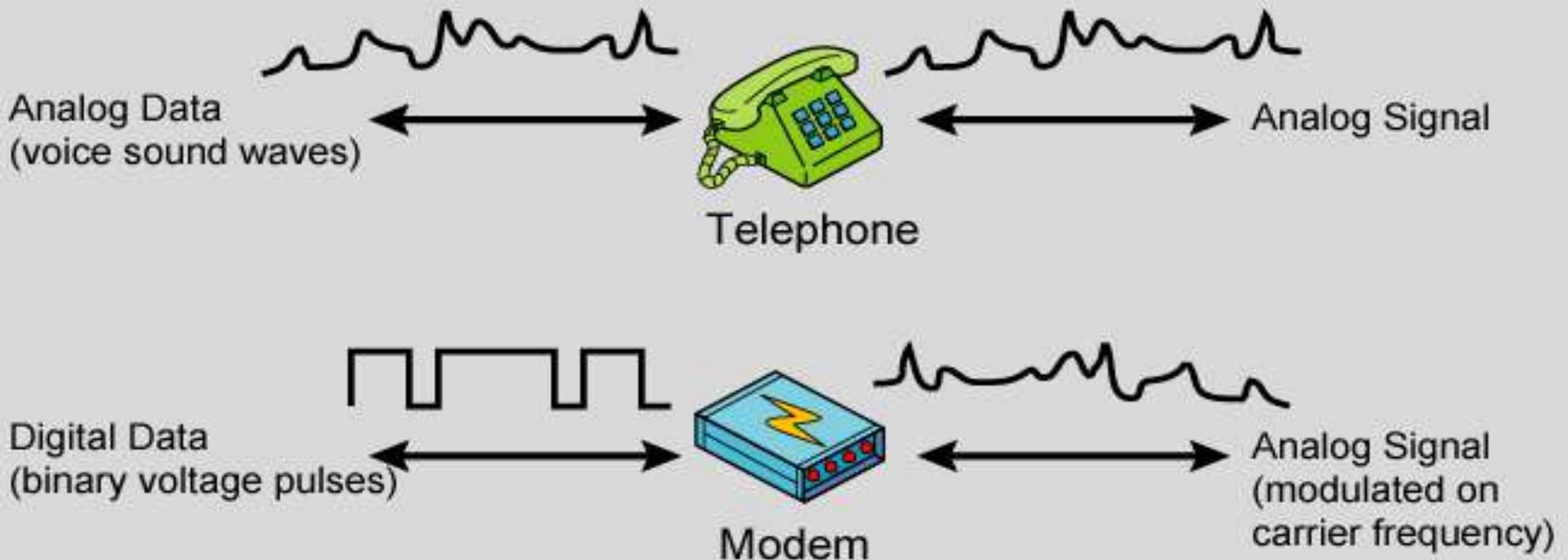
- ▶ Seperti yang dihasilkan oleh komputer dan perangkat lainnya.
- ▶ Memiliki dua komponen dc (tegangan konstan), untuk biner 1 & 0.
- ▶ Bandwidth bergantung pada laju data.



User input at a PC is converted into a stream of binary digits (1s and 0s). In this graph of a typical digital signal, binary one is represented by 0 volts and binary zero is represented by +5 volts. The signal for each bit has a duration of 0.02 msec, giving a data rate of 50,000 bits per second (50 kbps).

