

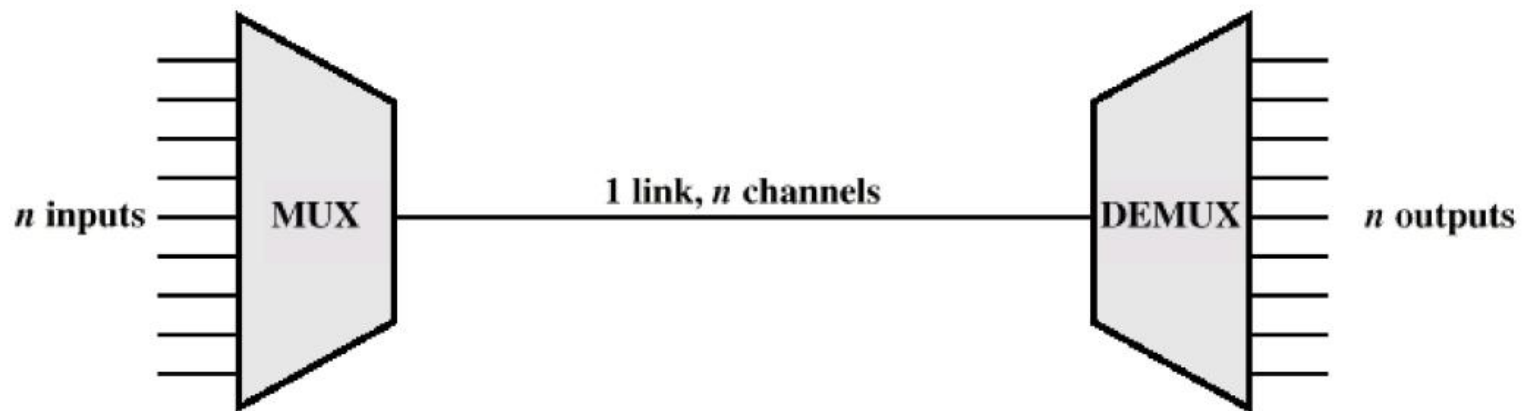
# Multiplexing

Sistem Komputer

UNIKOM

# Definisi

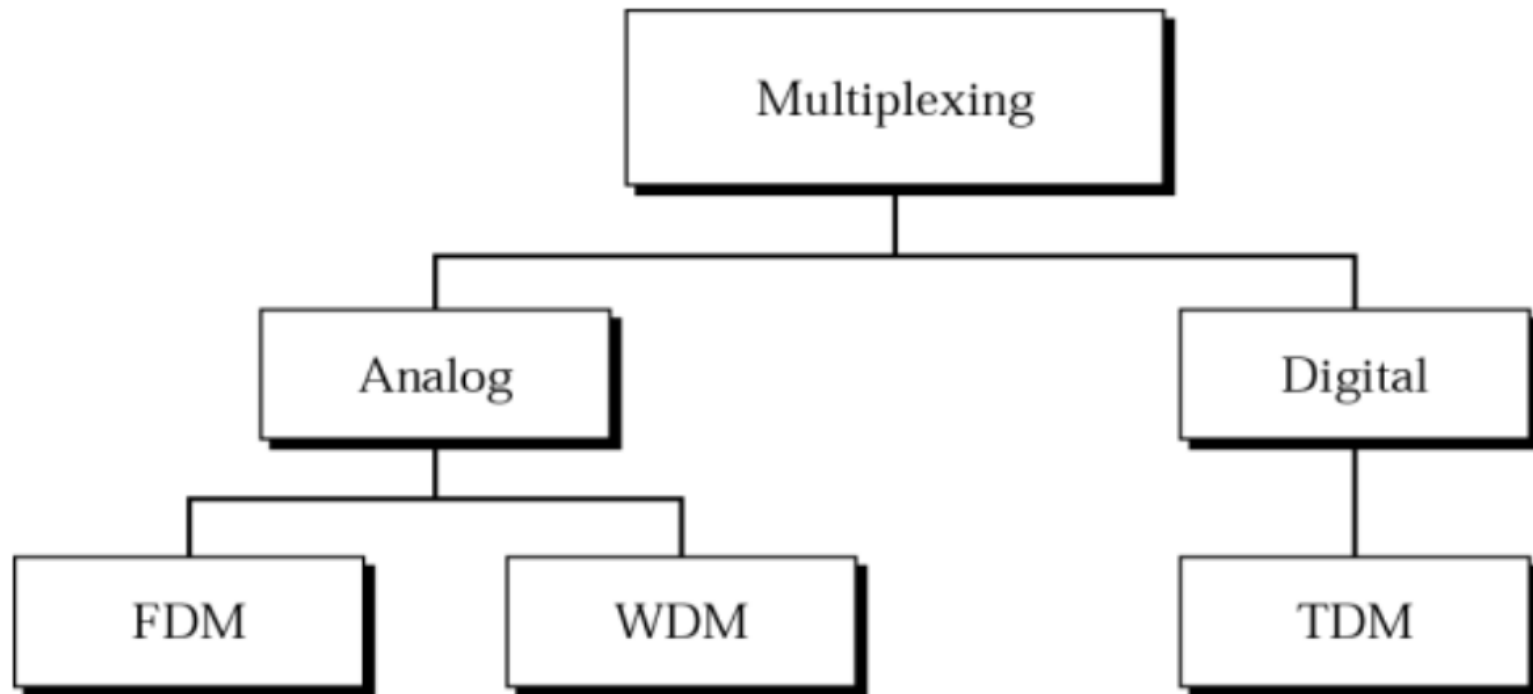
- Teknik yang digunakan untuk menggabungkan beberapa sinyal ke dalam sebuah kanal komunikasi
- Bandwidth dari kanal harus lebih lebar daripada bandwidth sinyal-sinyal itu sendiri



