



# Telekomunikasi

# Dasar

Pert. 9 : Konsep Multiplexing



Aqil Aqthobirrobbany, S.T., M.Eng.

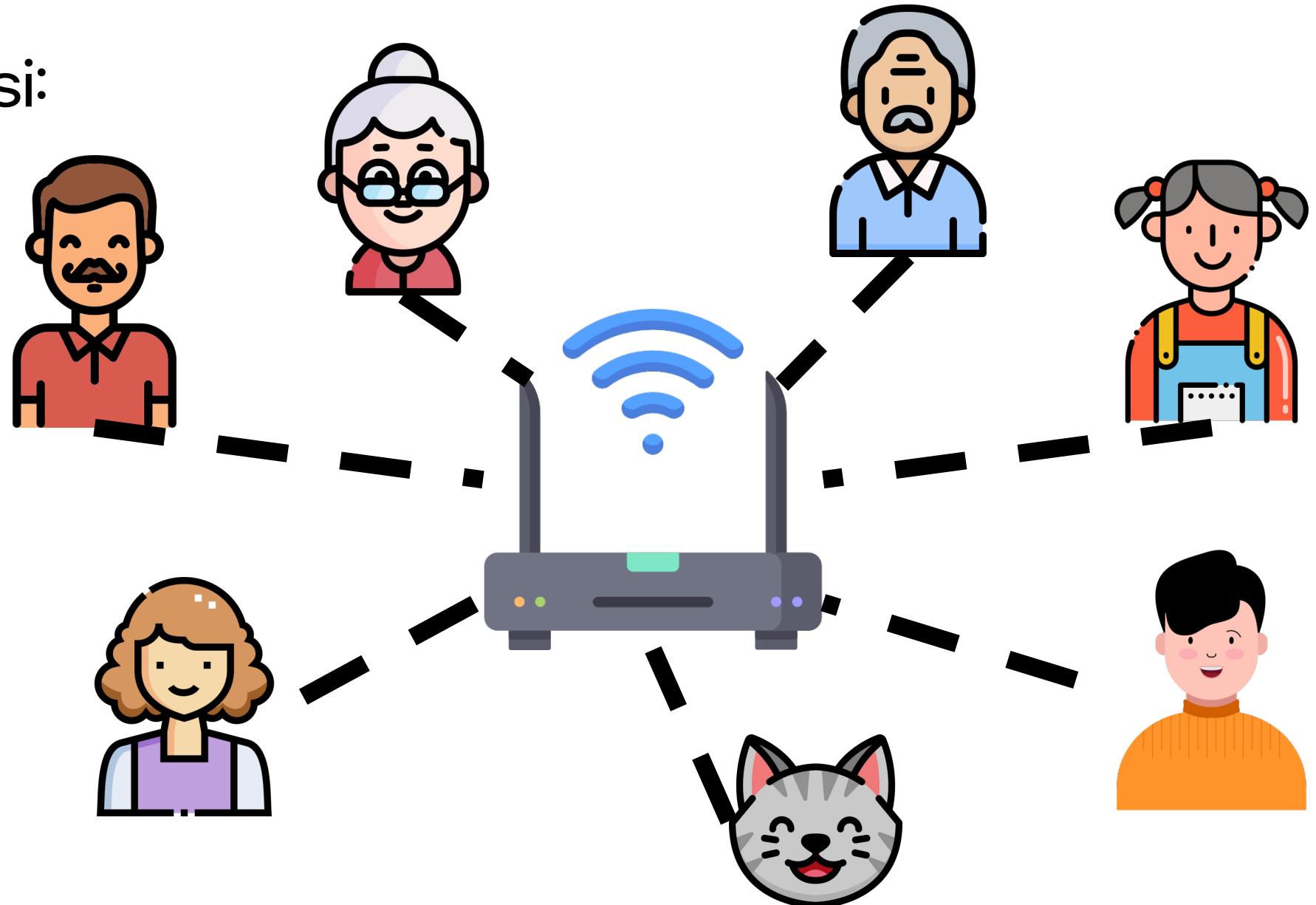




# Definisi

Multiplexing adalah sebuah teknik untuk menyatukan dan mengirim beberapa aliran data dari beberapa sumber yang berbeda melalui satu media tunggal yang dipakai bersamaan.

