

- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Klasifikasi Sinyal Digital

5. Sinyal Energi – Daya

$$E = \lim_{L \rightarrow \infty} \int_{-L}^L |x(t)|^2 dt \quad \text{Klasifikasi Sinyal - 3}$$

$$P = \lim_{L \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{2L} \int_{-L}^L |x(t)|^2 dt \right] \quad \text{Klasifikasi Sinyal - 4}$$

Sinyal Daya : $0 < P < \infty$

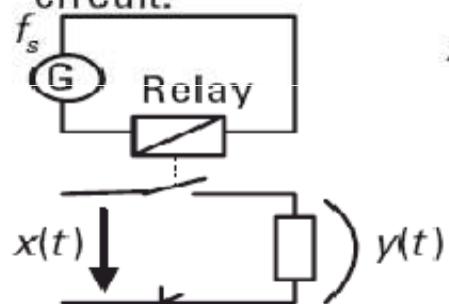
Sinyal Energi : $0 < E < \infty$

■ Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

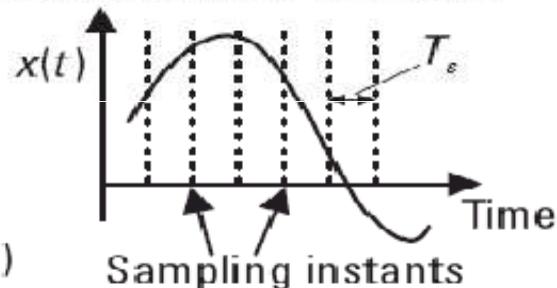
Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Sampling

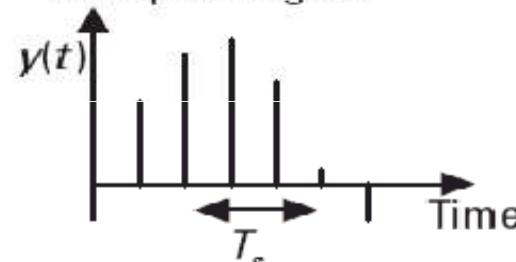
Operation principle
of a sampling
circuit:



Time domain:
Original analog message

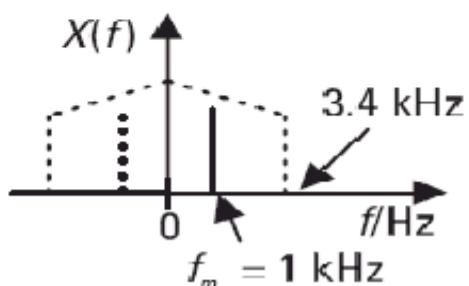


Sampled signal

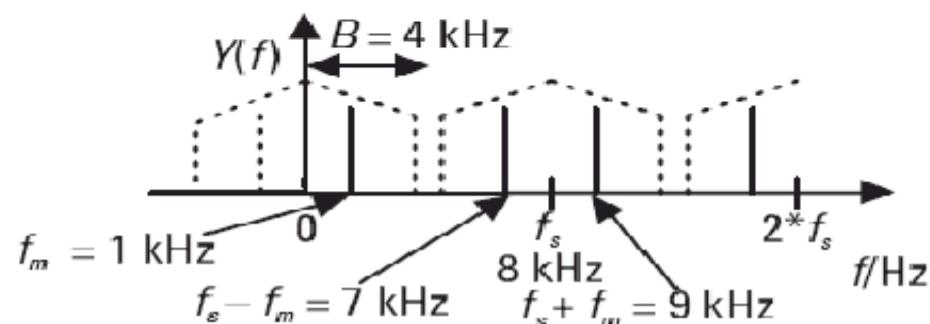


Frequency domain:

Spectrum of an analog message



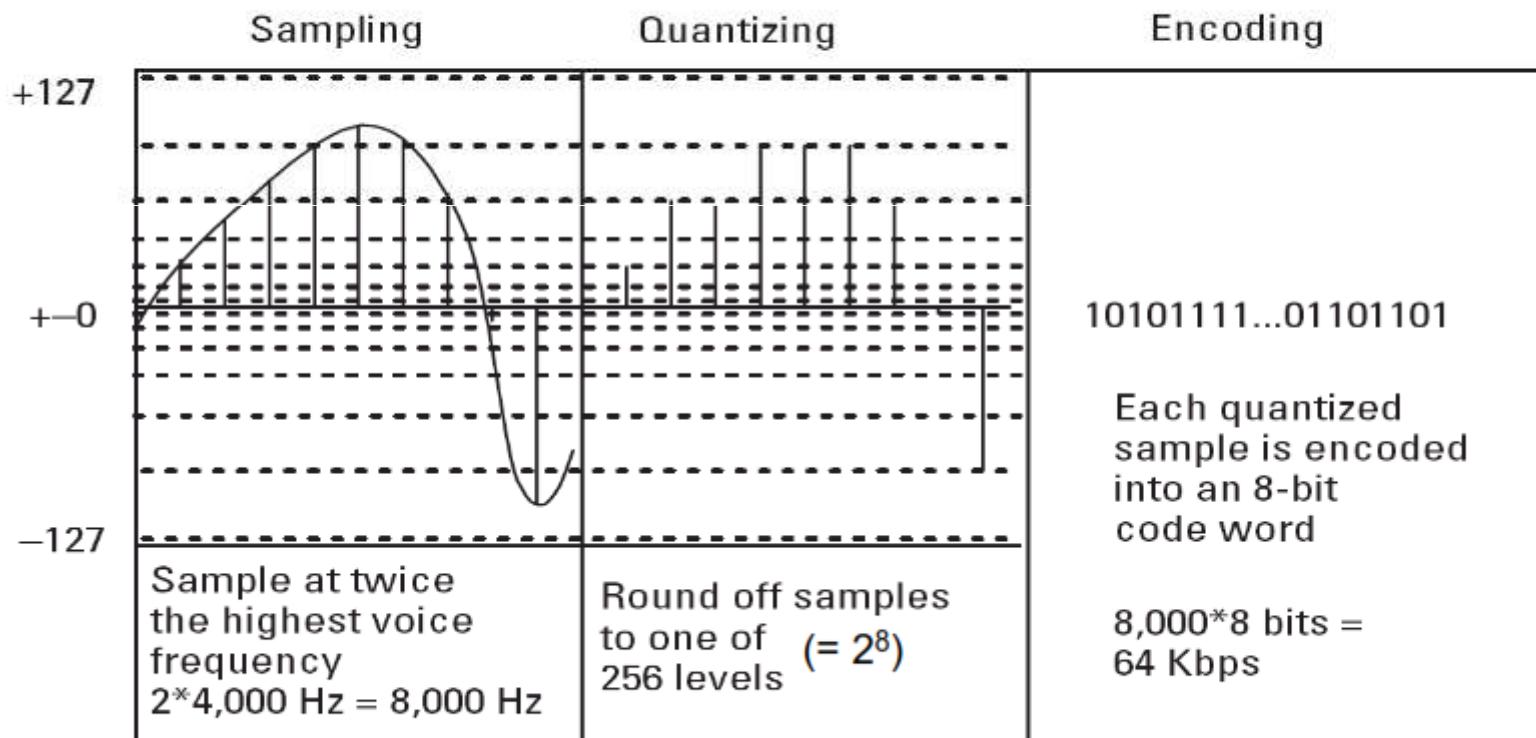
Spectrum of sampled signal



- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Sampling, Kuantisasi, Encoding