# Keuntungan

- Komputer host hanya butuh satu port I/O untuk banyak terminal
- Hanya satu line transmisi yang dibutuhkan

# Pembagian Multiplexing



- frequency-division multiplexing (FDM), paling umum dipakai untuk radio atau TV
- Time-division multiplexing (TDM) atau synchronous TDM, dipakai untuk multiplexing digital voice.

# Frequency Division Multiplexing

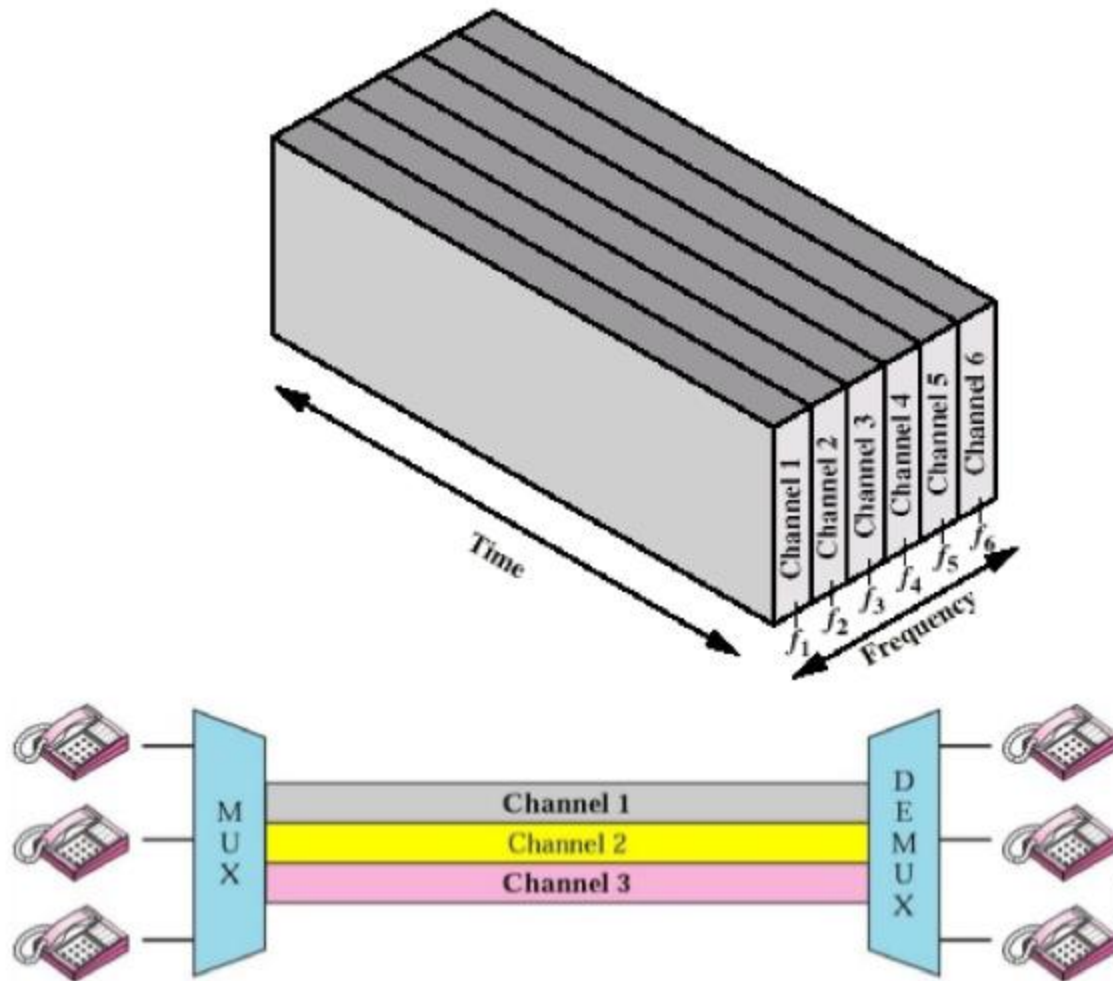
- FDM
- Digunakan bila bandwidth media transmisi yang digunakan melebihi bandwidth yang diperlukan dari sinyal-sinyal yang ditransmisikan
- Sejumlah sinyal dimodulasikan ke frekuensi pembawa yang berbeda-beda
- Frekuensi pembawa berlainan (terpisah) dimana bandwidth sinyal tidak overlap (guard bands)
- Contoh : broadcast radio dan TV
- Sinyal campuran yang ditransmisikan sepanjang media berupa analog

