



**UHW**  
UNIVERSITAS HAYAM WURUK  
PERBANAS

Pertemuan 4

# PHYSICAL LAYER



AUDIO MODUL 4

## TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

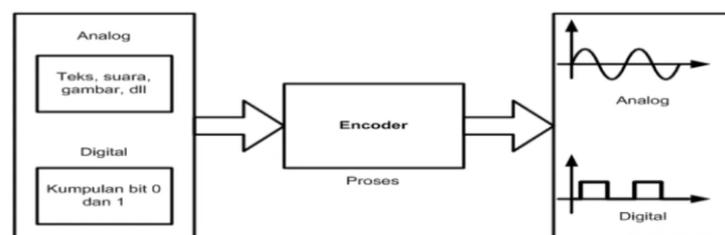
1. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep data, sinyal, bandwidth.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan transmisi analog dan digital

## DATA

Data merupakan segala fakta yang terekam. Data sendiri terbagi menjadi dua jenis yakni data analog (suara yang terekam, video yang terekam dan lain-lain) dan data digital (perangkat digital komputer seperti SSD, RAM, dan lain-lain).

## SIGNAL

Data yang telah mengalami suatu proses sehingga dapat ditransmisikan ke dalam suatu saluran transmisi. Proses tersebut disebut sebagai encoder. Signal terbagi menjadi dua jenis yakni signal analog (sinyal telepon, sinyal televisi, dan sinyal radio) dan signal digital (memiliki nilai diskrit, contohnya text dan integrasi)



Gambar 4.1 Proses Perubahan Data

## DATA RATE

Kecepatan data yang merupakan jumlah data yang ditransmisikan melalui suatu koneksi dalam satuan bit per second (bps). Kecepatan data ini tidak boleh lebih tinggi dari bandwidth koneksi.

## SPECTRUM DAN BANDWIDTH

Spectrum merupakan batas pada frekuensi-frekuensi dalam suatu sinyal. Spectrum dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- Absolute Bandwidth yang merupakan lebar spectrum.
- Effective Bandwidth merupakan pita dengan ukuran yang sempit atau juga disebut narrowband pada frekuensi-frekuensi yang memuat sebagian besar energi.

Istilah *Bandwidth* sendiri merupakan kapasitas maksimum yang dapat digunakan untuk mentransmisikan data melalui koneksi internet selama periode waktu tertentu. *Bandwidth* diukur dalam satuan *bit per second* (bps). Semisal kecepatan Wi-Fi hingga

70 Mbps yang artinya jaringan tersebut bisa mengirimkan data maksimal 70 MB per detik atau dengan kata lain memiliki *bandwidth* sebesar 70 Mbps. Bandwidth dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- **Digital Bandwidth**

Digital Bandwidth adalah jumlah data yang dapat ditransmisikan melalui sebuah kanal komunikasi tanpa distorsi yang dapat diukur dalam satuan bits per second.

- **Analog Bandwidth**

Analog bandwidth adalah perbedaan dari rentang frekuensi antara frekuensi terendah dengan frekuensi tertinggi yang dapat diukur dalam satuan Hertz (Hz).

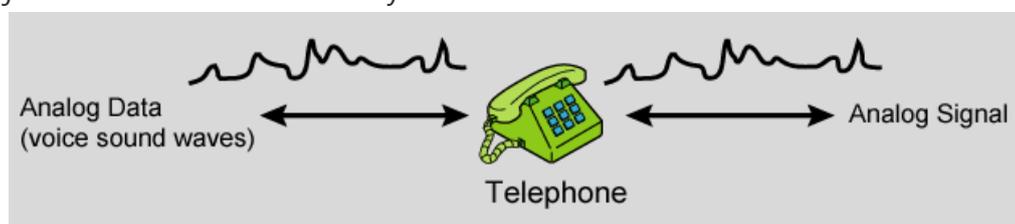
## TRANSMISI ANALOG

Transmisi analog merupakan proses mengirimkan informasi atau data melalui media transmisi fisik dalam bentuk representasi sinyal analog. Data ditransmisikan melewati gelombang pembawa (*carrier wave*), yaitu gelombang yang dapat mengangkut data dengan memodifikasi salah satu karakteristiknya yakni amplitude, frekuensi atau fasa. Sinyal ini terdapat berupa data dari analog (data suara) atau data digital (data modem). Untuk pengiriman jarak jauh, transmisi analog membutuhkan alat penguat yang disebut sebagai amplifier untuk meningkatkan daya energi dalam sinyal. Akan tetapi penggunaan amplifier juga meningkatkan noise yang terdapat pada sinyal.