Ilustrasi:



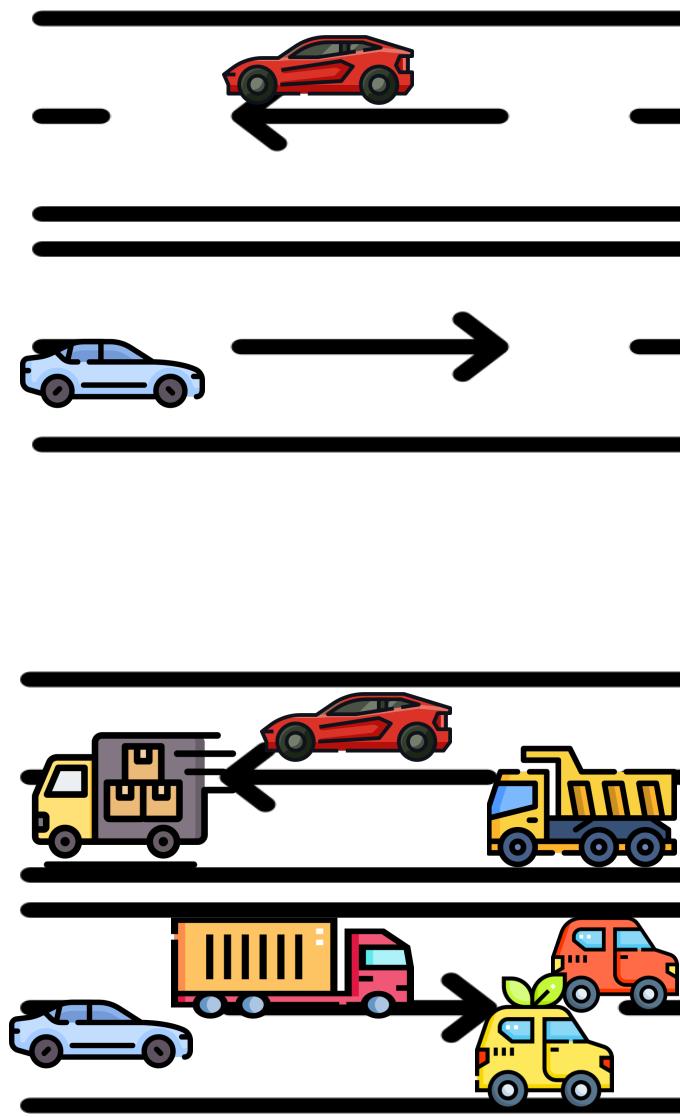
Dari 7 aliran data yang berbeda tersebut kemudian dilakukan penggabungan agar dapat melalui satu saluran yang sama (modem wifi).