# Peningkatan efisiensi synchronous TDM

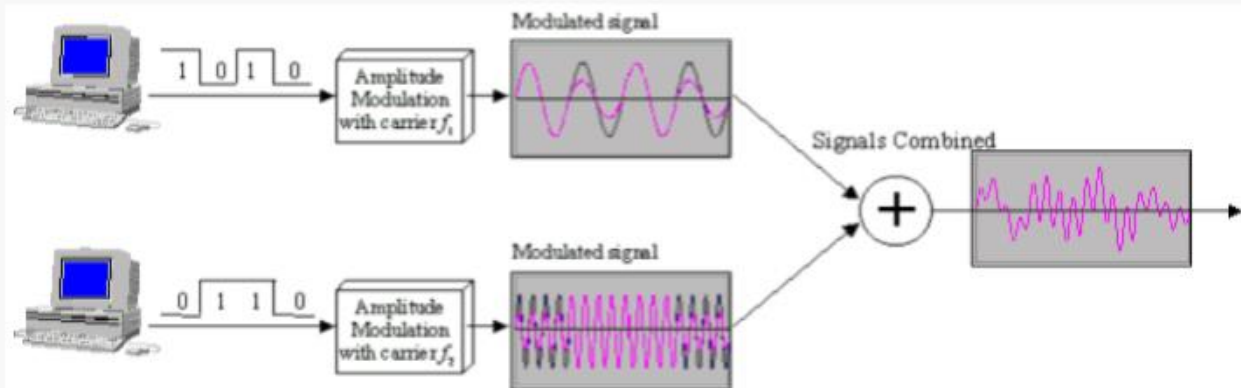
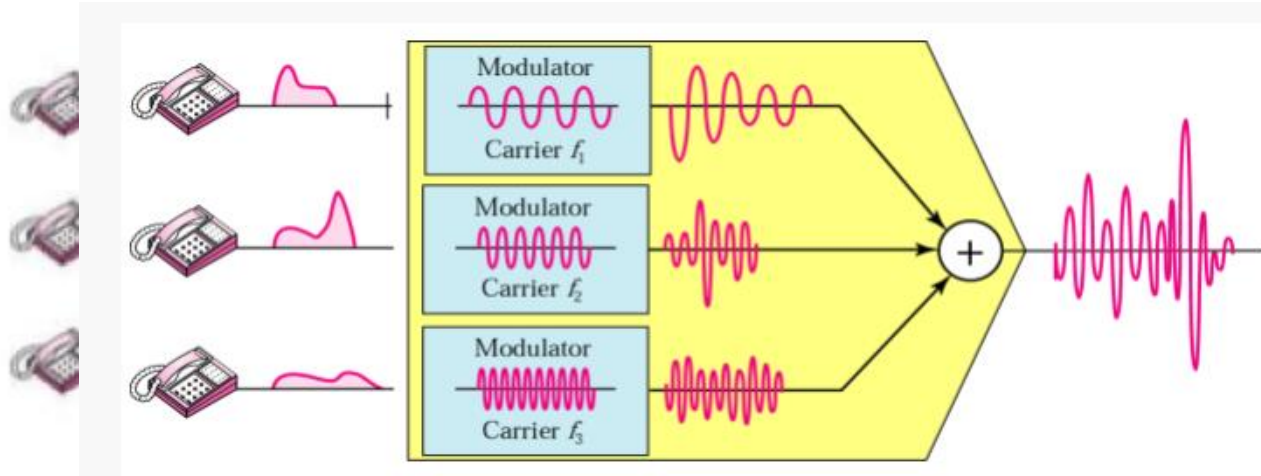
- Statistical TDM
- Asynchronous TDM
- Intelligent TDM



