

6.4 DATA ANALOG, SINYAL DIGITAL

Transformasi data analog ke sinyal digital, proses ini dikenal sebagai digitalisasi. Tindakan yang paling umum terjadi setelah proses digitalisasi :

1. Data digital dapat ditransmisi menggunakan NRZ-L.
2. Data digital dapat di-encode sebagai sinyal digital memakai kode selain NRZ-L.
Dengan demikian, diperlukan step tambahan.
3. Data digital dapat diubah menjadi sinyal analog, menggunakan salah satu teknik modulasi dalam section 6.2.

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

- pulse code modulation
- delta code modulation.

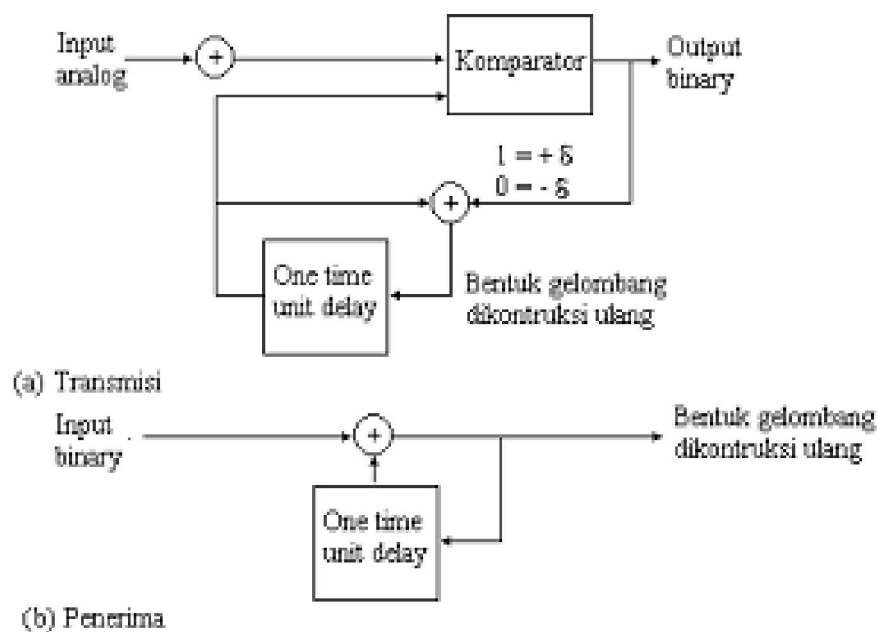
PULSE CODE MODULATION (PCM)

Dari teori sampling diketahui bahwa frekuensi sampling (f_s) harus lebih besar atau sama dengan dua kali frekuensi tertinggi dari sinyal (f_H), atau:

$$f_s \geq 2f_H$$

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 amplitudanya proporsional terhadap nilai dari sinyal asal. Proses ini dikenal sebagai **pulse amplitude modulation (PAM)**. Kemudian amplitudo tiap pulsa PAM dihampiri dengan n -bit integer. Dalam contoh ini, $n=3$. Dengan demikian $8=2^3$ level yang mungkin untuk pendekatan pulsa-pulsa PAM. Sehingga dihasilkan data PCM. Sedangkan pada receiver, prosesnya merupakan kebalikan dari proses di atas untuk memperoleh data analog. Masalah yang timbul yaitu nilai amplitudo terendah relatif lebih terkena noise karena level quantization tidak sama jaraknya. Solusinya :

- Teknik PCM diperhalus dengan teknik nonlinear encoding, dimana teknik ini menggunakan jumlah step quantization yang lebih banyak untuk sinyal dengan amplitudo kecil, dan jumlah step quantization yang lebih sedikit untuk sinyal dengan amplitudo besar.



Gambar 6.3 Delta Modulation

- **Companding** (compressing (peng-kompres-an) - expanding (pemekaran)) adalah suatu proses yang memampatkan intensitas range suatu sinyal dengan memberi gain yang lebih kepada sinyal yang lemah daripada kepada sinyal yang kuat pada input. Pada output, dilakukan operasi sebaliknya.

DELTA MODULATION (DM)

Proses dimana suatu input analog didekati dengan suatu fungsi tangga yang bergerak naik atau turun dengan satu level quantization (Δ) pada tiap interval sampling (T_s), dan outputnya

diwakilkan sebagai satu bit binary tunggal untuk tiap sampel ('1' dihasilkan bila fungsi tangganya naik selama interval berikutnya; '0' dihasilkan untuk keadaan sebaliknya).

Gambar 6.3 menggambarkan proses logic-nya. Pada transmisi : pada tiap waktu sampling, input analog dibandingkan dengan nilai pendekatan pada fungsi tangga. Jika nilai gelombang yang disampel melewati fungsi tangga tersebut, dihasilkan binary '1'; jika sebaliknya maka dihasilkan binary '0'. Untuk penerimaan: membentuk kembali fungsi tangga tersebut secara halus dengan proses integrasi atau melewatkannya melalui LPF (low pass filter) untuk menghasilkan suatu pendekatan analog dari sinyal input analog.

Untuk akurasi yang baik, dengan meningkatkan kecepatan sampling. Bagaimanapun, hal ini meningkatkan data rate dari sinyal output.

