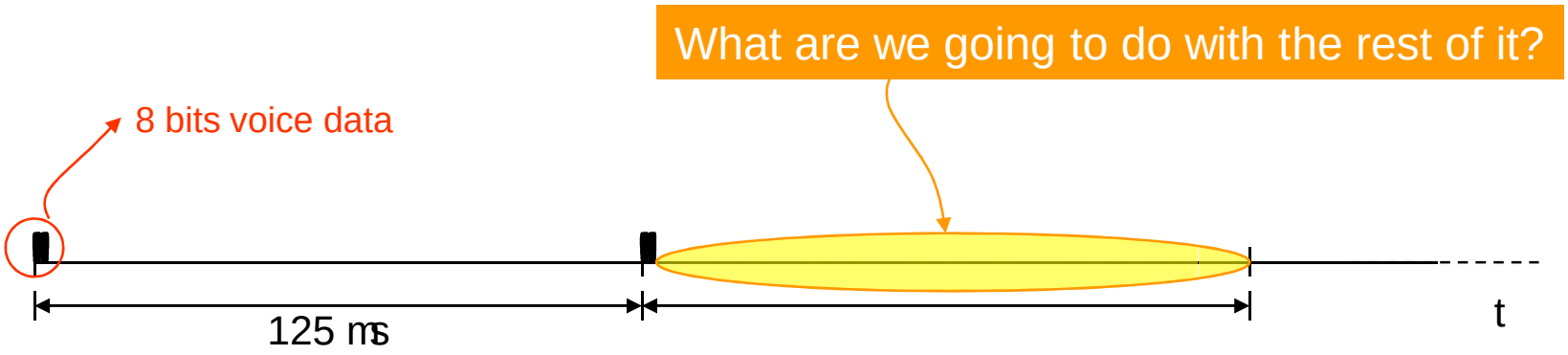
MULTIPLEXING

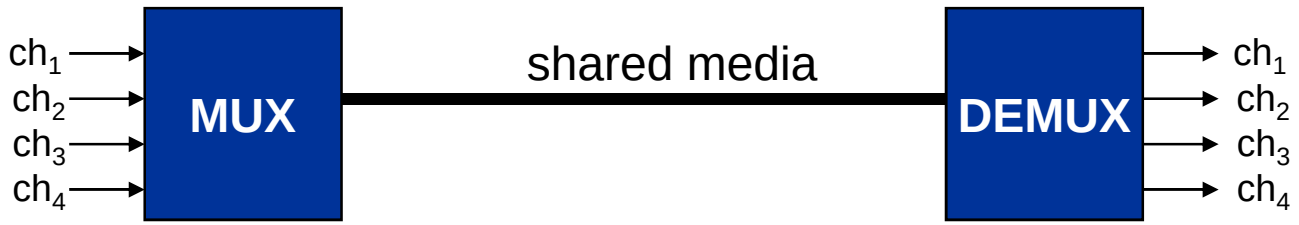
Komunikasi Data

Sedikit kembali ke PCM

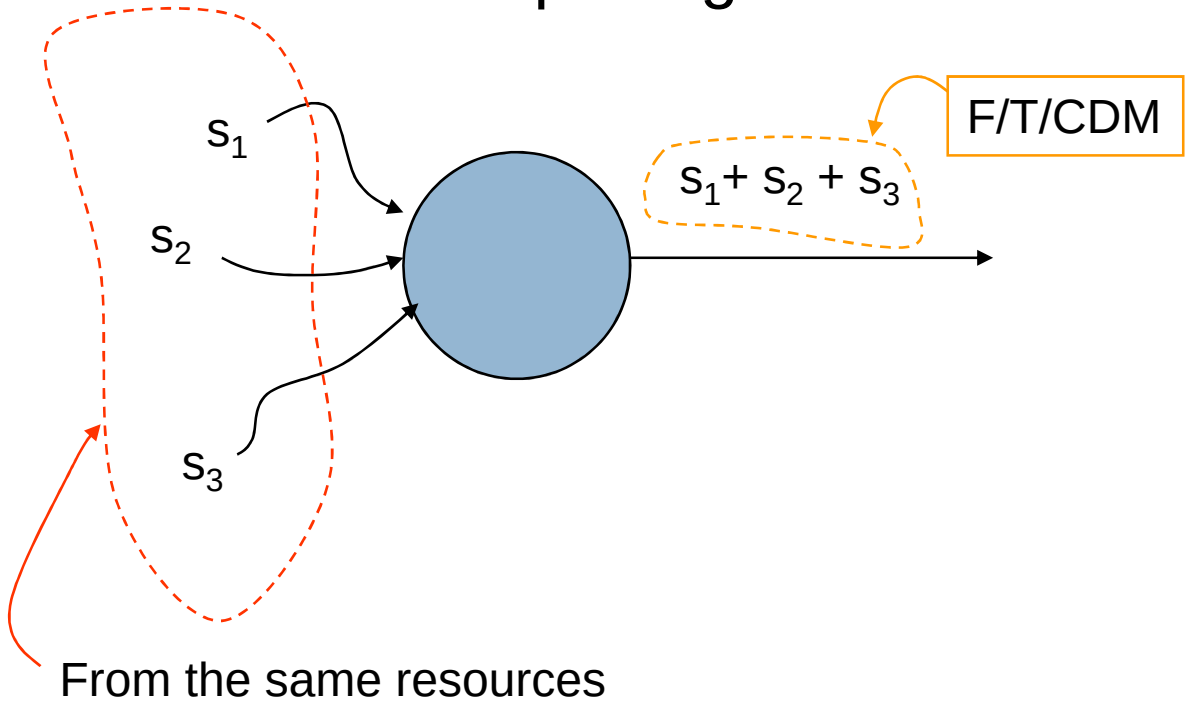
- Sinyal voice analog dicuplik dengan frekuensi 8 kHz
  - Pencuplikan dilakukan setiap 125 ms
  - Setiap kali dilakukan pencuplikan, dihasilkan 8 bit biner