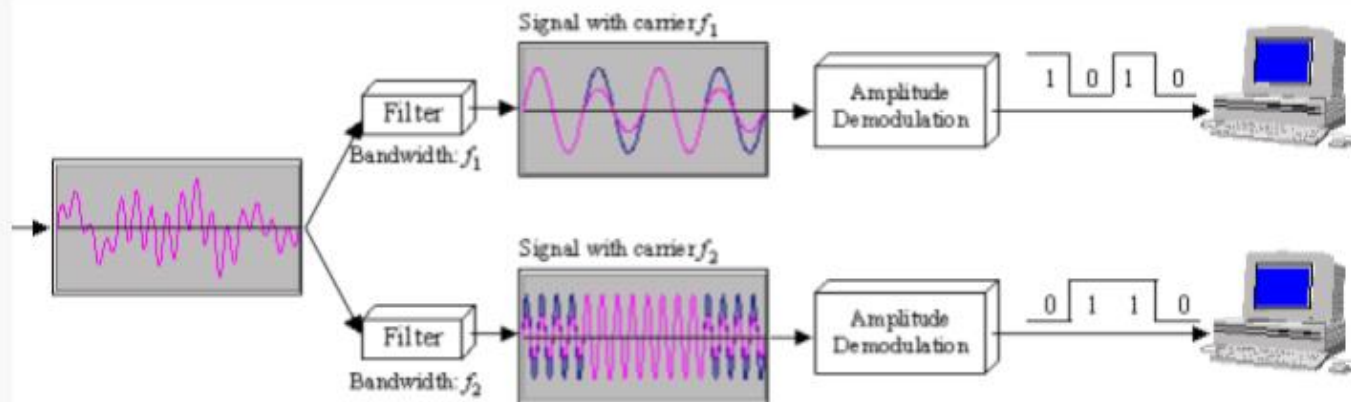
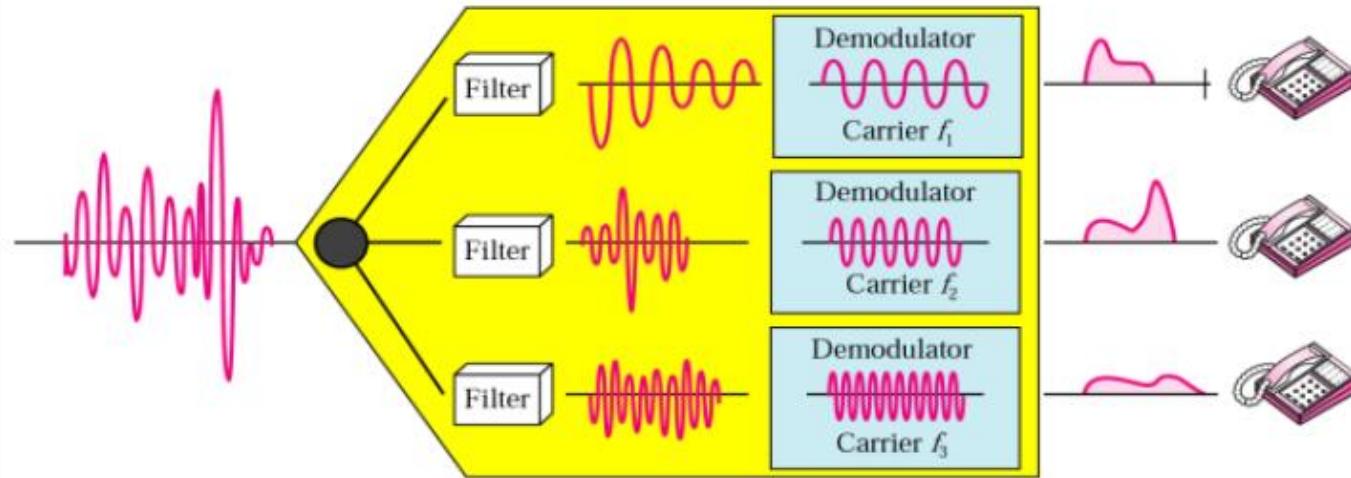
# Frequency Division Multiplexing Diagram



