

Data Encoding

1. Pengenalan

Teknik Encoding dan modulasi :

- Untuk pensinyalan digital, suatu sumber data $g(t)$ dapat berupa digital atau analog yang di encode menjadi suatu sinyal digital $x(t)$
- Untuk pensinyalan analog, input sinyal $m(t)$ dapat berupa analog atau digital dan disebut sinyal pemodulasi (sinyal baseband), yang dimodulasi menjadi sinyal termodulasi $s(t)$. Dasarnya adalah memodulasi sinyal carrier yang sesuai dengan medium transmisinya.

Modulasi adalah proses encoding sumber data dalam suatu sinyal carrier dengan frekuensi f_c .

2. Teknik Pengkodean :

a. Data digital sinyal digital

Pendahuluan

Elemen sinyal : tiap pulsa dari sinyal digital. Data binary yang ditransmisikan dengan meng-encode tiap bit data menjadi elemen-elemen sinyal.

Sinyal unipolar : semua elemen sinyal yang mempunyai tanda yang sama, yaitu positif semua atau negative semua.

Sinyal polar : elemen-elemen sinyal dimana salah satu kondisinya diwakili oleh level tegangan positif dan yang lainnya level tegangan negatif.

Durasi : atau lebar suatu bit , yaitu waktu yang dibutuhkan oleh transmitter untuk memancarkan bit tersebut.

Modulation rate : kecepatan dimana level sinyal berubah, dinyatakan dalam Bauds atau elemen sinyal perdetik.

Mark = digit binary '1'

Space = digit binary '0'

Interpretasi Sinyal

Tugas Receiver dalam mengartikan sinyal digital :

- Receiver harus mengetahui timing setiap bit.
- Receiver harus menentukan apakah level sinyal dalam posisi bit 1 (high) atau 0 (low).

Tugas-tugas ini dilaksanakan dengan men-sampling tiap posisi bit pada tengah-tengah interval dan membandingkan nilainya dengan threshold.

Faktor kesuksesan receiver mengartikan sinyal datang :

- Data rate (kecepatan data) : peningkatan data rate akan meningkatkan bit error rate (kecepatan terjadinya kesalahan bit).
- Rasio S/N (signal to Noise Ratio / SNR) : Peningkatan S/N akan menurunkan bit error rate.
- Bandwidth : peningkatan bandwidth dapat meningkatkan data rate.

Perbandingan Skema Encoding

Lima faktor yang perlu dinilai dan dibandingkan dari berbagai skema encoding :

- Spektrum sinyal : desain sinyal yang bagus harus mengkonsentrasikan kekuatan transmisinya pada daerah tengah dari bandwidth transmisi ; untuk mengatasi distorsi dalam penerimaan sinyal, digunakan desain kode yang sesuai dengan bentuk dari spektrum sinyal transmisi.
- Clocking : menentukan awal dan akhir dari setiap posisi bit dengan mekanisme sinkronisasi yang berdasarkan pada sinyal transmisi.
- Deteksi error : dibentuk dalam skema fisik encoding sinyal.
- Interferensi sinyal dan kekebalan terhadap noise : beberapa kode lebih baik dari yang lain.
- Biaya dan kompleksitas : semakin tinggi kecepatan pensinyalan untuk memenuhi data rate yang ada, semakin besar biayanya.

Skema Encoding

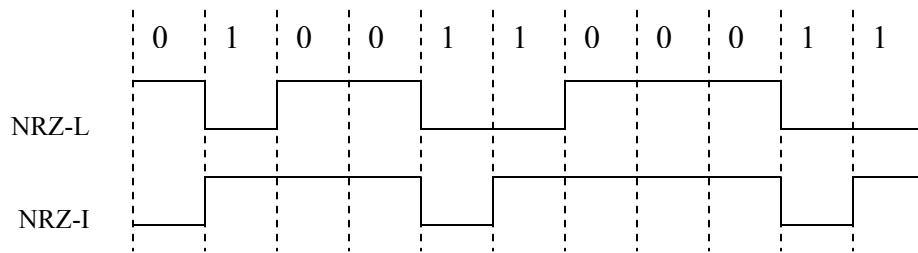
1. Non return to zero level (NRZ-L)

- Yaitu suatu kode dimana tegangan negatif dipakai untuk mewakili suatu binary dan tegangan positif untuk binary lainnya (dua perbedaan tegangan untuk bit-0 dan bit-1).
- Tegangan konstan selama interval bit ; tidak ada transisi untuk kembali ke tegangan nol, misalnya.
- Penerapan : tegangan konstan positif untuk '1' dan tidak ada tegangan untuk '0', atau tegangan negatif untuk nilai '1' dan positif untuk nilai yang lain.