Teknik menggabungkan tersebut disebut juga teknik multiplexing

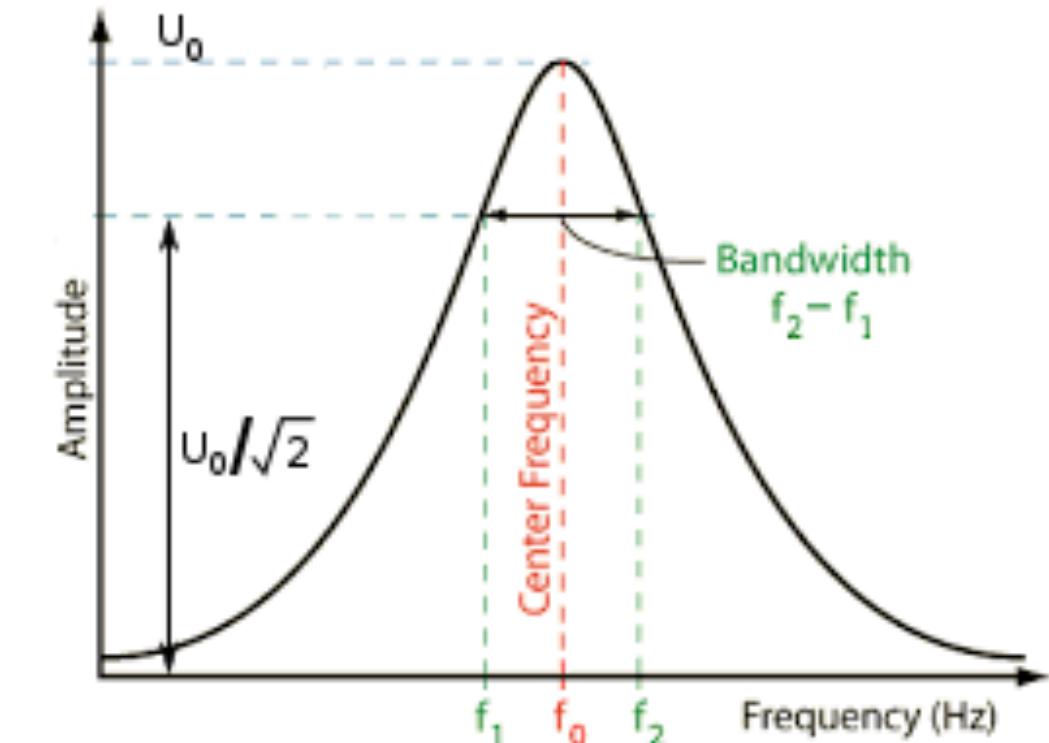


# Fungsi

Fungsi multiplexing adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth dari saluran transmisi agar bisa digunakan secara bersamaan



Meningkatkan jumlah data yang dapat ditransmisikan melalui saluran transmisi dengan kapasitas bandwidth yang tersedia