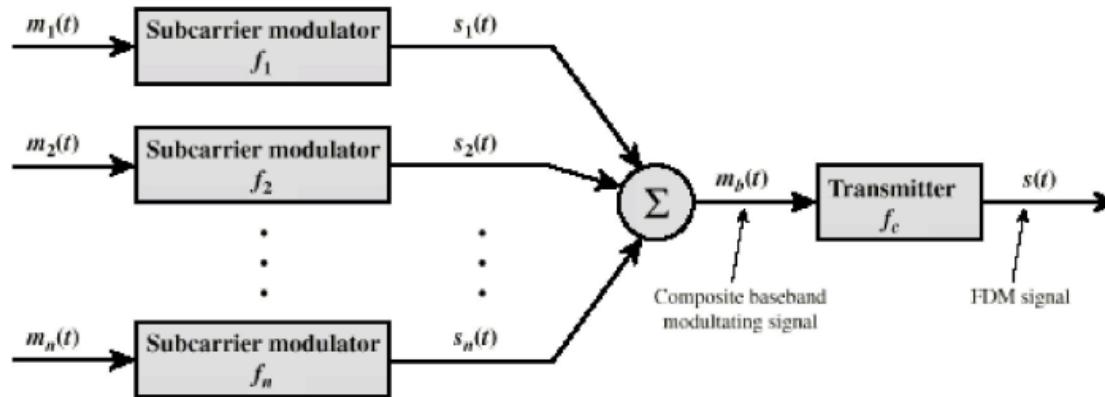
# Proses Multiplexing



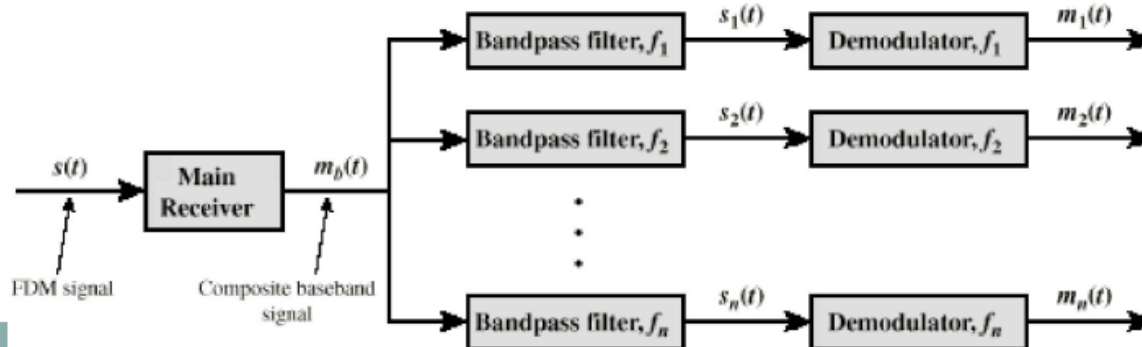
# Proses Demultiplexing



# Sistem FDM

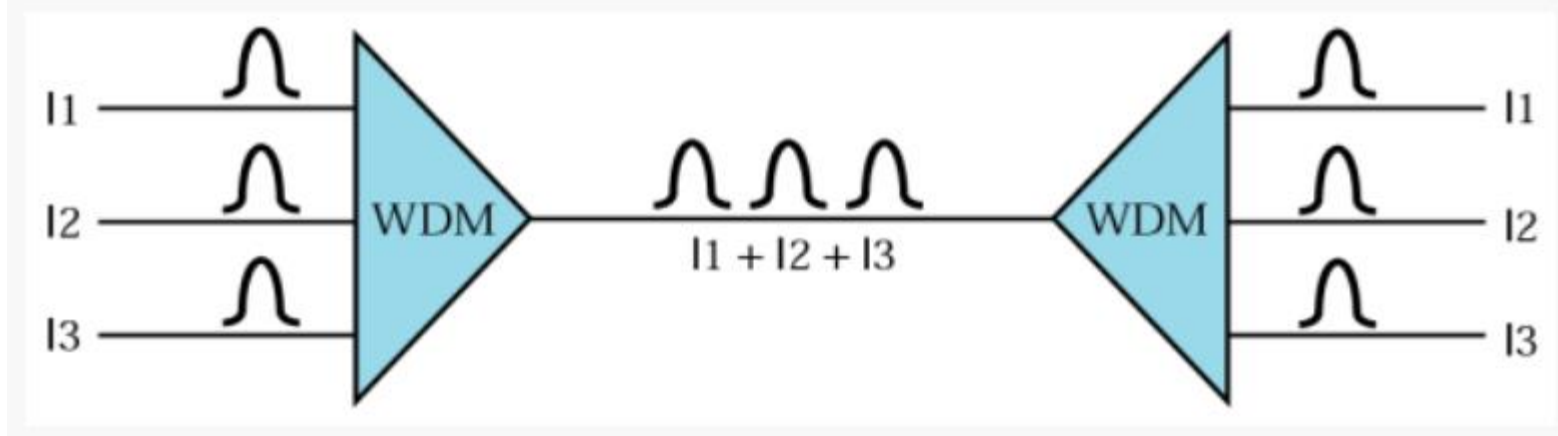


(a) Transmitter



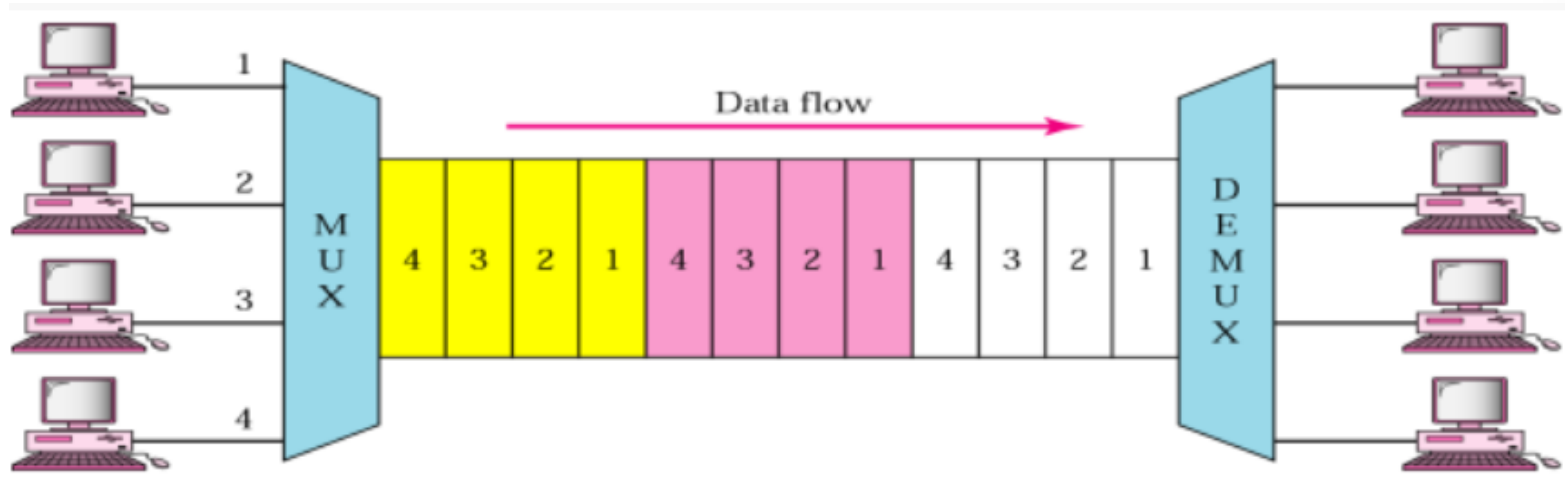
# Wavelength Division Multiplexing (WDM)