Terdapat dua jenis transmisi analog yang berdasarkan jenis datanya, yaitu :

- **Transmisi Analog Data Analog**

Jenis transmisi ini merupakan data yang sudah dalam bentuk analog. Untuk mengirimkan sinyal jenis ini harus membawa sinyal yang akan dikirim dan gelombang pembawanya, sehingga gelombang yang akan ditransmisikan akan menjadi kombinasi dari keduanya.



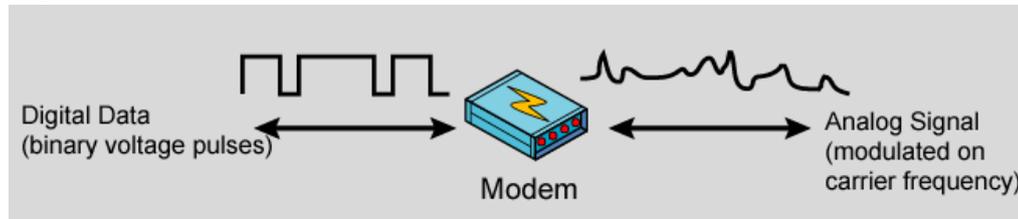
Gambar 4.2 Transmisi Analog Data Analog

- **Transmisi Analog Data Digital**

Pada sistem transmisi analog, data digital yang akan dikirimkan harus dikonversi terlebih dahulu, maka perlu sebuah alat yang dapat mentransmisikan data digital

secara analog. Alat tersebut berupa modem (modulator demodulator) yang mempunyai fungsi:

- Modulasi: Mengkonversi data digital berupa bilangan biner 0 dan 1 menjadi sinyal analog (variasi sinyal kontinyu dari besaran fisik).
- Demodulasi: Data yang berupa sinyal analog diubah kembali menjadi data digital.



Gambar 4.2 Transmisi Analog Data Digital

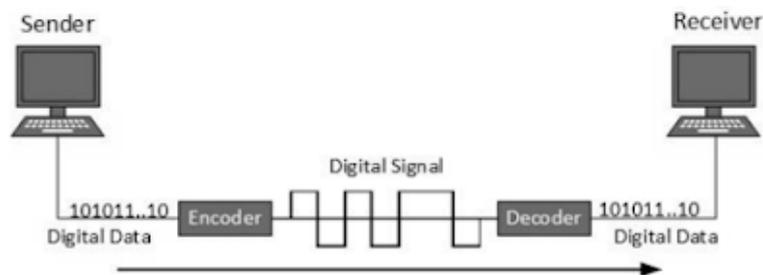
## TRANSMISI DIGITAL

### KONVERSI DIGITAL KE DIGITAL

Encoding merupakan proses untuk mengubah sinyal asal, ke dalam bentuk yang lebih optimal sebagai keperluan komunikasi data. Dalam transmisi digital terdapat dua cara mengubah data digital menjadi sinyal digital yakni dengan teknik line coding dan block coding. Untuk semua jenis komunikasi, line coding diperlukan sedangkan blok coding bersifat opsional.

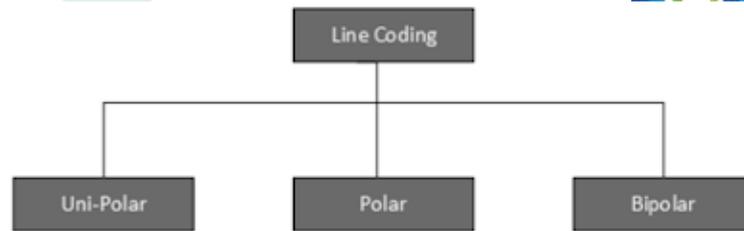
### Line Coding

Line Coding merupakan suatu proses untuk mengubah data digital menjadi sinyal digital. Data digital yang dalam format biner direpresentasikan (disimpan) secara internal sebagai seri 1s dan 0s.