Analog Signals

Analog Signals: Represent data with continuously varying electromagnetic wave



Analog Signals

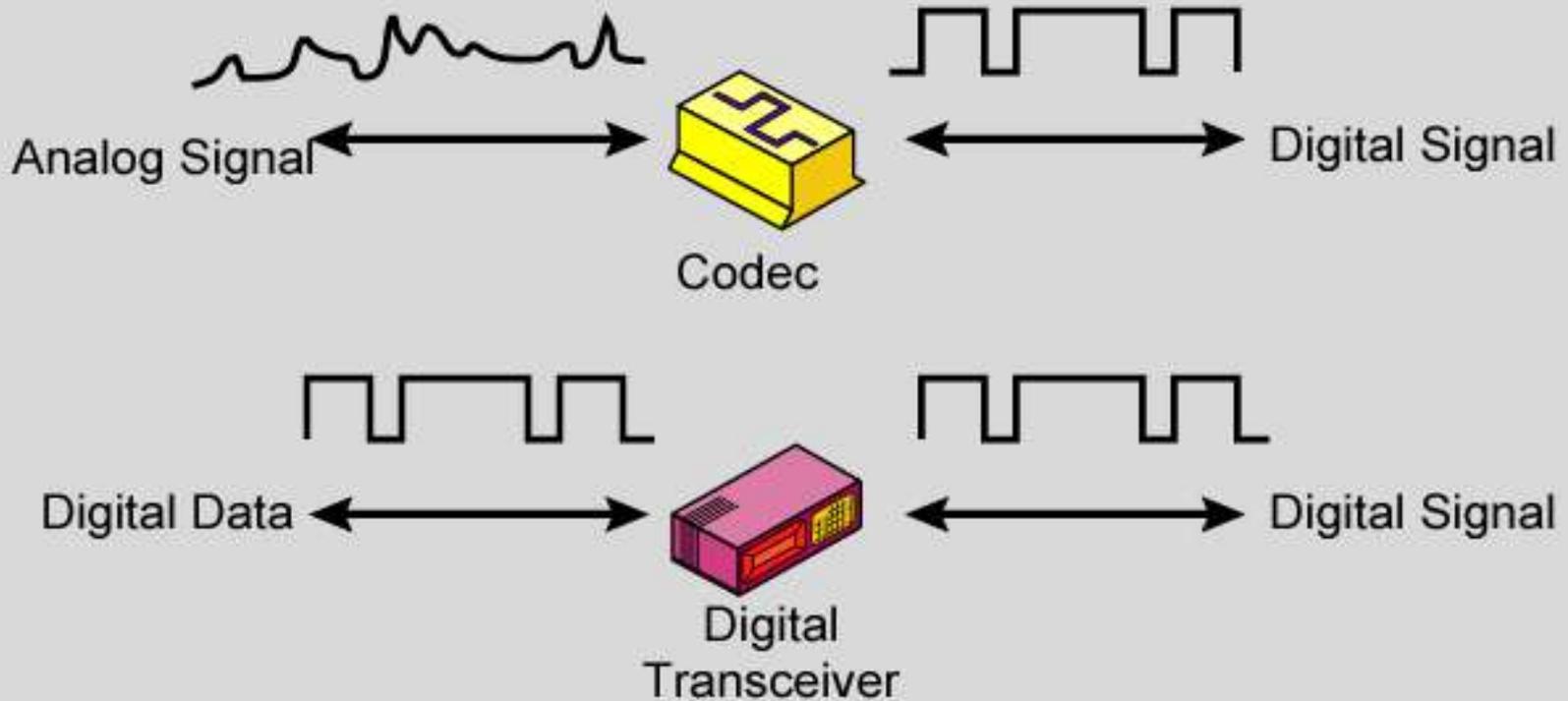
- Data disebarkan dari satu titik ke titik lain melalui sinyal-sinyal elektromagnetik. Baik sinyal analog dan sinyal digital dapat ditransmisikan pada media transmisi yang sesuai.
- Sinyal analog adalah gelombang elektromagnetik secara terus menerus bervariasi yang dapat disebarkan melalui berbagai media, tergantung pada spectrum. Contoh adalah *guided* media dan *unguided* media.
- Sinyal analog dapat digunakan untuk mengirimkan baik data analog diwakili oleh sinyal elektromagnetik yang menempati spektrum yang sama dan data digital menggunakan **modem(modulator/demodulator)** untuk memodulasi data digital pada beberapa frekuensi pembawa.