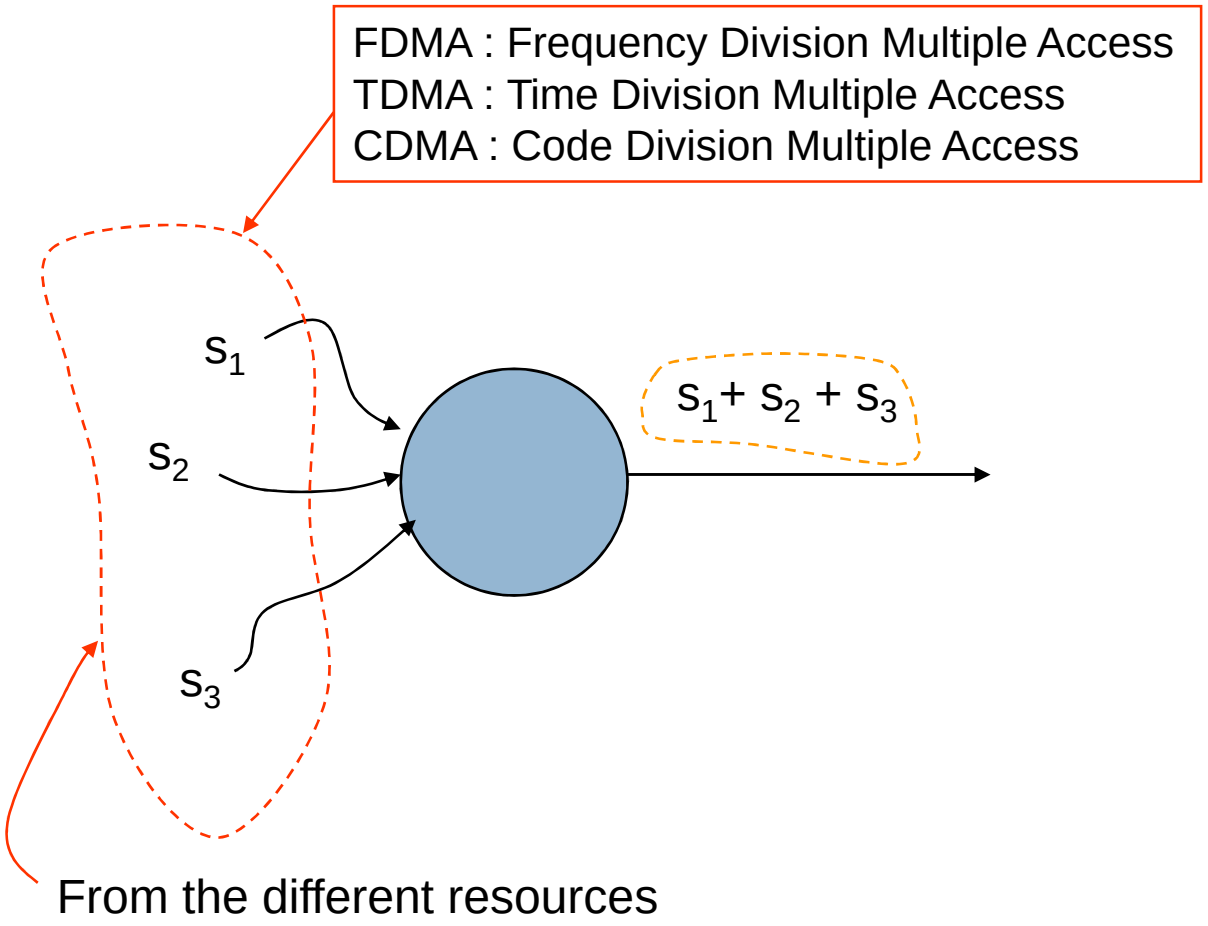


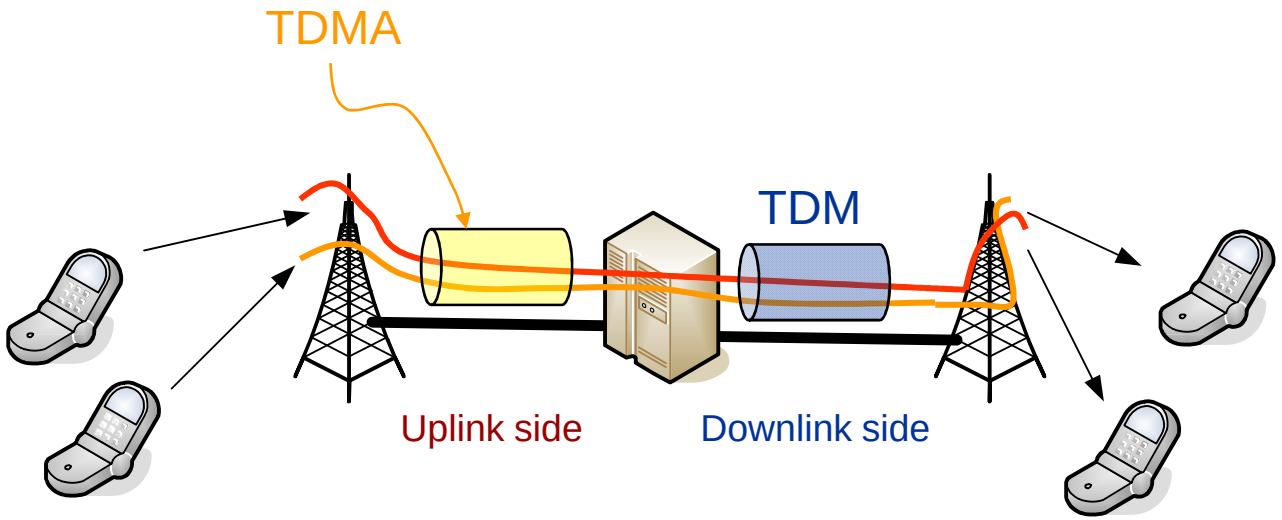
- Pada umumnya, sistem transmisi yang ada di dalam jaringan telekomunikasi memiliki kapasitas yang melebihi kapasitas yang dibutuhkan satu user
- Dengan demikian sangat mungkin untuk menggunakan bandwidth yang ada seefisien mungkin oleh lebih dari satu user
- Teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara *terintegrasi* pada satu kanal transmisi disebut *multiplexing*
  - Perangkat yang melaksanakan multiplexing disebut *multiplexer* (mux)
- Di sisi penerima, gabungan sinyal itu akan kembali dipisahkan sesuai dengan tujuan masing-masing. Proses ini disebut demultiplexing