Gambar 4.1 Proses Line Coding

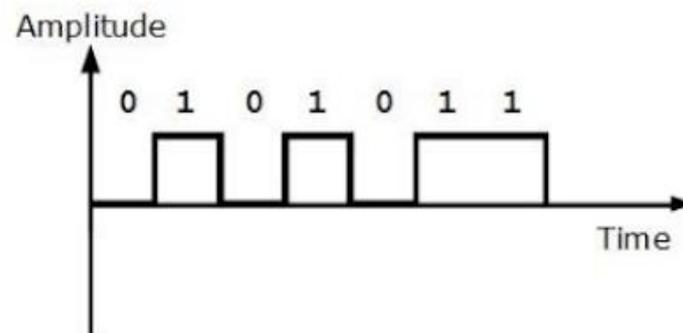
Secara umum, terdapat tiga teknik line coding yang dapat dilakukan untuk merubah data digital ke signal digital yaitu:



Gambar 4.2 Skema Line Coding

### Unipolar Encoding

Skema pengkodean unipolar mengirimkan deretan pulsa berupa tegangan ke media transmisi. Untuk tegangan bernilai mewakili biner 1 dan untuk tegangan nol mewakili biner 0. Sedangkan polaritasnya hanya yaitu positif atau negative. Teknik ini juga disebut Unipolar-Non-return-to-zero, karena tidak ada kondisi istirahat yaitu itu mewakili 1 atau 0.



Gambar 4.3 Unipolar Encoding

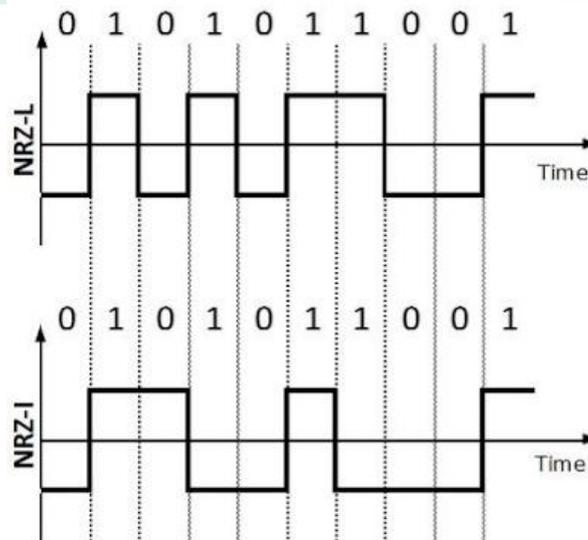
### Polar Encoding

Skema pengkodean polar menggunakan dua level tegangan (positif dan negative) untuk mengatasi masalah adanya level tegangan pada transmisi. Dengan memberikan level positif pada bit 1 dan level negative pada bit 0 akan menghilangkan masalah DC komponen pada transmisi. Pengkodean polar mempunyai beberapa jenis yaitu:

- **Polar Non Return to Zero (Polar NRZ)**

Mekanisme ini menggunakan dua level tegangan yang berbeda untuk mewakili nilai-nilai biner. Tegangan positif mewakili bit 1 dan tegangan negatif mewakili bit 0.

Skema NRZ memiliki dua jenis yaitu: NRZ-L dan NRZ-I.

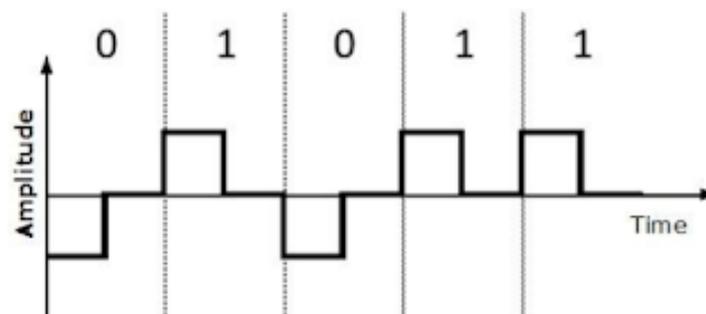


**Gambar 4.4 Skema NRZ**

Skema NRZ-L merupakan teknik pengkodean dua voltase yang berbeda dikodekan sebagai bit 0 dan bit 1. Voltase tersebut bersifat konstan selama interval bit. Sedangkan skema NRZ-I disusun secara terbalik pada 1 yang mana voltase tegangan konstan selama duration bit. Transisi dari rendah ke tinggi atau dari tinggi ke rendah dikodekan dengan bit 1 dan jika tidak ada transisi maka dikodekan dengan bit 0.

- **Return to Zero (RZ)**

Teknik RZ menggunakan tiga level tegangan, tegangan positif untuk mewakili 1, tegangan negatif mewakili 0 dan tegangan nol untuk tidak ada. Pada teknik ini signal baik positif maupun negatif akan kembali ke posisi netral "nol", ditengah durasi waktu bit. Transisi signal ditengah durasi waktu bit ini dipakai untuk sinkronisasi. Akan tetapi dengan menggunakan teknik ini diperlukan dua signal yang berubah baik bit 1 maupun bit 0 ditengah interval yang akan menyebabkan bandwidth akan bertambah besar.