2. Non return to zero inverted (NRZ-I)

- Yaitu suatu kode dimana suatu transisi (low ke high atau high ke low) pada awal suatu bit time akan dikenal sebagai binary '1' untuk bit time tersebut. ; tidak ada transisi berarti binary '0', sehingga NRZI merupakan salah satu

contoh dari deferensial encoding. Keuntungannya : lebih kebal noise, tidak dipengaruhi oleh level tegangan.



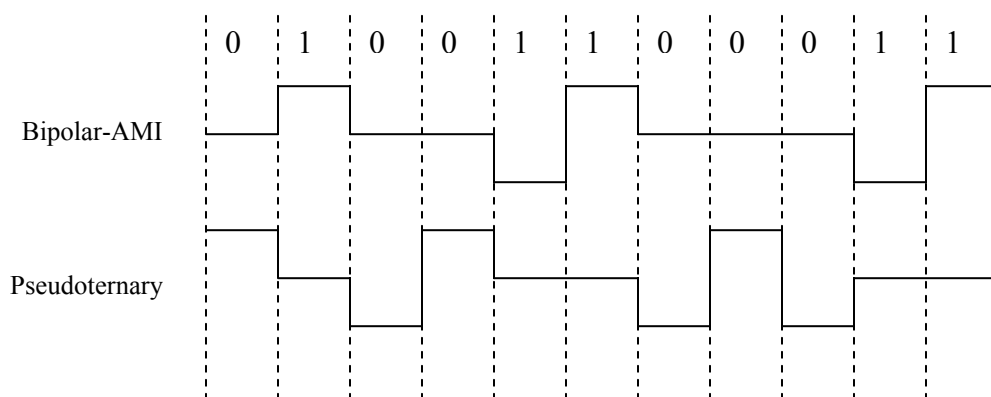
Kelemahan NRZ-L dan NRZ-I :

- Keterbatasan dalam komponen dc
- Kemampuan sinkronisasi yang buruk

3. Multilevel Binary

Yaitu suatu kode yang menggunakan 2 level sinyal, yaitu :

- Bipolar-AMI :
 - Suatu kode dimana binary '0' diwakili dengan tidak adanya sinyal garis dan binary '1' diwakili oleh suatu pulsa positif atau negatif yang berubah-ubah polaritasnya.
 - Tidak ada loss sync jika terdapat deretan satu yang panjang (deretan nol dapat saja terjadi masalah).
 - Tidak ada net komponen DC.
 - Bandwidth yang lebih rendah
 - Mudah dalam deteksi kesalahan
- Pseudoternary :
 - Suatu kode dimana binary '1' diwakili dengan tidak adanya sinyal garis dan binary '0' oleh pergantian pulsa-pulsa positif dan negatif.



Keunggulan Multilevel binary dibanding 2 teknik NRZ :

- Kemampuan sinkronisasi yang baik.
- Tidak menangkap komponen dc
- Pemakaian bandwidth yang lebih kecil.
- Dapat menampung bit informasi lebih banyak

Kelemahan Multilevel binary dibanding 2 teknik NRZ :

- Diperlukan receiver yang mampu membedakan 3 level (+A , -A , 0) sehingga membutuhkan lebih dari 3 db kekuatan sinyal dibandingkan NRZ untuk probabilitas bit error yang sama.

4. Biphase

Terdapat dua teknik biphase, yaitu :

- Manchester : kode dimana ada suatu transisi pada setengah dari periode tiap bit : transisi low ke high mewakili binary '1' dan high ke low mewakili binary '0'.
- Differential manchester : kode diman binary '0' diwakili oleh adanya transisi di awal periode suatu bit dan binary '1' diwakili oleh ketiadaan transisi di awal periode suatu bit.

Keuntungan rancangan biphase :

- Sinkronisasi : karena adanya transisi setiap bit time, receiver dapat men-sinkron-kan transisi tersebut. Hal ini disebut 'self clocking codes'.
- Tidak ada komponen dc.
- Deteksi terhadap error : ketiadaan transisi yang diharapkan, dapat dipakai untuk mendeteksi error.

Kekurangan rancangan biphase :

- Memakai bandwidth yang lebih lebar dari multilevel binary.
- Kecepatan modulasi maksimum 2 kali NRZ.