  - Perangkat yang melaksanakan demultiplexing disebut *demultiplexer* (demux)



- Ada 3 jenis multiplexing
  - FDM : Frequency Division Multiplexing
  - TDM : Time Division Multiplexing
  - CDM : Code Division Multiplexing



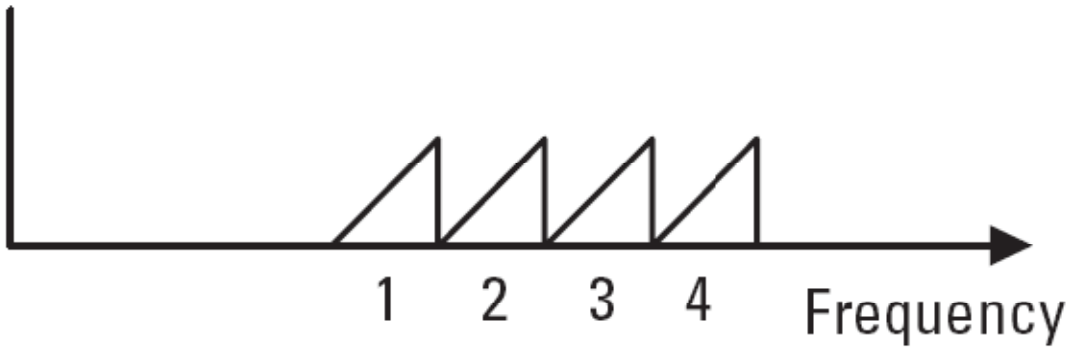

FDMA : Frequency Division Multiple Access
TDMA : Time Division Multiple Access
CDMA : Code Division Multiple Access
s_1
s_2
s_3
$s_1 + s_2 + s_3$
From the different resources



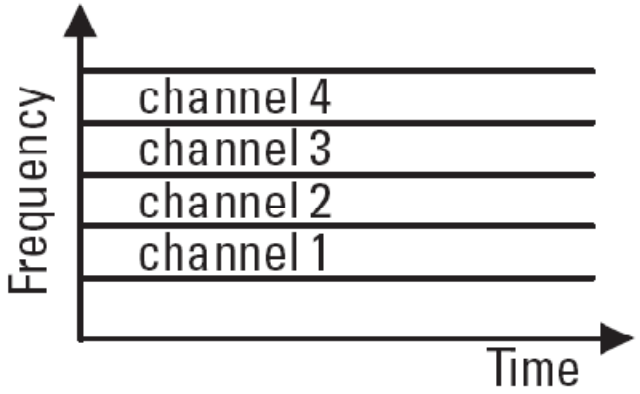
Contoh:
A Simplified Cellular Network

Frequency-Division Multiplexing (FDM)