- multipleks untuk mentransmisikan beberapa sinyal optis / cahaya dengan  $\lambda$  yang berbedabeda menjadi campuran sinyal cahaya



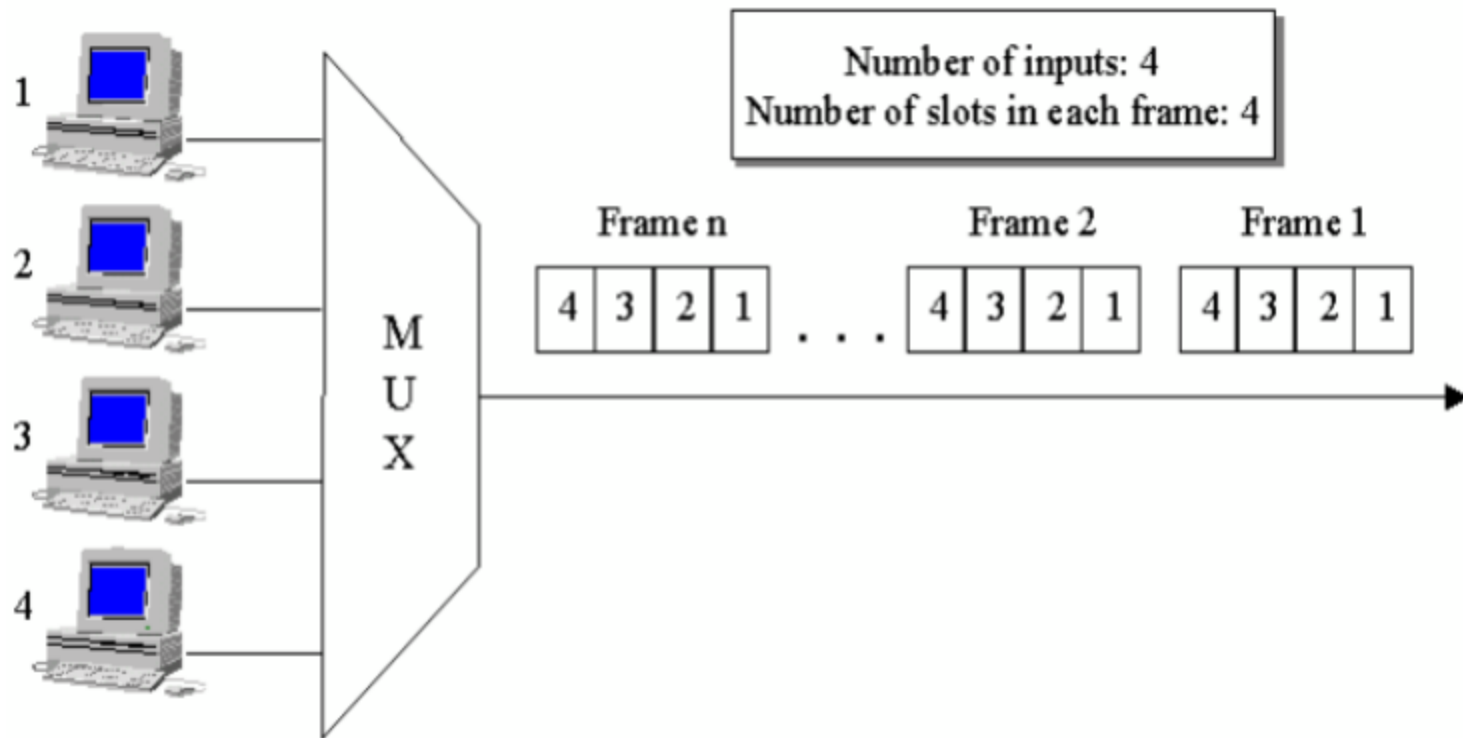
# Time-Division Multiplexing (TDM)

- Multiplexing dengan cara melakukan pembagian waktu akses ke saluran komunikasi bagi setiap pemakai saluran (*user*)