Analog Signals

- Sinyal analog akan menjadi lemah setelah jarak tertentu.
- Untuk mencapai jarak yang lebih jauh, sistem transmisi analog mencakup *amplifier* yang meningkatkan energi dalam sinyal. Sayangnya, amplifier juga meningkatkan komponen noise. Dengan amplifier mengalir untuk mencapai jarak yang jauh, sinyal menjadi lebih terdistorsi.
- Untuk data analog, seperti suara, sedikit distorsi dapat ditoleransi dan data tetap dimengerti. Namun, untuk data digital, amplifier bertingkat akan menambah kesalahan.

Digital Signals

Digital Signals: Represent data with sequence of voltage pulses



Digital Signals

- Sebuah sinyal digital adalah urutan pulsa tegangan yang dapat ditransmisikan melalui media kawat. Tingkat tegangan positif konstan dapat mewakili biner 0 dan tingkat tegangan negatif konstan dapat mewakili biner 1.
- Sinyal digital dapat digunakan untuk mengirimkan baik data analog dan data digital.
- Data analog dapat dikonversi ke digital menggunakan **codec** (**coder-decoder**), yang mengambil sinyal analog yang secara langsung mewakili data suara dan mendekati sinyal dengan aliran bit.

Digital Signals

- Pada sisi penerima, aliran bit digunakan untuk merekonstruksi data analog. Data digital dapat langsung diwakili oleh sinyal digital.
- Sebuah sinyal digital dapat ditransmisikan hanya jarak yang terbatas sebelum pelemahan, *noise* dan gangguan lain membahayakan integritas data.
- Untuk mencapai jarak yang lebih besar, *repeater* digunakan. Sebuah repeater menerima sinyal digital, memulihkan pola 1 dan 0, dan mentransmisikan kembali sinyal baru. Dengan demikian pelemahan dapat diatasi.

Advantages & Disadvantages of Digital Signals

- ▶ Murah
- ▶ Kurang rentan terhadap *noise*
- ▶ Namun peredaman lebih besar
- ▶ Pilihan digital sekarang lebih disukai

Voltage at
transmitting end



Voltage at
receiving end



Data dan sinyal

	Sinyal Analog	Sinyal Digital
Data Analog	<ol style="list-style-type: none">1. Sinyal menggunakan spektrum yang sama dengan data analog2. Data analog dikodekan untuk menggunakan porsi spektrum yang sama	Data analog dikodekan menggunakan sebuah codec untuk menghasilkan digital bit stream
Data Digital	Data digital dikodekan menggunakan suatu modem untuk menghasilkan sinyal analog	<ol style="list-style-type: none">1. Sinyal terdiri dari 2 tingkat tegangan listrik untuk mewakili 1 dan 02. Data digital dikodekan untuk menghasilkan suatu sinyal digital dengan sifat-sifat yang diinginkan

Perlakuan sinyal

	Transmisi Analog	Transmisi Digital
Sinyal Analog	Disebarkan melalui <i>amplifier</i>	<ul style="list-style-type: none">• Mengasumsikan bahwa sinyal analog mewakili data digital.• Sinyal disebarkan melalui repeater• Pada masing-masing repeater, data digital diperoleh kembali dari sinyal yang masuk dan digunakan untuk membangkitkan sinyal analog keluar yang baru
Sinyal Digital	Tidak dipergunakan	<ul style="list-style-type: none">• Sinyal digital menampilkan stream 0 dan 1, yang mungkin mewakili data digital atau sebuah pengkodean data analog• Sinyal disebarkan melalui repeater• Pada masing-masing repeater, stream 1 dan 0 diperoleh kembali dari sinyal yang masuk dan dipergunakan untuk menghasilkan sinyal digital keluaran yang baru