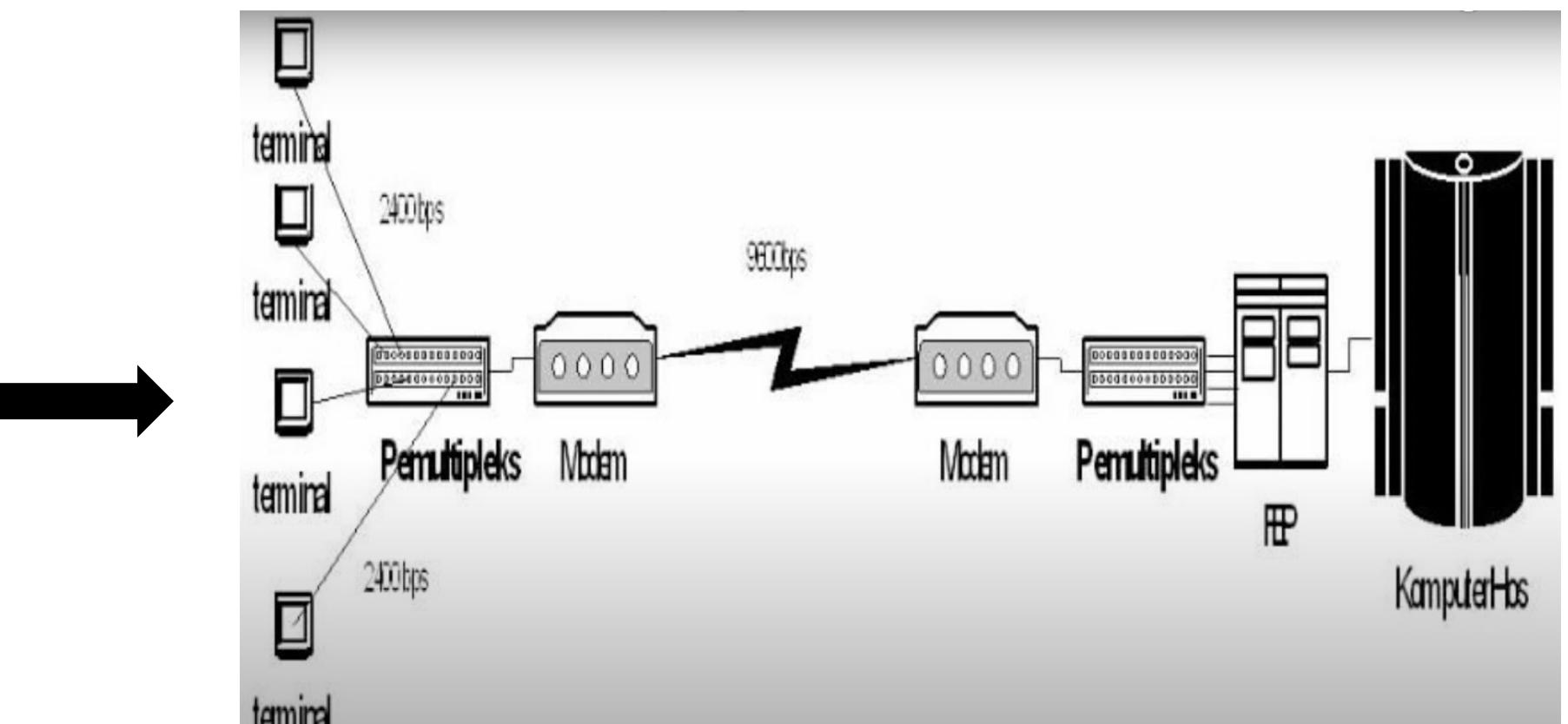
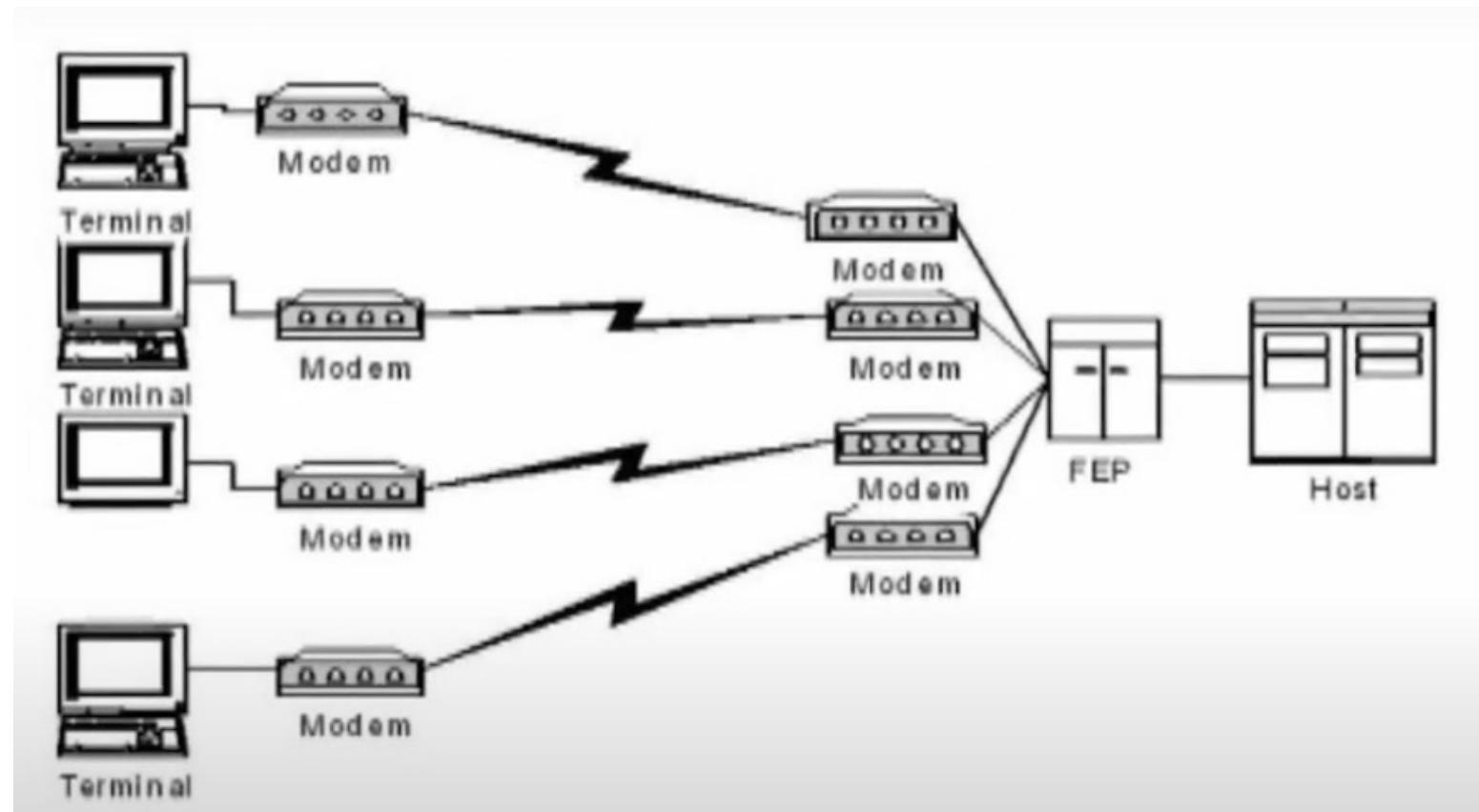
Bandwidth = rentang dari freq terendah ke freq tertinggi. Rentang freq saluran radio FM = 87,5 MHz – 108 MHz

Kesimpulan:

Sehingga, semakin lebar rentang bandwidth maka akan semakin banyak data yang dapat ditransmisikan.