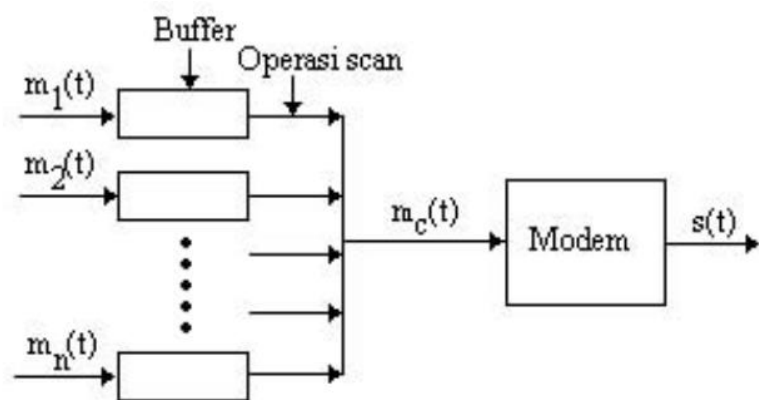


# Synchronous Time-Division Multiplexing

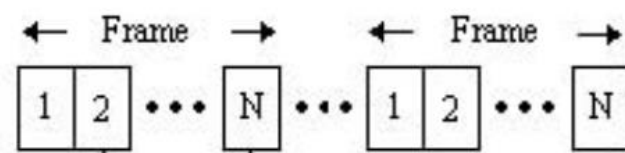
- Digunakan ketika data rate dari medium melampaui data rate dari sinyal digital yang ditransmisi
- Sinyal digital yang banyak (atau sinyal analog yang membawa data digital) melewati transmisi tunggal dengan cara pembagian (=interlaving) porsi yang dapat berupa level bit atau dalam blok-blok byte atau yang lebih besar dari tiap sinyal pada suatu waktu.





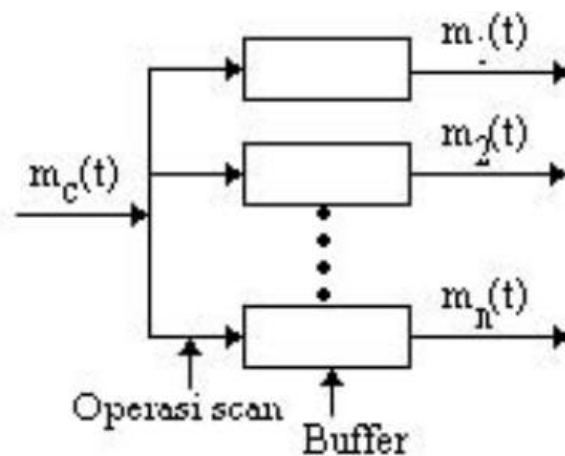


(a) Transmitter



Time slot : mungkin kosong atau diperkerjakan

(b) Frame-frame TDM



(c) Receiver

- **Channel** adalah serangkaian slot-slot yang mewakili satu sumber, dari frame ke frame
- Panjang slot sama dengan panjang buffer transmitter yaitu 1 bit atau 1 karakter

# 2 teknik interleaving

- Character-interlaving :
  - Dipakai dengan sumber asynchronous.
  - Tiap time slot mengandung 1 karakter dari data.
- Bit-interlaving :
  - Dipakai dengan sumber synchronous dan boleh juga dengan sumber asynchronous.
  - Tiap time slot mengandung hanya 1 bit.

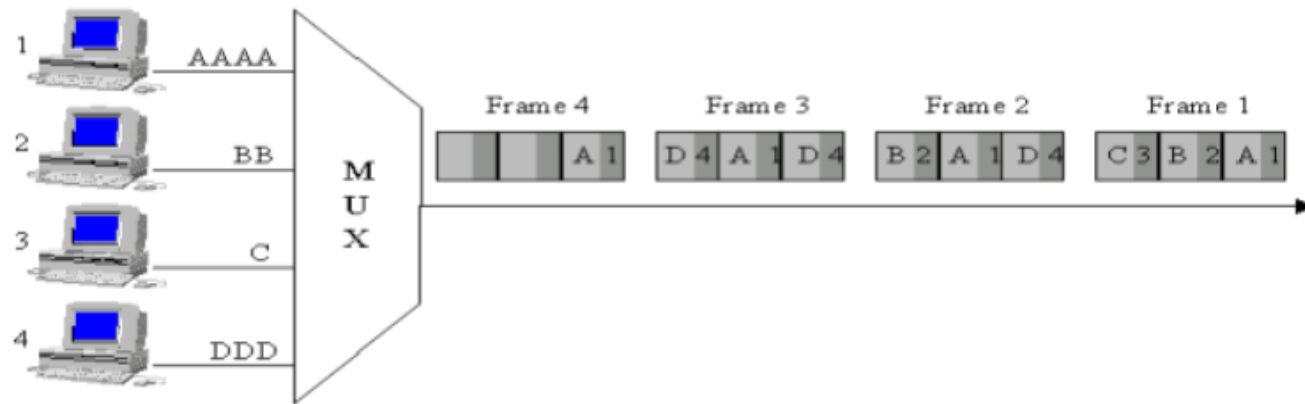
# Synchronous TDM

- Disebut synchronous karena time slot-time slot-nya dialokasikan ke sumber-sumber dan tertentu dimana time slot untuk tiap sumber ditransmisi. Biar bagaimanapun sumber mempunyai data untuk dikirim.
- Dapat mengendalikan sumber-sumber dengan kecepatan yang berbeda-beda.