- Digunakan pada sistem transmisi analog



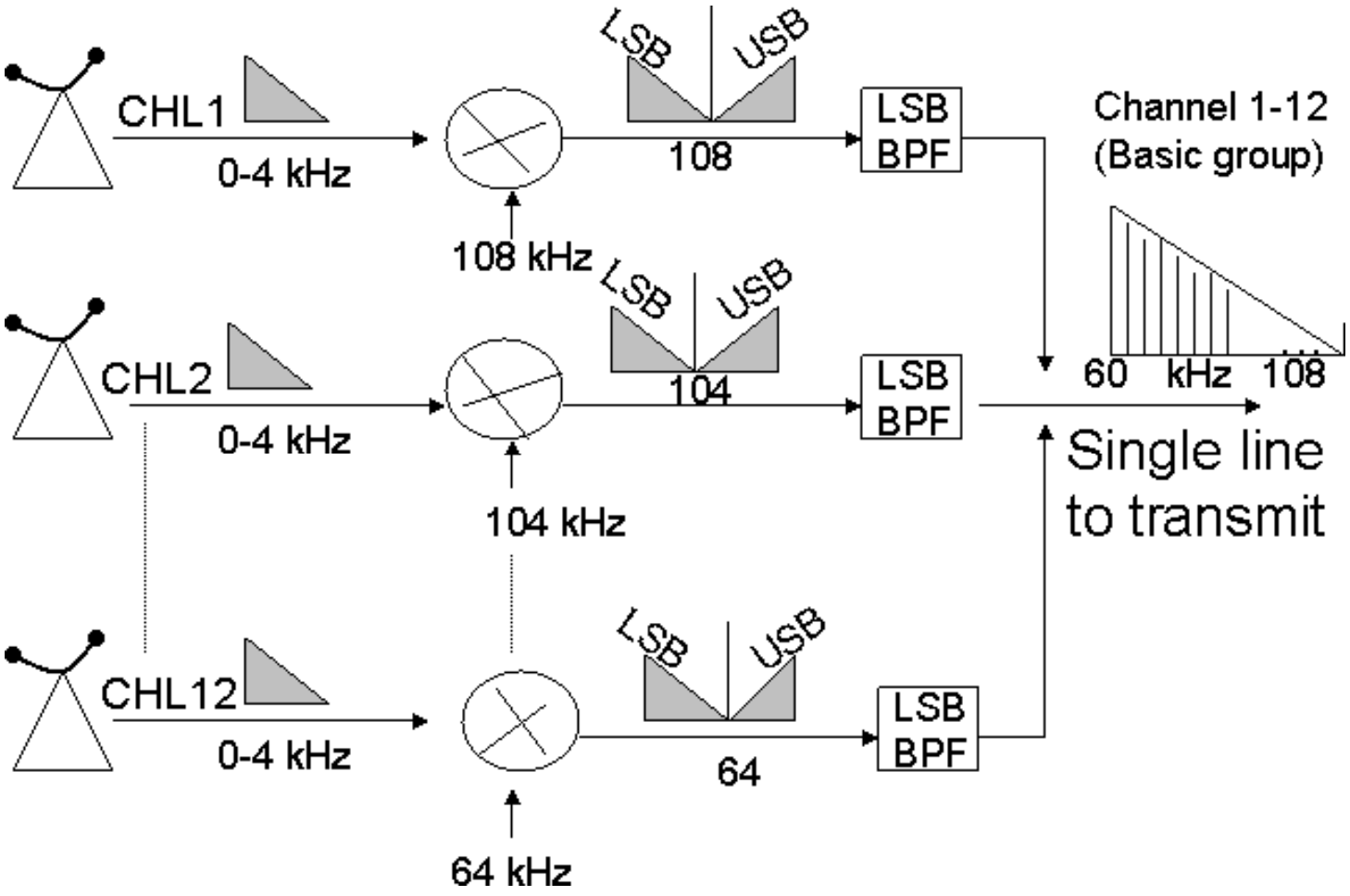
The principle of FDM



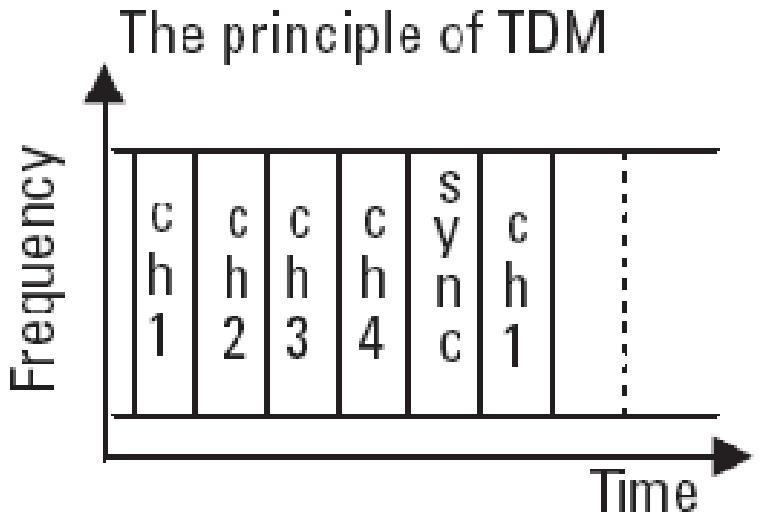
Hirarki FDM

(voice)

Channel	1 channel (4kHz)
Group	12 channels (48 kHz)
Supergroup (5 groups)	60 channels (240 kHz)
Mastergruop (5 groups)	300 channels (1.2 MHz)
Supermastergroup (3 groups)	900 channels (3.6 MHz)