# Contoh Kasus



Apa yang terjadi apabila Indonesia tidak menerapkan teknik multiplexing?

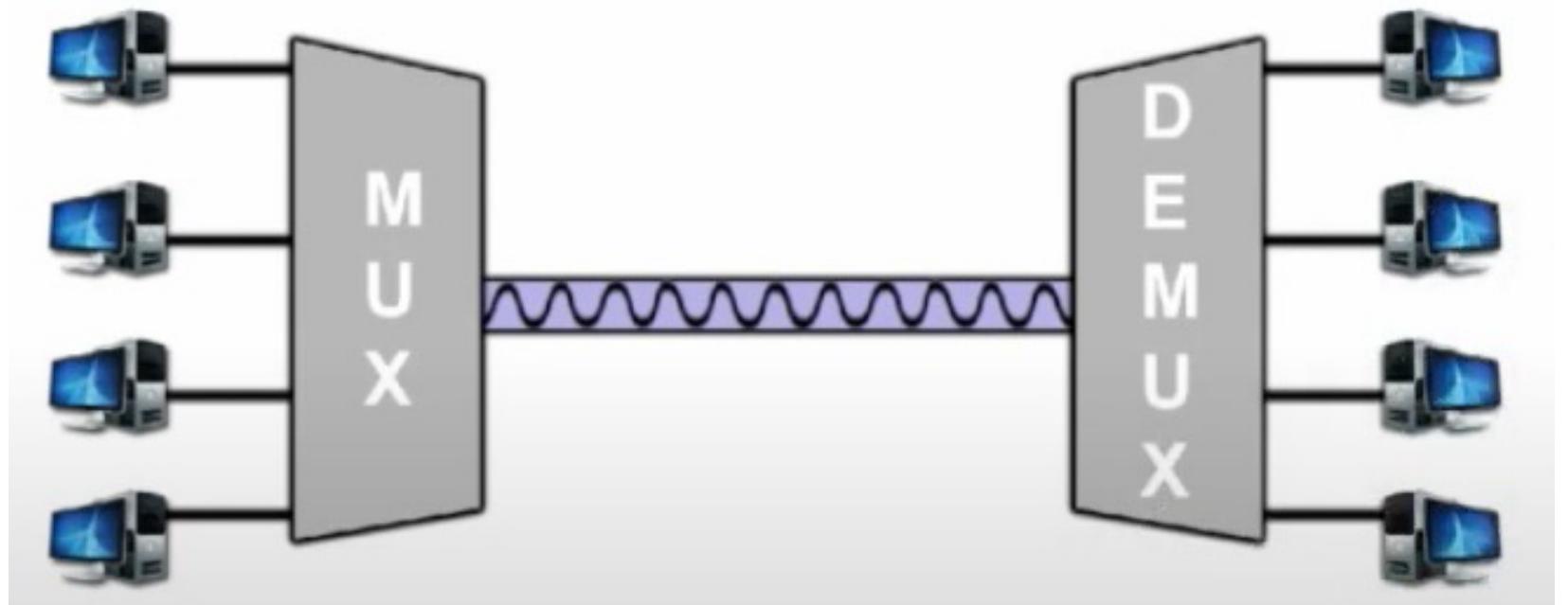
Maka, setiap pengguna atau data harus dilengkapi dengan satu modem. Kemudian dari sisi provider juga harus memiliki modem receiver sejumlah yang sama dengan banyaknya pengguna. Hal ini sangat **tidak efisien tempat dan biaya**.