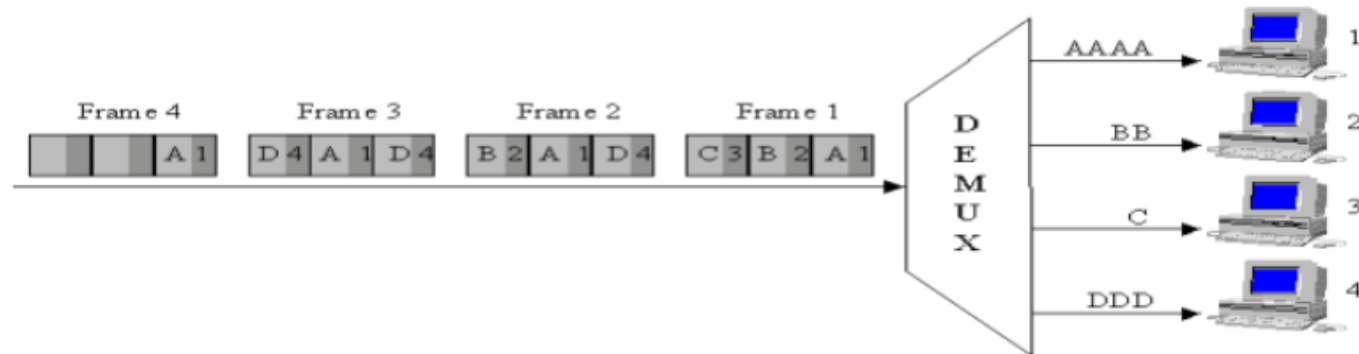
# Asynchronous TDM

- Jatah slot waktu hanya dialokasikan apabila koneksi memiliki data input
- Menggunakan pengalamatan untuk mengidentifikasi pemilik dari masing-masing slot

### Asynchronous TDM: multiplexing process



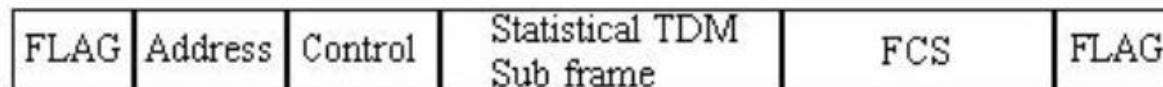
### Asynchronous TDM: demultiplexing process



# Statistical Time-Division Multiplexing

- Statistical TDM yang dikenal juga sebagai asynchronous TDM dan intelligent TDM, sebagai alternative synchronous TDM.
- Mempunyai sejumlah line I/O pada satu sisi dan line multiplex kecepatan tinggi pada sisi lainnya. Dimana ada  $n$  line I/O, tetapi hanya  $k$  ( $k < n$ ) time slot yang sesuai pada frame TDM.
- fungsi multiplexer ini untuk men-scan buffer-buffer input, mengumpulkan data sampai penuh, dan kemudian mengirim frame tersebut.
- multiplexer menerima suatu frame dan mendistribusikan slot-slot data ke buffer output tertentu.

# Format Statistical TDM



(a) Overall frame



(b) Satu sumber per frame



(c) Banyak sumber per frame

**Gambar 6.13. Format-format frame dari Statistical TDM.**



# Performance

- Output kecepatan data lebih buruk  
kecepatan data aggregate
- Dimungkinkan karena masalah selama  
peak periods
  - Buffer inputs
  - Menjaga ukuran buffer ke minimum sampai  
mengurangi delay

# Kabel Outlie Modem

- Dua bentuk channel dari kabel tv menyediakan dedikasi untuk transfer data
  - Satu untuk tiap direction
- Tiap channel shared oleh number pada subscribers
  - Pola dibutuhkan untuk alokasi kapasitas
  - Statistical TDM

# Pengoperasian Kabel Modem

- Downstream
  - Kabel scheduler mengirimkan data dalam pake-paket kecil
  - Jika lebih dari satu subscriber active, tiap subscriber mendapatkan kapasitas fraction downstream
    - mendapatkan 500kbps sampai 1.5Mbps
  - Digunakan juga untuk alokasi time slots upstream untuk subscribers
- Upstream
  - User meminta timeslots dalam bagian channel upstream
    - Diperuntukkan untuk slots
  - Headend scheduler mengirim kembali assignment pada time slot berikutnya untuk subscriber

# Asymmetrical Digital Subscriber Line

- ADSL
- Link diantara subscriber dan jaringan
  - Local loop
- Menggunakan currently installed twisted pair cable
  - Dapat membawa broader spectrum
  - 1 MHz atau lebih

# Disain ADSL

- Asymmetric
  - Kapasitas downstream lebih besar daripada upstream
- Frequency division multiplexing
  - Lowest 25kHz for voice
    - Plain old telephone service (POTS)
  - Menggunakan echo cancellation atau FDM untuk memberikan two bands
  - menggunakan FDM within bands
- Range 5.5km

# Discrete Multitone

- DMT
- Multiple sinyal carrier dalam frekuensi yang berbeda
- Beberapa bit tiap channel
- 4kHz subchannels
- Mengirimkan tes sinyal untuk digunakan subchannels dengan sinyal lebih baik dari rasio noise
- 256 downstream subchannels at 4kHz (60kbps)
  - 15.36MHz
  - Impairments memberi this down ke 1.5Mbps ke 9Mbps

# xDSL

- Kecepatan data tinggi DSL
- Single line DSL
- Kecepatan data sangat tinggi DSL