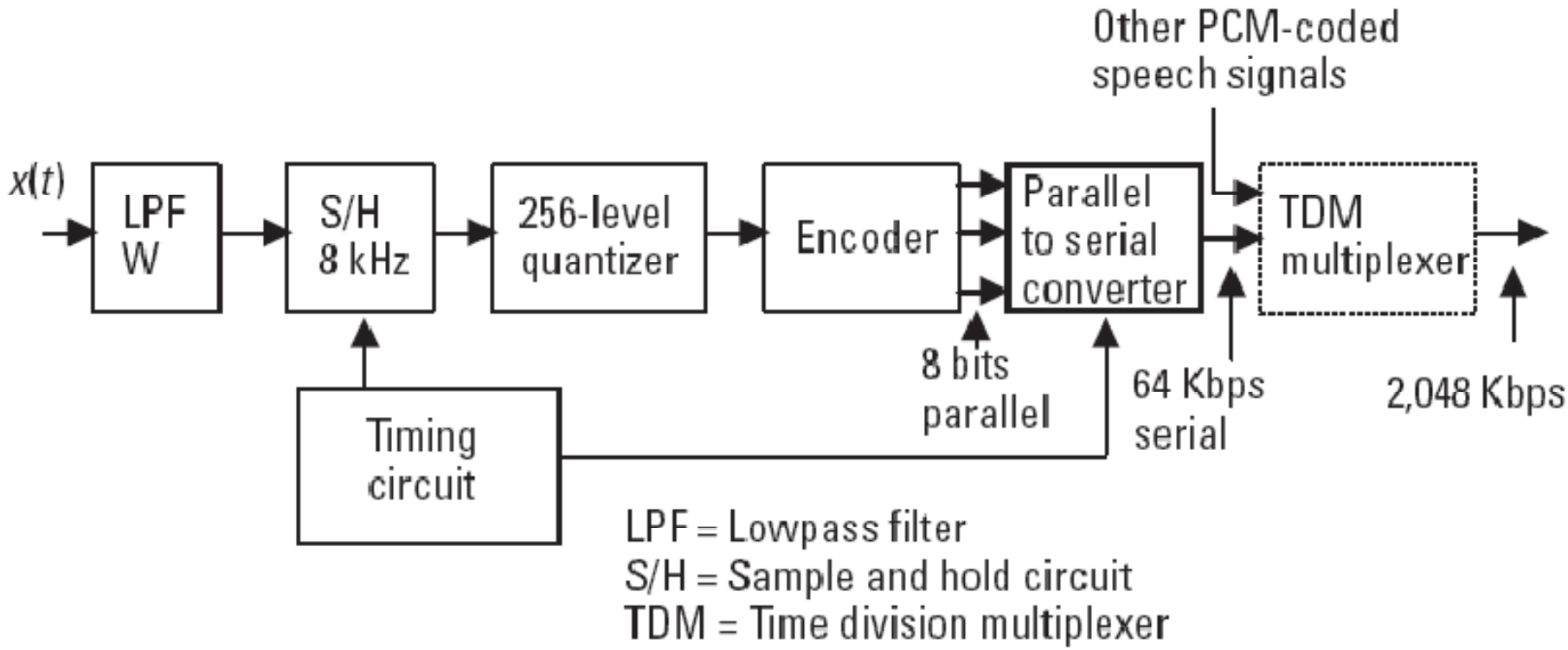

CHL1
0-4 kHz
LSB
USB
108
LSB
BPF
108 kHz
CHL2
0-4 kHz
LSB
USB
104
LSB
BPF
104 kHz
CHL12
0-4 kHz
LSB
USB
64
LSB
BPF
64 kHz
Channel 1-12
(Basic group)
60 kHz 108
Single line
to transmit

Time-Division Multiplexing (TDM)