Modulation rate (kecepatan modulasi) :

Adalah kecepatan dimana elemen-elemen suatu sinyal terbentuk. Contoh : untuk kode manchester, maksimum modulation rate = $2 / t_B$

Cara menyatakan modulation rate yaitu dengan menentukan rata-rata jumlah transisi yang terjadi per bit time. Diformulasikan :

$$\text{Data rate} = \frac{1}{\text{Durasi bit } (t_B)}$$

Teknik Scrambling

Teknik biphase memerlukan kecepatan pensinyalan yang relatif tinggi terhadap data rate sehingga lebih mahal pada aplikasi jarak jauh. Teknik scrambling, yaitu dimana serangkaian level tegangan yang tetap pada garis, digantikan dengan serangkaian

pengisi yang akan melengkapi transisi yang cukup untuk clock receiver agar dapat tetap mempertahankan sinkronisasi.

Hasil desain ini :

- Tidak ada komponen dc.
- Tidak ada serangkaian sinyal level nol yang panjang.
- Tidak terjadi reduksi pada data rate
- Kemampuan deteksi error.

5. Bipolar with 8-zeros substitution (B8ZS)

Suatu kode yang :

- Jika terjadi oktaf dari semua nol dan pulsa tegangan terakhir yang mendahului oktaf ini adalah positif, maka 8 nol dari oktaf tersebut di-encode sebagai 000+ -0- +
- Jika terjadi oktaf dari semua nol dan pulsa tegangan terakhir yang mendahului oktaf ini adalah negatif, maka 8 nol dari oktaf tersebut di-encode sebagai

6. High density bipolar 3-zeros (HDB3)

Suatu kode yang menggantikan string-string dari 4 nol dengan rangkaian yang mengandung satu atau dua pulsa yang disebut kode violation. Jika violation yang terakhir positif maka violation ini pasti negatif dan sebaliknya.

b. Data digital sinyal analog

Transmisi data digital dengan menggunakan sinyal analog. Contoh umumnya yaitu public telephone network (300-3400Hz). Device yang dipakai adalah modem (modulator dan de-modulator) yang mengubah data digital ke sinyal analog (modulator) dan mengubah sinyal analog ke digital (demodulator).

Teknik Encoding :

1. Amplitudo shift Keying (ASK)

Dua binary diwakilkan dengan dua amplitudo frekuensi carrier (pembawa) yang berbeda atau dinyatakan sebagai :

$$S(t) = \begin{cases} A \cos (2 \pi f_c t + \theta_c) & \text{binary '1' } \quad \text{--sinyal carrier} \\ 0 & \text{binary '0' } \end{cases}$$

data rate hanya sampai 1200 bps pada voice grade line ; dipakai dalam transmisi melalui fiber optik.

2. Frequency Shift Keying (FSK)

Dua binary diwakilkan dengan dua frekuensi yang berbeda yang dekat dengan frekuensi carrier atau dinyatakan sebagai :

$$S(t) = \begin{cases} A \cos (2 \pi f_1 t + \theta_c) & \text{binary '1'} \\ A \cos (2 \pi f_2 t + \theta_c) & \text{binary '0'} \end{cases}$$

data rate dapat mencapai 1200 bps pada voice grade line ; dipakai dalam transmisi radio frekuensi tinggi dan local network dengan frekuensi tinggi yang memakai kabel coaxial.

3. Phase Shift Keying

Binary '0' diwakilkan dengan mengirim satu sinyal dengan fase yang sama terhadap sinyal yang dikirim sebelumnya dan binary '1' diwakilkan dengan mengirim suatu sinyal dengan fase berlawanan terhadap sinyal yang dikirim sebelumnya, atau dapat dinyatakan sebagai :

$$S(t) = \begin{cases} A \cos (2 \pi f_c t + \pi) & \text{binary '1'} \\ A \cos (2 \pi f_c t) & \text{binary '0'} \end{cases}$$

Bila elemen persinyalan mewakili lebih dari satu bit, maka bandwidth yang dipakai lebih efisien, sebagai contoh Quadrature phase shift keying (QPSK) memakai beda fase setiap 90° .

$$S(t) = \begin{cases} A \cos (2 \pi f_c t + 45^\circ) & \text{binary '11'} \\ A \cos (2 \pi f_c t + 135^\circ) & \text{binary '10'} \\ A \cos (2 \pi f_c t + 225^\circ) & \text{binary '00'} \\ A \cos (2 \pi f_c t + 315^\circ) & \text{binary '01'} \end{cases}$$

Setiap elemen sinyal mewakili 2 bit ; jadi terdapat 12 sudut fase yang memakan modem standar 9600 bps.