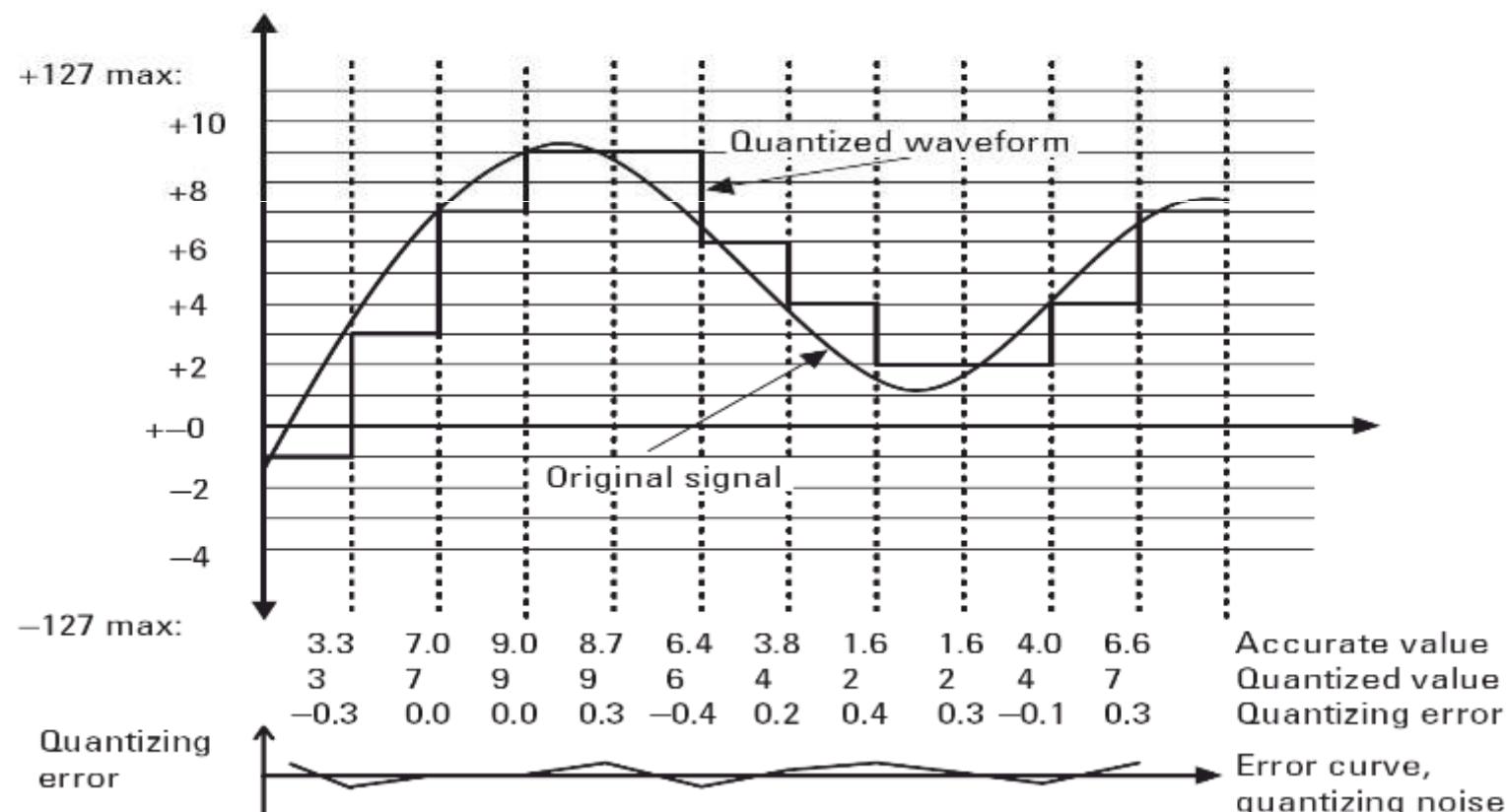


(Note: untuk CD digunakan 16-bit binary words (ada $2^{16} = 65536$ level)

■ Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

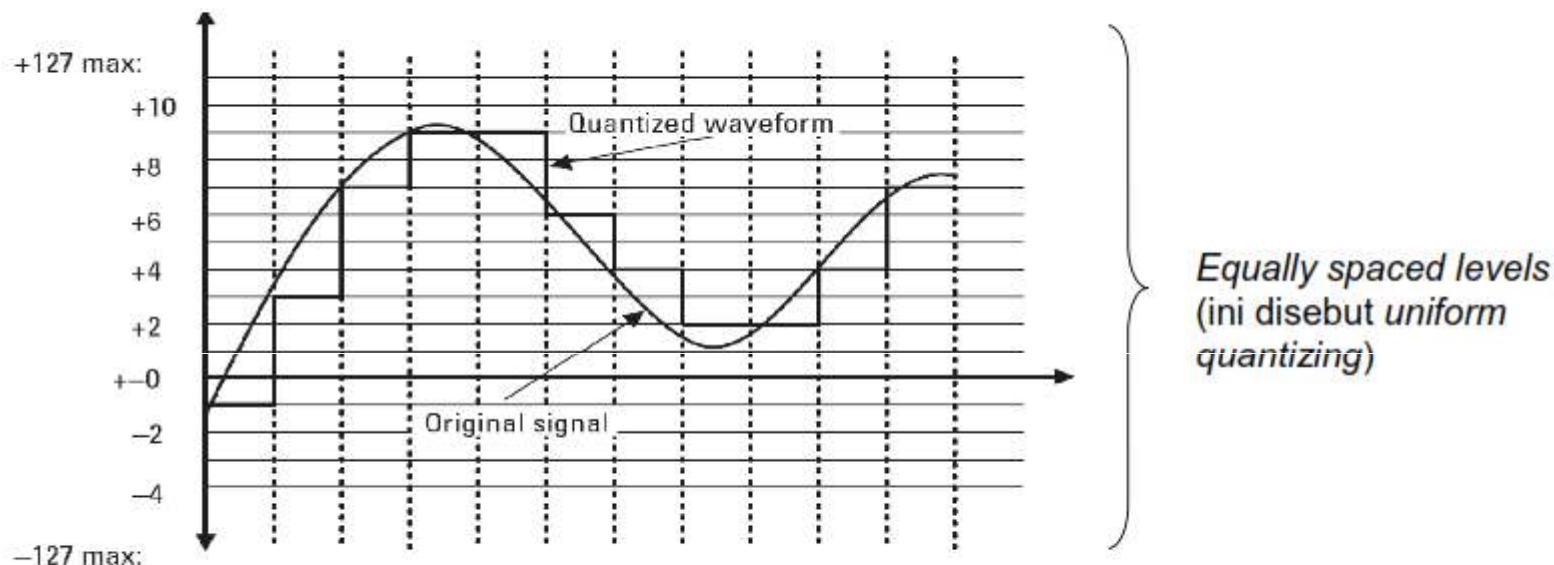
Sampling, Kuantisasi, dan Coding

A Closer Look to Quantization



- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

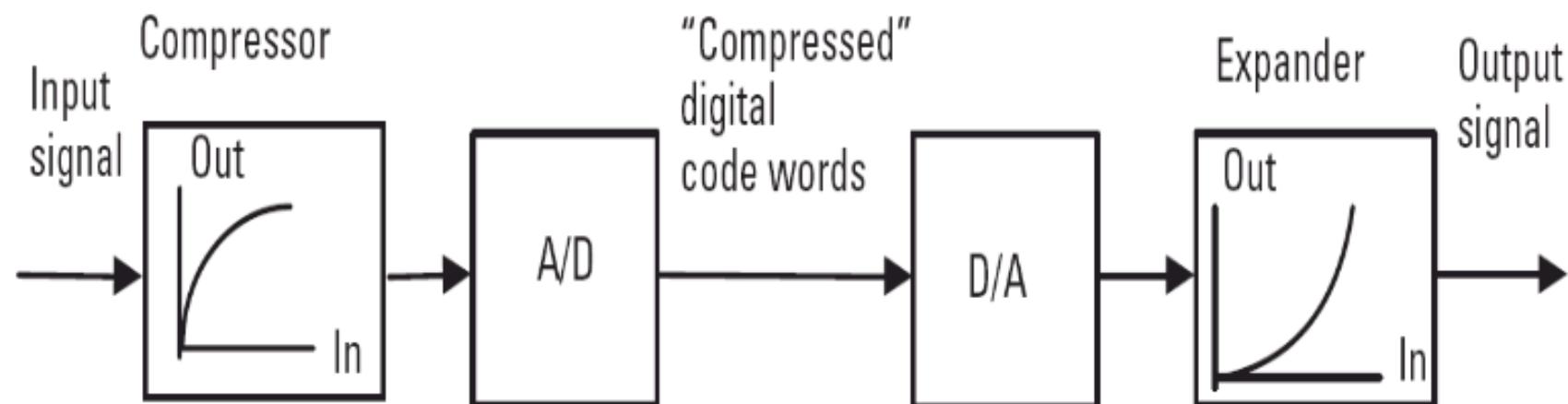


- Bila menggunakan **uniform quantizing**, **noise** kuantisasi akan sangat terasa pada sinyal-sinyal ber**level** rendah.
- Solusi untuk menanggulangi **noise** kuantisasi adalah dengan menambah jumlah **level**, tetapi akibatnya **bit rate** hasil pengkodean akan menjadi lebih tinggi.