**Gambar 4.5 Return to Zero**

- **Manchester**

Skema pengkodean ini merupakan kombinasi dari RZ dan NRZ-L. Transisi dilakukan pada separuh dari masing-masing periode bit. Transisi dari tegangan rendah ke tegangan tinggi direpresentasikan sebagai bit 1 dan transisi dari tegangan tinggi ke tegangan rendah direpresentasikan sebagai bit 0.

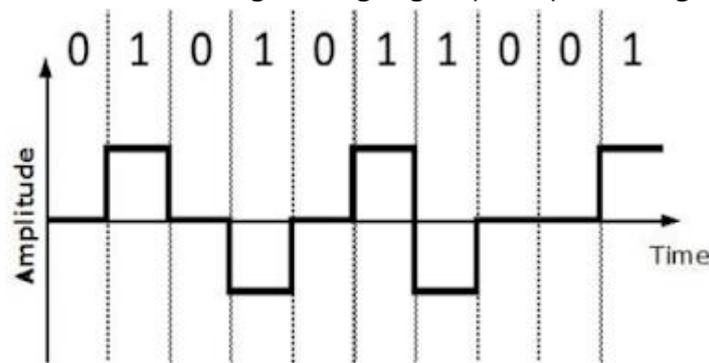
- **Differential Manchester**

Skema pengkodean ini merupakan kombinasi dari RZ dan NRZ-L.

Transisi pada awal periode bit direpresentasikan sebagai bit 0 sedangkan jika tidak ada transisi pada awal periode bit direpresentasikan sebagai bit 1.

### Bipolar Encoding

Pengkodean bipolar menggunakan tiga level tegangan yakni positif, negatif, dan nol. Tegangan nol mewakili bit 0 sedangkan tegangan positif dan negatif mewakili bit 1.



Gambar 4.6 Bipolar Encoding

### Block Coding

Untuk memastikan keakuratan frame data yang diterima, digunakanlah bit redundan. Sebagai contoh, di even-parity, satu bit parity ditambahkan untuk membuat hitungan 1s dalam frame. Sehingga dengan cara tersebut jumlah bit asli dapat ditingkatkan. Pengkodean blok diwakili oleh notasi slash, mB / nB. Berarti, blok m-bit diganti dengan blok n-bit di mana  $n > m$ . Pengkodean blok melibatkan tiga langkah :

1. Division
2. Substitution
3. Combination.

### Konversi Analog-ke-Digital

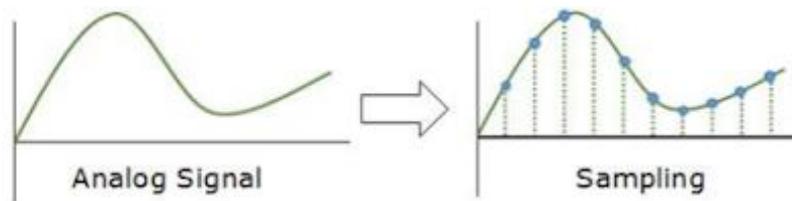
Mikrofon membuat suara analog dan kamera membuat video analog, yang diperlakukan adalah data analog. Untuk mengirimkan data analog ini melalui sinyal digital, perlu analog konversi digital. Data analog adalah aliran data kontinu dalam bentuk gelombang sedangkan data digital diskrit. Untuk mengubah gelombang analog menjadi data digital, kita menggunakan Pulse Code Modulation (PCM).

PCM adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengubah data analog menjadi digital bentuk. Ini melibatkan tiga langkah :

- Sampling
- Quantization
- Encoding.

### 1. Sampling

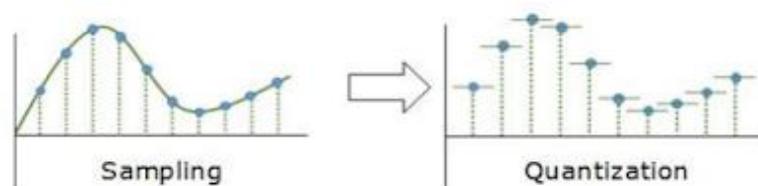
Metode ini dimana signal analog diambil sampelnya disetiap interval T. Faktor terpenting dalam pengambilan sampel adalah laju pengambilan sampel signal analog. Menurut Nyquist Theorem, laju sampling harus setidaknya dua kali frekuensi tertinggi dari signal.