Keuntungan DM terhadap PCM yaitu implementasinya yang sederhana.

Kekurangannya: PCM mempunyai karakteristik S/N yang lebih baik pada data rate yang sama.

KINERJA

Reproduksi suara yang baik melalui PCM dapat dicapai dengan 128 level quantization atau pengkodean 7 bit ($2^7=128$). Suatu sinyal suara menempati bandwidth 4 KHz. Berdasarkan teori sampling maka kecepatan sampling = 8000 sampel per detik. Hal ini menghasilkan data rate $8000 \times 7 = 56$ Kbps untuk pengkodean data digital dengan PCM.

Alasan perkembangan teknik digital dalam transmisi data analog :

- karena penggunaan repeater daripada amplifier, maka tidak ada noise tambahan
- dengan TDM (dipakai untuk sinyal digital), tidak ada intermodulation noise
- konversi ke sinyal digital, memberikan efisiensi yang lebih pada teknik switching digital.

Penggunaan teknik PCM lebih disukai daripada teknik DM pada digitalisasi sinyal analog yang mewakili data digital.

6.5 Data Analog, Sinyal Digital

Dua alasan dasar dari proses ini :

- diperlukan frekuensi yang tinggi untuk transmisi yang efektif; untuk transmisi unguided (tidak dituntun), hal tersebut tidak mungkin untuk men-transmisi sinyal-sinyal baseband;
- antena-antena yang diperlukan akan menjadi beberapa kilometer diameternya modulasi mendukung frequency-division multiplexing, suatu teknik yang penting yang akan dijelaskan dalam chapter 6.

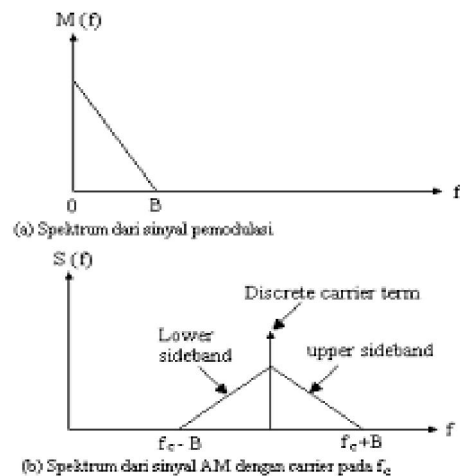
Teknik modulasi memakai data analog :

- Amplitude modulation (AM).
- Frequency modulation (FM).
- Phase modulation (PM).

AMPLITUDE MODULATION

Dikenal sebagai double sideband transmitter carrier (DSB TC). Secara matematik proses ini dinyatakan sebagai :

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



Gambar 6.4 Spektrum dari sebuah sinyal AM

dimana : $\cos 2 \pi f_c t$ = carrier

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

n_a = indeks modulasi = rasion amplitudo dari sinyal input terhadap carrier.

Gambar 6.4 menunjukkan spektrum sinyal AM yang terdiri dari sinyal carrier ditambah spektrum dari sinyal input sehingga terdapat **lower sideband** ($f > f_c$) dan **upper sideband** ($f < f_c$).

Jenis AM :

1. Yang populer yaitu **single sideband (SSB)** dimana pengiriman hanya satu sideband dan menghapus sideband lain dan carriernya.

Keuntungan :

- hanya separuh dari bandwidth yang dibutuhkan

- diperlukan power yang lebih kecil sebab tidak ada power yang dipakai untuk men-transmisikan carrier pada sideband yang lain.

2. **Double sideband suppressed carrier (DSBSC)** dimana menyaring frekuensi carrier dan mengirimkan kedua sideband.

Keuntungan: menghemat power tetapi memakai bandwidth yang besarnya sama dengan DSBTC.

Kerugian dari kedua-duanya: menahankan carrier, padahal carrier dapat dipakai untuk tujuan sinkronisasi.

Solusi: dengan **vestigial sideband (VSB)** dimana memakai satu sideband dan mengurangi power carrier.

ANGEL MODULATION

Yang termasuk jenis ini yaitu frequency modulation (FM) dan phase modulation (PM). Modulasi sinyalnya dinyatakan sebagai :

$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \phi(t)]$$

Untuk PM, fasenya adalah proporsional terhadap sinyal modulasi :

$$\phi(t) = n_p m(t)$$

dimana : n_p = indeks PM.

Untuk FM, turunan fasenya adalah proporsional terhadap sinyal modulasi :

$$\phi'(t) = n_f m(t)$$

dimana : n_f = indeks FM.

Perbedaannya dengan AM yaitu diperlukan bandwidth yang lebih besar untuk transmisi.

Dengan aturan Carson :

$$B_T = 2(+1)$$

dimana :

$$n_p A_m \text{ untuk PM}$$

=

$$F/B = (n_f A_m)/(2B) \text{ untuk FM}$$

$$F = \text{peak deviasi} = [1/(2\pi)](n_f A_m) \text{ Hz}$$

Untuk FM, formula ini dapat dinyatakan sebagai :

$$B_T = 2 F + 2B$$

sedangkan untuk AM :

$$B_T = 2B.$$

Jadi terjadi perbedaan harga bandwidth sebesar $2 F$.