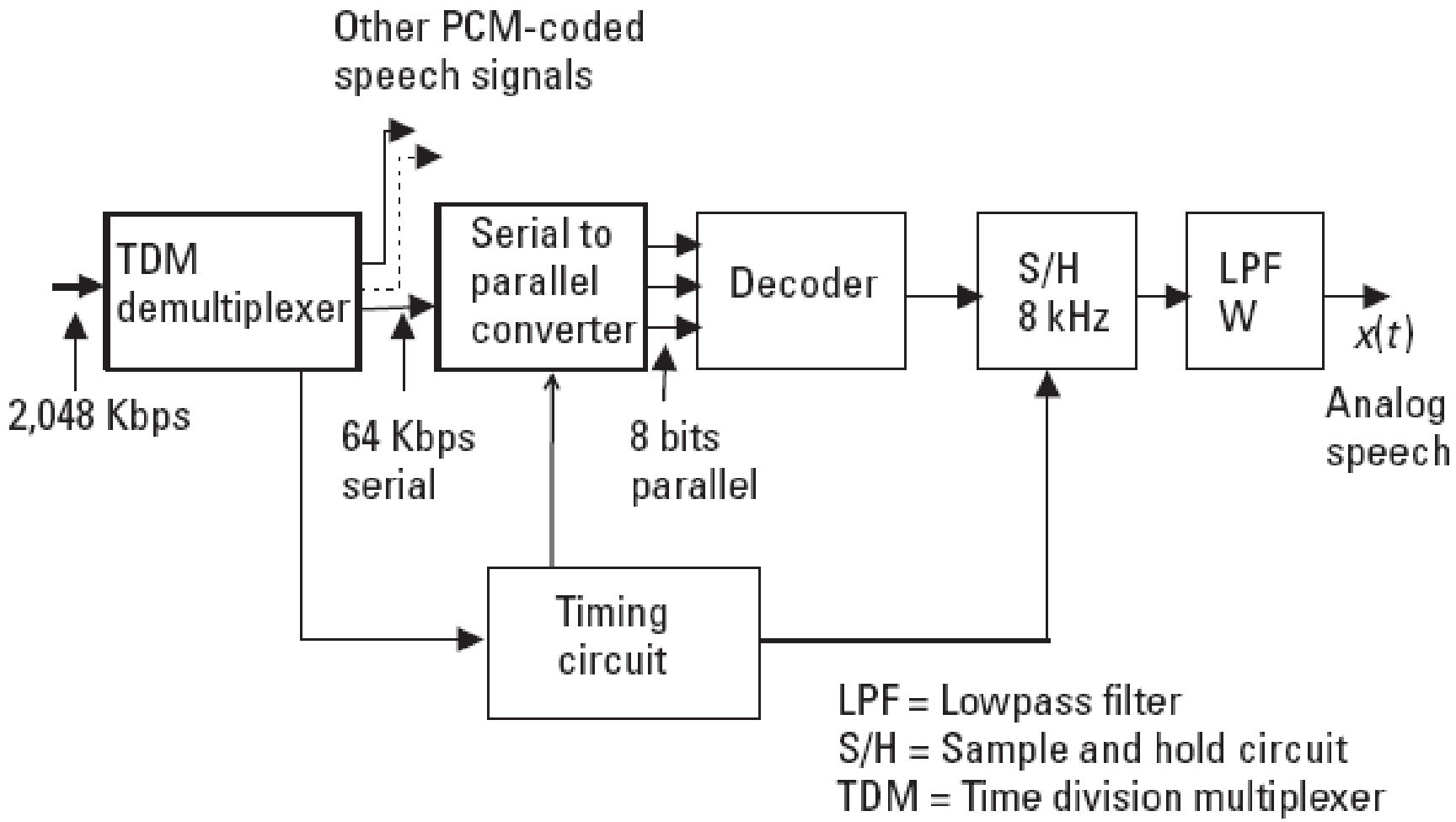


- Channel disebut juga *timeslot*
- Selain channel untuk user, diperlukan juga informasi sinkronisasi agar *receiver* (demux) dapat menentukan awal dari channel 1
- TDM digunakan pada sistem transmisi berkapasitas besar
- Dengan TDM, beberapa user dapat mengakses jaringan pada frekuensi yang sama tetapi pada waktu yang berlainan (bergiliran)
- Contoh sistem TDM : PCM frame

PCM Encoder


Other PCM-coded speech signals
x(t)
LPF W
S/H 8 kHz
256-level quantizer
Encoder
Parallel to serial converter
TDM multiplexer
8 bits parallel
64 Kbps serial
2,048 Kbps
Timing circuit
LPF = Lowpass filter
S/H = Sample and hold circuit
TDM = Time division multiplexer