Kinerja Skema Modulasi Digital ke Analog :

- Bandwidth :
 - Bandwidth ASK dan PSK berhubungan langsung ke bit rate (kecepatan bit).
 - Bandwidth FSK berhubungan ke data rate untuk frekuensi-frekuensi lebih rendah, tetapi berhubungan dengan offset frekuensi yang termodulasi dari sinyal carrier, pada frekuensi tinggi
- Ketika terdapat noise, bit error rate dari PSK lebih tinggi 3 dB (superior) terhadap ASK dan FSK.

c. Data Analog sinyal Digital

Digitalisasi : Proses transformasi data analog ke sinyal digital

Tiga hal yang umum terjadi setelah proses digitalisasi :

- Data digital dapat ditransmisi menggunakan NRZ-L
- Data digital dapat di-encode sebagai sinyal digital memakai kode selain NRZ-L dengan beberapa langkah tambahan.
- Data digital dapat diubah menjadi sinyal analog, menggunakan salah satu teknik modulasi.

Codec (coder – decoder) : device yang digunakan untuk mengubah data analog menjadi bentuk digital untuk transmisi dan kemudian untuk mendapatkan kembali data analog dari data digital tersebut.

Teknik Encoding dalam codec :

Pulse Code Modulation (PCM)

Dilakukan berdasarkan teori sampling, frekuensi sampling (f_s) harus lebih besar atau sama dengan $2x$ frekuensi tertinggi sinyal (f_h), atau diformulasikan :

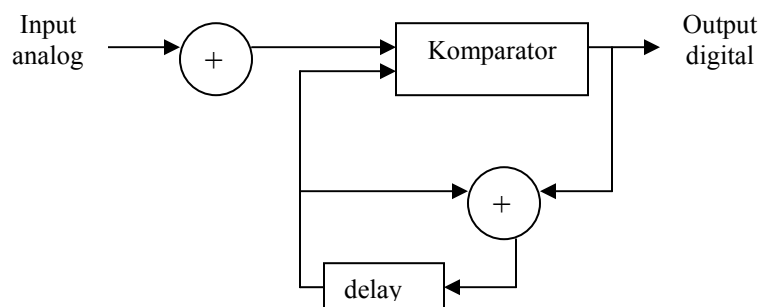
$$f_s \geq 2 f_h$$

Jika sinyal asal dianggap mempunyai bandwidth B , maka kecepatan pengambilan sampel yaitu $2B$ atau $1/2B$ detik. Sampel-sampel ini diwakilkan sebagai pulsa-pulsa pendek yang amplitudonya proporsional terhadap nilai dari sinyal asal. Proses mewakili ini disebut pulse amplitudo Modulation (PAM).

Lalu amplitudo setiap pulsa PAM diwakili oleh n -bit integer, misalnya $n=3$ maka $2^3 = 8$ level yang mungkin terjadi. Suatu sistem 4 bit akan memberikan 16 level.

Delta Modulation (DM)

- Input analog ditransformasikan dengan fungsi tangga (stairs Function).
- Gerakan ke atas atau ke bawah 1 level (δ) terjadi pada setiap interval pencuplikan, disebut **perilaku biner**.
- Operasi DM :



- Kinerja DM :
 - ➔ Reproduksi suara yang baik (voice bandwidth 4 khz).

- Kompresi (pemampatan) data dapat ditingkatkan, contoh : 'interframe coding' untuk video.

d. Data Analog sinyal Analog

Sebab perlunya proses modulasi sinyal analog :

- Frekuensi yang lebih tinggi dapat memberikan transmisi yang lebih efisien.
- Antena-antena yang ada dapat dimanfaatkan Frequency Division Multiplexing (FDM).

Teknik Modulasi memakai data analog :

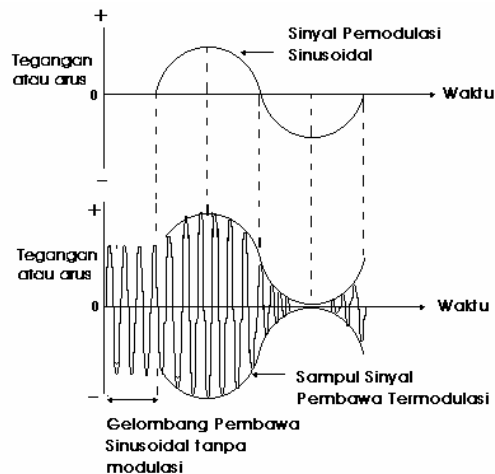
- Amplitudo Modulation
 - Frequency Modulation
 - Phase Modulation
- } Angel Modulation