- Solusi elegan yang ditempuh adalah dengan tidak menambah jumlah **level**, melainkan dengan membedakan kerapatan **level**.
- **Level** kuantisasi pada sinyal-sinyal rendah lebih rapat daripada untuk sinyal ber**level** tinggi.
- Hal ini dilakukan dengan mengkompress (**compressing**) sinyal di sumber.
- Ditujuan dilakukan proses dekompress (**expanding**).
- Proses **compressing** dan **expanding** disebut **companding**.

- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

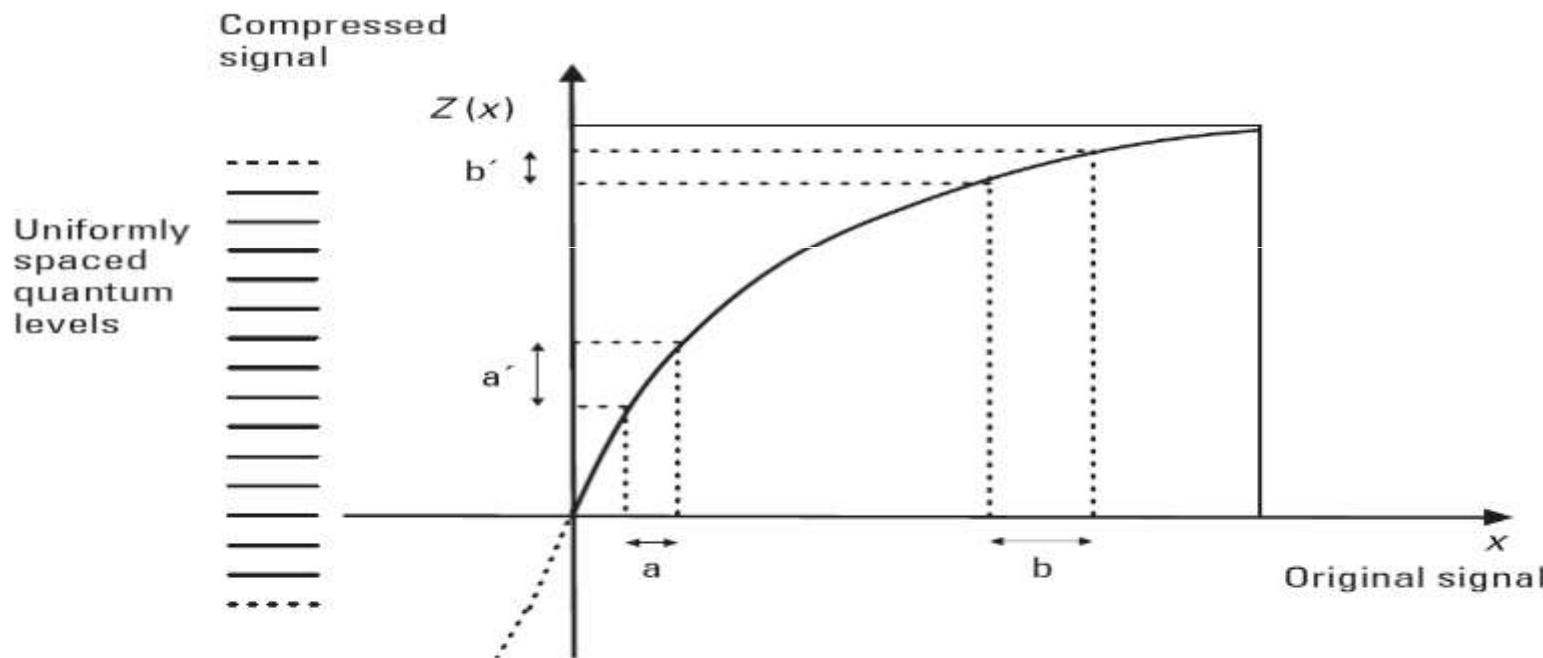
Companding



- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Companding



Dua kurva *companding* standard:

- A-law, digunakan di negara2 Eropa (Rec. ITU-T G.732)
- μ -law, digunakan di Amerika Utara dan Jepang (Rec. ITU-T G.733)

■ Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Companding

$$\mu\text{-Law} \longrightarrow Z(x) = \text{sgn}(x) \cdot \frac{\ln(1 + \mu|x|)}{\ln(1 + \mu)}$$

x : nilai sinyal

Z(x) : sinyal ter-kompress

sgn(x) : polaritas x (+ atau -)

μ : konstanta = 255

$$\text{A-Law} \longrightarrow Z(x) = \begin{cases} \text{sgn}(x) \cdot \frac{1 + \ln A|x|}{1 + \ln A} & \text{for } \frac{1}{A} < |x| < 1 \\ \frac{Ax}{1 + \ln A} & \text{for } \frac{-1}{A} < x < \frac{1}{A} \end{cases}$$

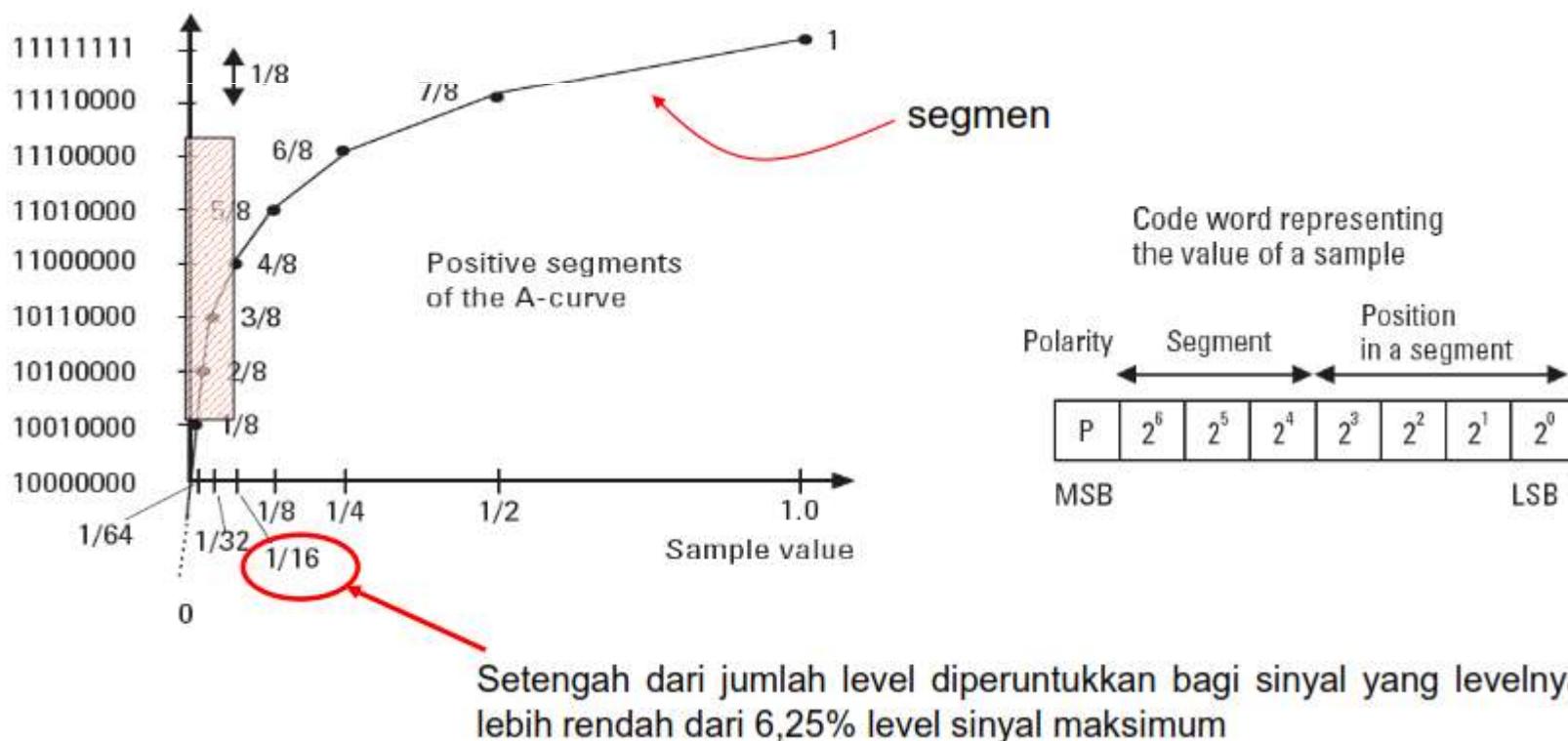
A : konstanta = 87,6

■ Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Binary Coding (Menentukan bit-bit biner yang merepresentasikan sinyal voice)

- Contoh untuk kurva A-law



■ Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Klasifikasi voice coding

- Secara umum, teknik untuk melakukan *voice coding* dapat dibagi ke dalam dua katagori:
 - *Waveform coding*.
 - Vocoder (*voice coder*).
- Pada *waveform coding*, *voice* digital yang dihasilkan berasal dari pengolahan gelombang sinyal *voice* (*voice waveform*) secara langsung.
 - Contoh: PCM.
- Pada vocoder, *voice* digital yang dihasilkan memanfaatkan karakteristik *voice* (bukan betul-betul berasal dari sinyal *voice*-nya sendiri).
 - Misalnya kita telah mempunyai beberapa model sinyal *voice* yang masing-masing diidentifikasi oleh kode. Sinyal *voice* yang akan kita digitalkan dibagi ke dalam segmen-semen yang durasinya 50 ms (misalnya). Untuk setiap segmen kita pilih model yang paling mendekati (sintesa) lalu mengirimkan kode (yang mengidentifikasi model yang sudah dipilih) ke tujuan. Di penerima, decoder akan membangkitkan sinyal yang sesuai dengan kode yang diterima.
 - Keunggulan dibanding *waveform coding*:
 - Mengurangi ukuran *file voice* digital (data *rate* rendah).
 - Kelemahan : ada tambahan *delay processing* dan biasanya kualitasnya lebih rendah daripada *waveform coding*.
 - *Delay processing* yang panjang menyebabkan beberapa teknik vocoder memerlukan *echo canceller* (misalnya pada GSM coder).
- *Hybrid coding*: gabungan antara teknik *waveform coding* dan vocoder (mengkombinasikan kelebihan kedua teknik tersebut).

- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Klasifikasi voice coding

- Contoh *waveform coding*.
 - PCM
 - Bitrate 64 kbps 
 - ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*) 
 - Dulu: ITU-T G.721: bit rate 32 kbps
 - Sekarang : ITU-T G.726: bit rate 40, 24 dan 16 kbps, juga 32 kbps
- Contoh vocoder 
 - 13kb/s GSM 06.10 RPE-LTP *(hybrid coding)*
 - 4.8kb/s FED-STD 1016 CELP
 - Qualcomm QCELP (IS-96a) 
 - 13kb/s Qualcomm QCELP
 - 2.4kb/s FED-STD-1015 LPC-10

■ Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Klasifikasi *voice coding*

- Kualitas hasil teknik pendigitalan sinyal *voice* dinilai menggunakan dua metoda:
 - *Metoda objective*
 - Parameter-parameter teknik pengkodean diukur.
 - Misalnya: delay pengkodean, bit rate dsb.
 - *Metoda subjective*
 - Kualitas diukur berdasarkan persepsi pendengar.
 - *Mean Opinion Score (MOS)*.

- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Klasifikasi *voice coding*

- Nilai MOS dihasilkan dengan cara merata-ratakan hasil penilaian sejumlah pendengar terhadap audio yang dihasilkan oleh teknik *voice coding*.
- Setiap pendengar diminta untuk menilai kualitas suara menggunakan skema rating sbb:

MOS	Quality	Impairment
5	Excellent	Imperceptible
4	Good	Perceptible but not annoying
3	Fair	Slightly annoying
2	Poor	Annoying
1	Bad	Very annoying

- Konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya.

Sampling, Kuantisasi, dan Coding

Klasifikasi voice coding