Gambar 4.7 Proses Sampling

### 2. Quantization

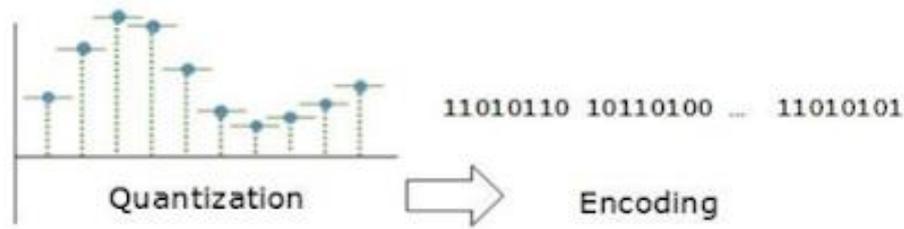
Pengambilan sampel dari signal analog kontinu menghasilkan bentuk diskrit. Setiap pola diskrit menunjukkan amplitudo signal analog pada saat itu. Tahapan kuantisasi dilakukan antara nilai amplitudo maksimum dan nilai amplitudo minimum. Fase ini merupakan perkiraan nilai analog sesaat.



Gambar 4.8 Proses Kuantisasi

### 3. Encoding

Dalam encoding, setiap nilai dari tahap kuantisasi yang diperkirakan kemudian dikonversi ke dalam deretan biner.



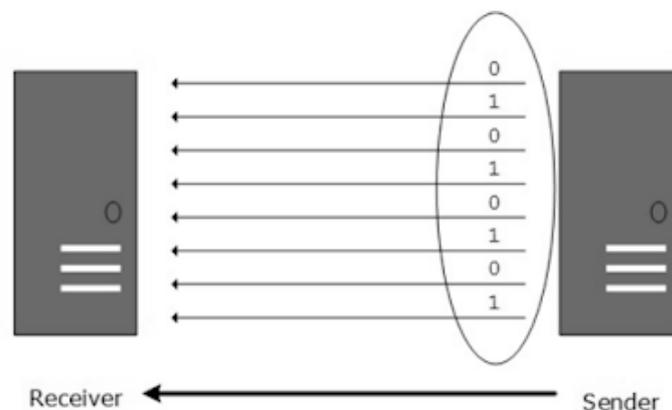
Gambar 4.9 Proses Encoding

### Mode Transmisi

Mode transmisi memutuskan bagaimana data ditransmisikan antara dua sistem komputer yakni pengirim dan penerima, Data biner yang dalam bentuk 1s dan 0s dapat dikirim dalam dua mode yang berbeda yakni mode Paralel dan mode Serial.

### Transmisi Paralel

Transmisi ini pada sisi pengirim dan penerima terhubung secara paralel dengan jumlah baris data yang sama. Bit biner disusun secara kelompok dengan panjang konstan. Kedua sistem komputer baik pengirim dan penerima membedakan antara jalur dengan bit 1 dan bit 0. Pengirim mengirim semua bit sekaligus di semua link. Keuntungan menggunakan transmisi paralel yakni kecepatan transmisi tinggi namun juga mempunyai kerugiannya berupa biaya kabel yang besar karena data dikirim secara paralel.



Gambar 4.10 Transmisi Paralel

### Transmisi Serial

Dalam transmisi serial, bit dikirim satu demi satu secara antrian. Serial transmisi hanya membutuhkan satu saluran komunikasi. Sehingga kecepatan transmisi tidak begitu tinggi.



**Gambar 4.11 Transmisi Seri**

Transmisi serial sendiri dibagi menjadi dua yakni berupa asynchronous dan synchronous.

#### Transmisi Seri Asynchronous

Dinamai demikian karena tidak ada waktu yang penting dalam proses ini. Bit data memiliki pola secara spesifik dan membantu penerima mengenali bit data awal dan akhir.

#### Transmisi Seri Synchronous

Pengaturan waktu dalam transmisi ini menjadi penting karena tidak ada mekanisme diikuti untuk mengenali bit data awal dan akhir. Tidak ada pola atau awalan / akhiran pada metode. Keuntungan dari transmisi sinkron adalah kecepatan tinggi, tidak memiliki overhead header dan tambahan bit footer seperti pada transmisi Asynchronous.



## Daftar Pustaka

1. Lukas, J., 2006, Jaringan Komputer, Graha Ilmu, Yogyakarta
2. Sutanta, E., 2005, Komunikasi Data & Jaringan Komputer, Graha Ilmu, Yogyakarta
3. Kurose, Ross, 2017, Computer Networking, A Top-Down Approach (Seventh Edition), Pearson, New York