1. Amplitudo Modulation

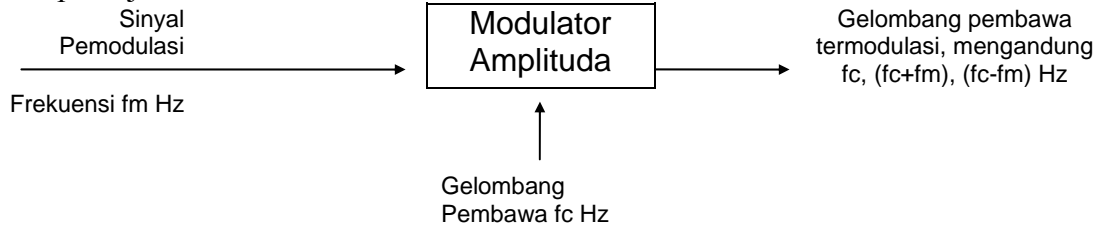
- Dikenal sebagai sideband transmitter carrier (DSBTC).
- Jenis AM :
 - Single side band (SSB) : dimana pengiriman hanya satu sideband dan menghapus sideband lain dan carriernya. Keuntungan : hanya separuh bandwidth yang dibutuhkan dan memerlukan power yang lebih kecil karena tidak ada power yang dipakai untuk mentransmisi carrier pada sideband lain.
 - Double Side Band Supressed Carrier (DSBSC) : dimana menyaring frekuensi carrier dan mengirimkan dua sideband. Keuntungan : menghemat power tetapi memakai bandwidth yang cukup besar.

Kerugian dua jenis ini : menahan carrier, padahal carrier dapat dipakai untuk tujuan sinkronisasi.

- Vestigial sideband (VSB) : menggunakan satu sideband dan mengurangi power carrier.

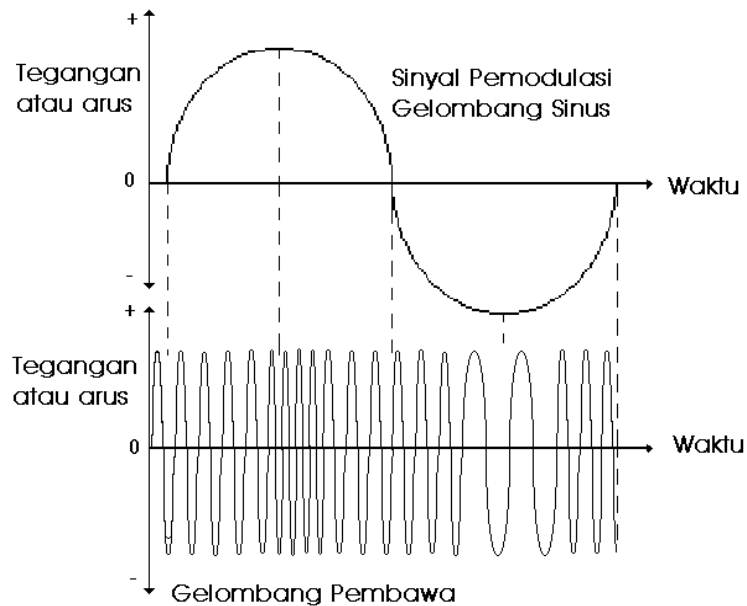


Prinsip Kerja AM :



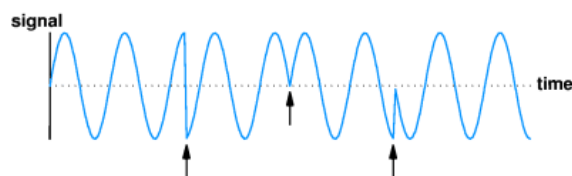
2. Frequency Modulation

Pada metode ini sinyal pemodulasi akan mengubah frekuensi sinyal pembawa. Bila Suatu gelombang pembawa sinusoidal dimodulasi frekuensi, maka frekuensi sesaatnya akan berubah sesuai dengan karakteristik sinyal pemodulasi. Frekuensi pembawa termodulasi harus dapat bergeser ke atas dan ke bawah frekuensi nominal beberapa kali per detik, sesuai dengan frekuensi pemodulasi.



3. Phase Modulation

- Beda fase sinyal carrier yang bervariasi.
- Dapat digunakan untuk pergeseran 180 derajat (biner) dengan mudah, maka bit rate jadi lebih tinggi dari baud rate.
- hasil 8 sudut untuk 3 bit per elemen sinyal. Atau 3 bit per baud.



Teknik Komunikasi Data Digital

1. Pembentukan frame Komunikasi data
2. Transmisi Asynchronous
 - a. Defenisi
 - b. contoh
3. Transmisi synchronous
 - a. Defenisi
 - b. contoh

Teknik Deteksi dan Koreksi Kesalahan

1. Teknik Deteksi Kesalahan
2. Teknik Koreksi Kesalahan