# Tujuan

Tujuan multiplexing antara lain:

1. Mengurangi media penghantar
2. Meningkatkan kemampuan komunikasi dengan memaksimalkan data yang dihantar di atas satu media penghantar
3. Meminimalkan biaya transmisi dengan cara mengurangi biaya penggunaan media menjadi satu media penghantar antar computer host dengan terminal



**Multiplexer (MUX)**

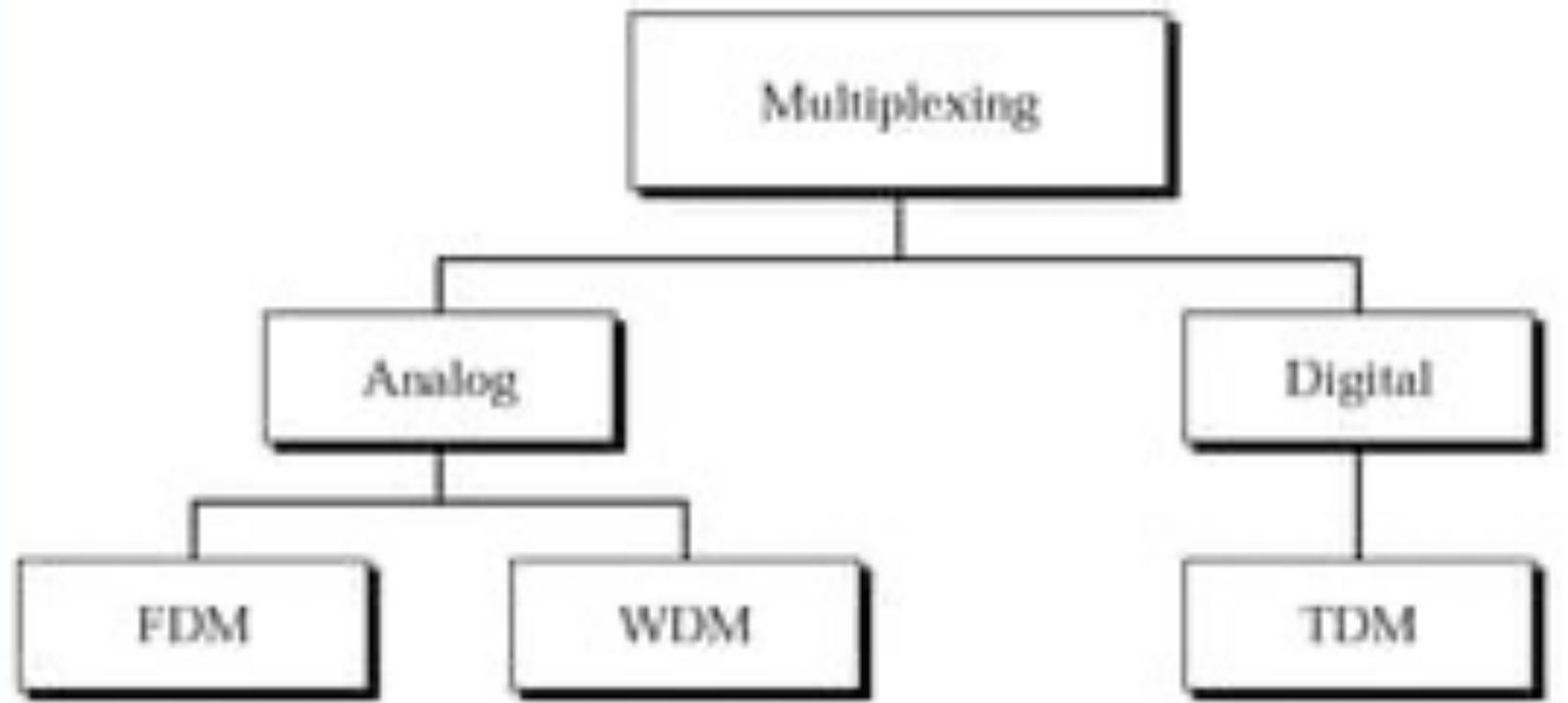
Alat yang berfungsi untuk menggabungkan beberapa data yang berasal dari sumber terminal yang berbeda-beda.

**Demultiplexer (DEMUX)**

Alat yang berfungsi untuk memisahkan beberapa data setelah tahap multiplexing, sehingga data tersebut dapat diterima oleh beberapa perangkat yang berbeda.