Gangguan Transmisi

- ▶ Sinyal yang diterima mungkin berbeda dari sinyal yang ditransmisikan menyebabkan:
 - ▶ Analog : menurunkan kualitas sinyal
 - ▶ Digital : bit errors, bit 1 jadi 0 dan sebaliknya
- ▶ Gangguan yang paling cukup signifikan adalah:
 - ▶ Atenuasi dan distorsi atenuasi
 - ▶ Distorsi delay
 - ▶ Noise

Redaman (Atenuasi)

- ▶ Di mana kekuatan sinyal jatuh seiring jarak
- ▶ Bergantung pada media transmisi
- ▶ Kekuatan sinyal yang diterima harus:
 - ▶ Cukup kuat untuk dideteksi
 - ▶ Cukup tinggi dari *noise* untuk mengirim dan menerima sinyal tanpa kesalahan
- ▶ Solusi:
 - ▶ Meningkatkan kekuatan dengan menggunakan *amplifier / repeater*
 - ▶ Menyamakan redaman di seluruh band frekuensi yang digunakan
 - ▶ Misalnya : menggunakan kumparan beban atau amplifiers

Delay Distortion

- ▶ Hanya terjadi pada *guided* media.
- ▶ Terjadi karena kecepatan rambat bervariasi dengan frekuensi.
- ▶ Berbagai komponen frekuensi tiba pada waktu yang berbeda, akibatnya pergeseran tahap diantara frekuensi yang berbeda.
- ▶ Pada data digital, karena bagian dari satu bit menyebar ke yang lain, menyebabkan gangguan intersymbol.

Noise

- ▶ Sinyal tambahan disisipkan di antara *transmitter* dan *receiver*.
- ▶ **Noise thermal**
 - ▶ Disebabkan agitasi termal dari elektron-elektron
 - ▶ Secara merata didistribusikan
 - ▶ *White noise* (*Noise* termal merata di seluruh *bandwidth* biasanya digunakan dalam sistem komunikasi)
 - ▶ Tidak dapat dihilangkan
 - ▶ Sangat signifikan untuk komunikasi satelit.

Noise

▶ *Intermodulation*

- ▶ Sinyal pada frekuensi yang berbeda berbagi media transmisi yang sama.
- ▶ Menghasilkan sinyal pada frekuensi yang merupakan jumlah atau selisih dari dua frekuensi asli atau kelipatan frekuensi tersebut, sehingga mungkin mengganggu layanan di frekuensi ini.
- ▶ Dihasilkan oleh non-linieritas pada pemancar, penerima atau intervensi media transmisi.

Noise

▶ **Crosstalk**

- ▶ Sinyal dari satu jalur diambil oleh jalur lain
- ▶ Contoh : penggandengan listrik di antara pasangan terdekat *twisted pair* atau jalur kabel *coaxial* membawa beberapa sinyal, ketika menggunakan telepon dapat mendengarkan percakapan orang lain.
- ▶ Tingkat besaran sama atau lebih kecil dari *noise* termal.