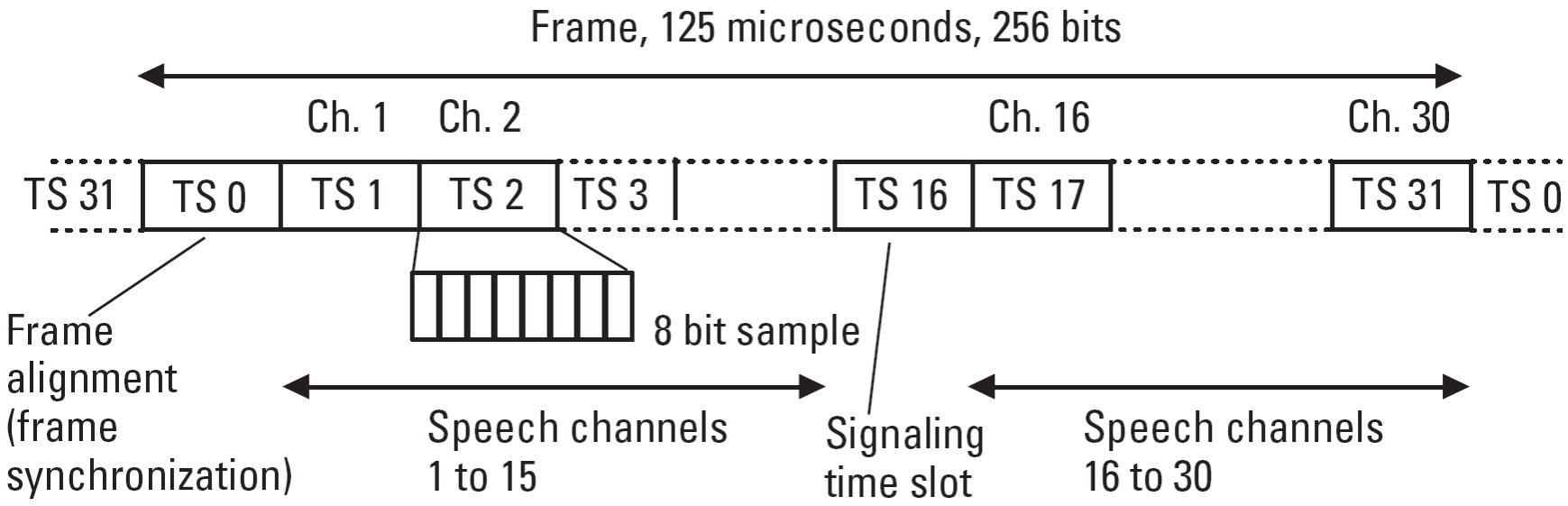
PCM Decoder


Other PCM-coded
speech signals
TDM
demultiplexer
Serial to
parallel
converter
Decoder
S/H
8 kHz
LPF
W
x(t)
Analog
speech
2,048 Kbps
64 Kbps
serial
8 bits
parallel
Timing
circuit
LPF = Lowpass filter
S/H = Sample and hold circuit
TDM = Time division multiplexer

Struktur frame PCM

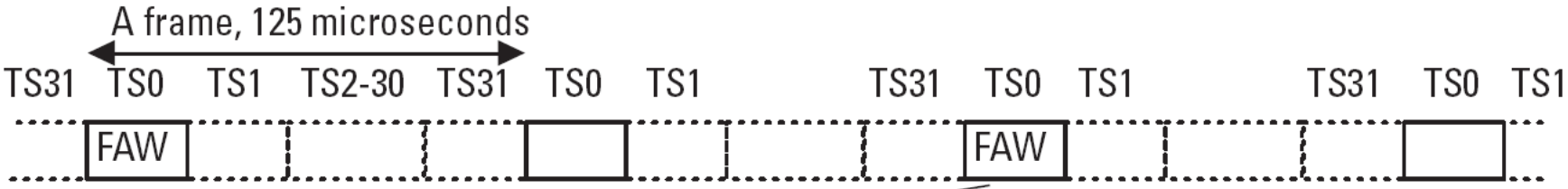
- Ada dua macam
  - Standard Eropa
    - Terdiri dari 32 timeslot, tetapi hanya 30 timeslot yang digunakan untuk voice (oleh karena itu disebut juga PCM-30)
    - Kecepatan frame (frame rate): 2,048 Mbps
  - Standard Amerika Utara/Jepang/Kanada
    - Terdiri dari 24 timeslot untuk voice
    - Kecepatan frame (frame rate): 1,544 Mbps

PCM-30
(Recommendation ITU-T G.704)



- Frame rate = 8000 sample/detik * 8 bits * 32 = 2,048 Mbps
  - Orang biasanya menyebut rate 2 Mbps saja
- Timeslot 0 untuk keperluan sinkronisasi
- Timeslot 16 untuk signaling

Time slot untuk sinkronisasi frame in more detail.....



Frame alignment word

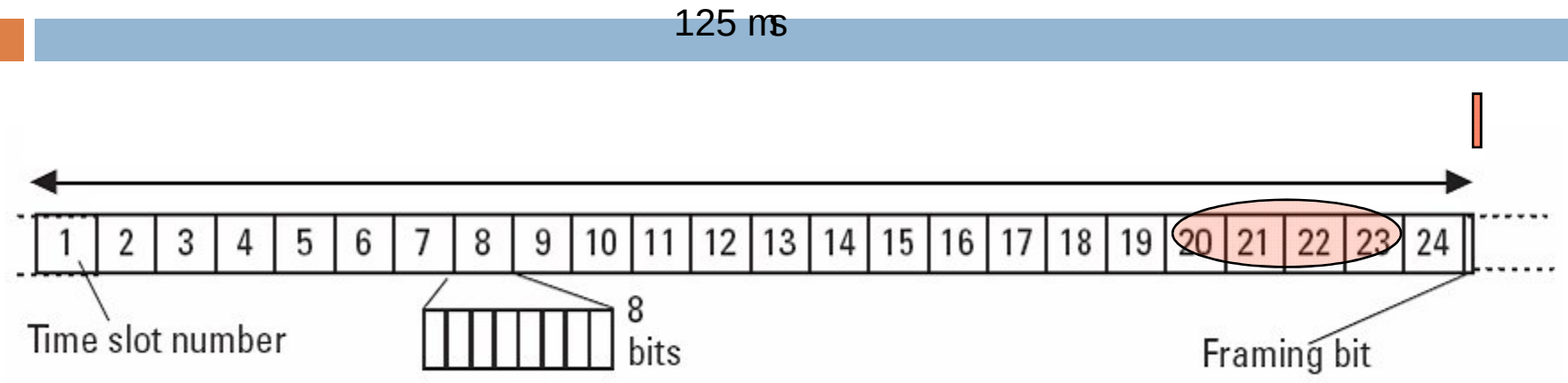
Bit number	1	2	3	4	5	6	7	8
FAW	C	0	0	1	1	0	1	1

TS0 in every other frame that does not contain FAW.

Bit number	1	2	3	4	5	6	7	8
TS0 word	C	1	A	D4	D5	D6	D7	D8

A = Far end alarm, alarm condition "1".
D = Spare bits that can be used for specific point-to-point low data rate applications (for example, network management information).
Bit 2 alternates from frame to frame to prevent accidental simulations of the frame alignment signal.
C = CRC-4 procedure for protection against simulation of frame alignment and enhanced error monitoring. If not in use, C-bit is set to "1".

PCM 1.544-Mbps

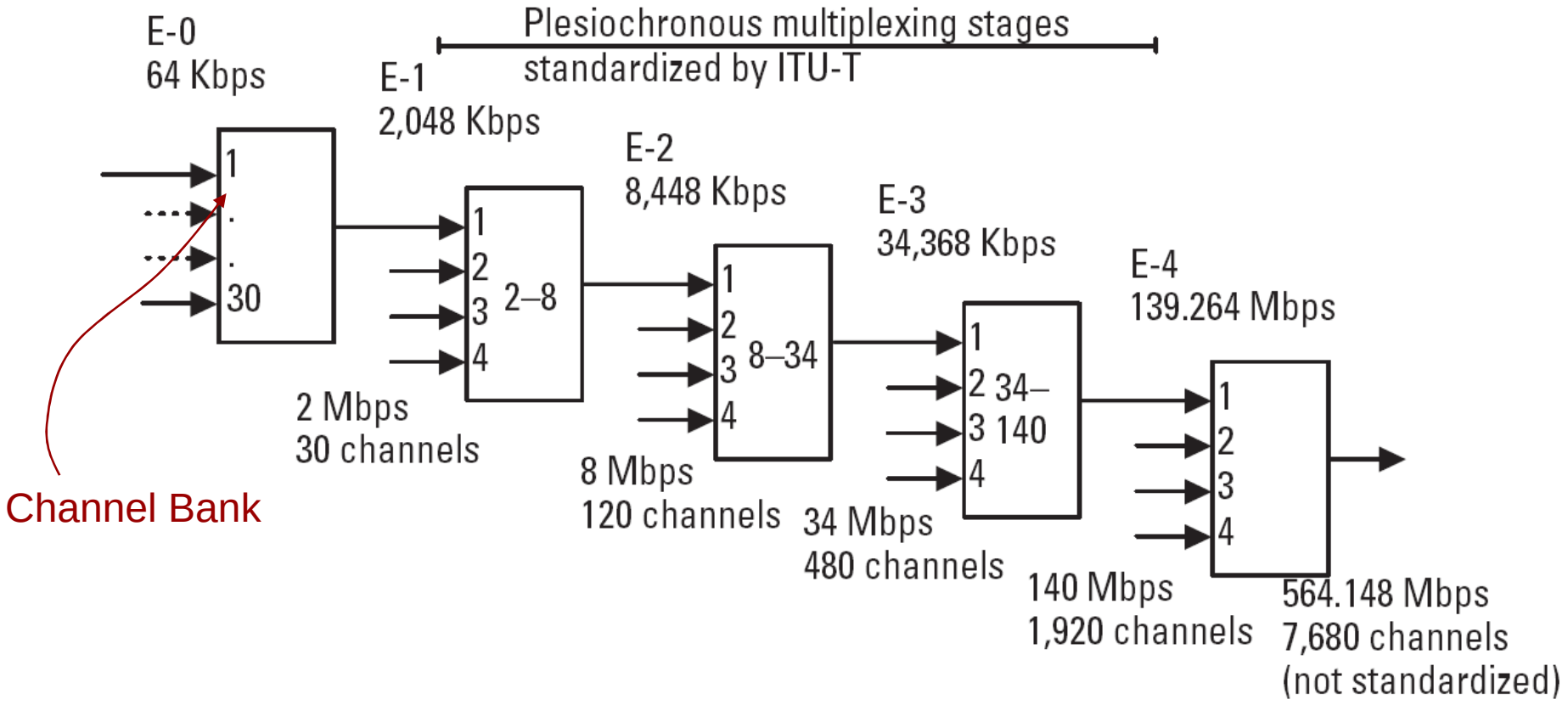


- Setiap frame terdiri dari 24 timeslot
- Setiap timeslot mengandung 8 bit data
- Kepada setiap frame ditambahkan 1 bit yang disebut *framing bit/synchronization bit* (S-bit)
- Dengan demikian kecepatan 1 frame (frame rate) adalah:
  - (24 timeslot*8 bit + 1 bit)*8000 = 1,544 Mbps
- Tidak ada timeslot khusus untuk signaling
- Signaling dilakukan dengan cara sbb:
  - LSB (least significant bit) dari setiap timeslot pada frame ke-6 digunakan untuk signaling ('dicuri' (robbed) untuk keperluan signaling)
  - Konsekuensinya, hanya 7 bit pada setiap timeslot frame ke-6 yang membawa sinyal voice
    - Basic data rate setiap kanal menjadi 56 Kbps

Hirarki Transmisi Digital

- Dikenal sebagai *Plesiochronous Digital Hierarchy* (PDH)
- Multiplexer-multiplexer tingkat tinggi pada PDH dimungkinkan untuk beroperasi pada frekuensi clock masing-masing
  - Plesiochronous = “almost the same data rate”
    - Mengizinkan sedikit perbedaan frekuensi antara *tributary signals* (aliran data 64 kbps dari user) yang di-multipleks
    - Sebagai contoh: Pada rate 2,048 Kbps, toleransi frekuensi adalah 50 ppm (parts per million), artinya data rate sistem 2,048 Mbps dapat berdeviasi sebesar 100 bps

PDH Standard Eropa (CEPT)



PDH Standard Amerika Utara/Jepang/Kanada