Noise

- ▶ ***Impulse***

- ▶ Pulsa listrik tidak teratur

- ▶ *External Electromagnetic Interference*

- ▶ Lonjakan *noise* durasi pendek

- ▶ Gangguan kecil pada data analog

- ▶ Sumber kesalahan dalam komunikasi data digital

Noise

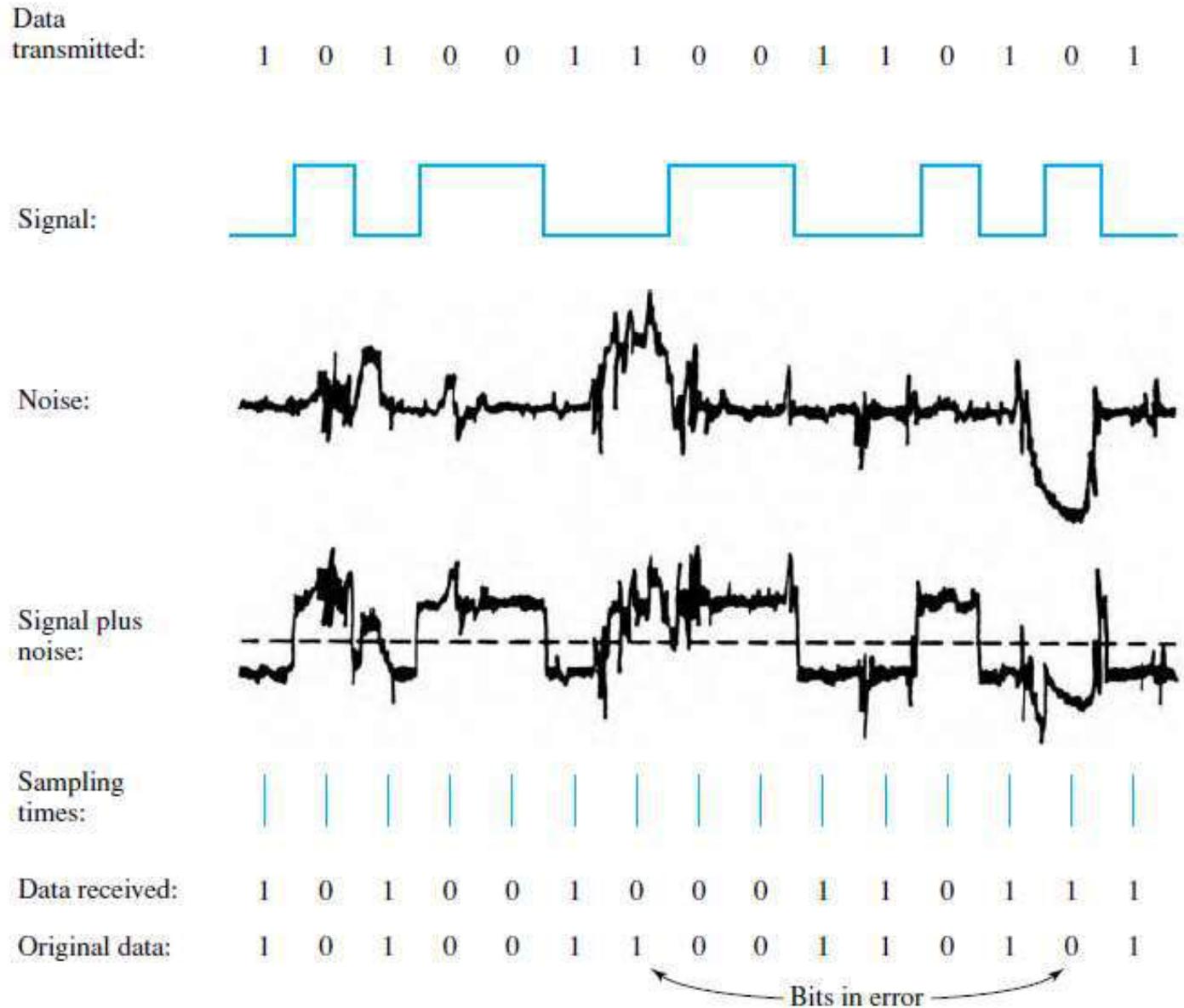


Figure 3.16 Effect of Noise on a Digital Signal

Channel Capacity

- ▶ Kecepatan maksimum data dapat ditransmisikan melalui jalur komunikasi tertentu (kanal) pada kondisi tertentu.
- ▶ Empat konsep :
 - ▶ Kecepatan data : bit perdetik (bps)
 - ▶ Bandwidth : siklus perdetik (Hertz)
 - ▶ Noise : tingkat noise rata-rata sepanjang jalur komunikasi
 - ▶ Laju kesalahan : 0 ditransmisikan, 1 yang diterima dan sebaliknya.

Referensi :

1. Komunikasi Data, William Stalling
2. <http://www.cs.science.cmu.ac.th/person/ekkarat/ITInfra.php>