# Jenis Multiplexing



Berkembang lagi dengan metode:

1. CDM (Code Division Multiplexing)
2. ODM (Optical Code Division Multiplexing)

# TDM



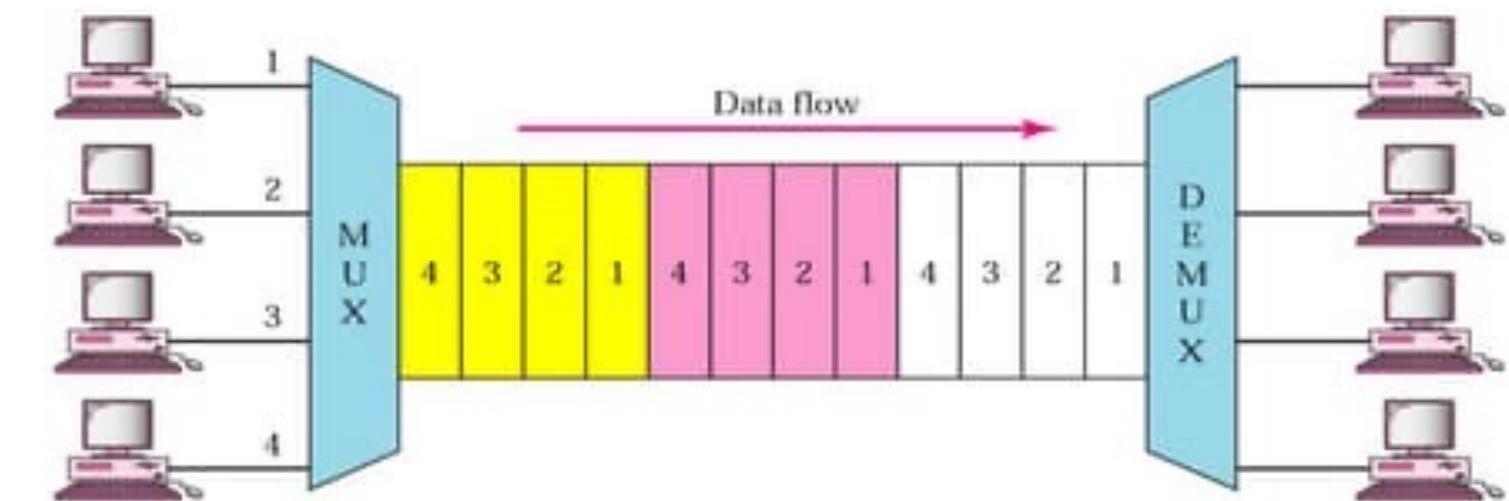
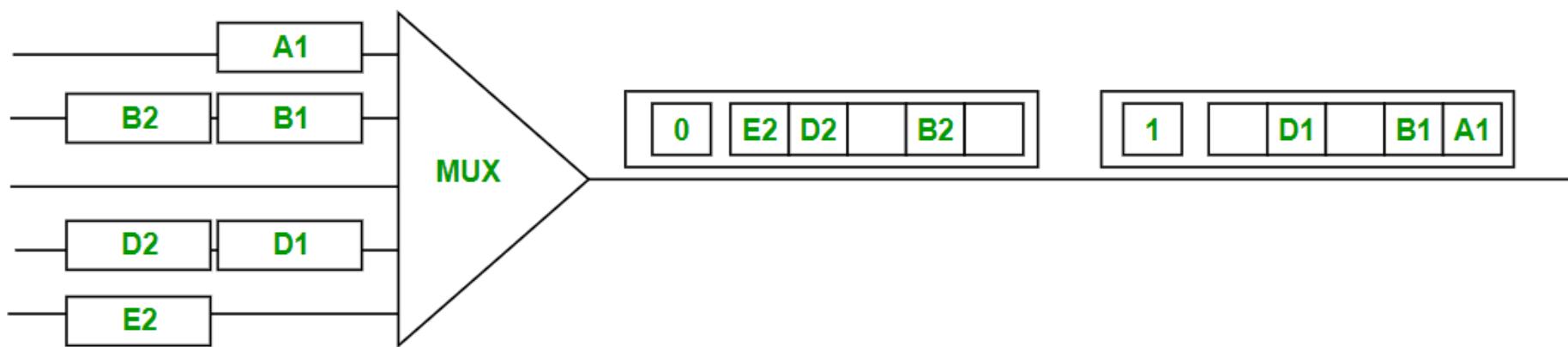
## 1. Time Division Multiplexing (TDM)

Penggiliran waktu pemakaian saluran transmisi dengan mengalokasikan satu slot waktu (*time slot*) bagi setiap pemakai saluran (*user*).

Meskipun user ini secara bergantian memakai saluran, tapi user tidak terasa mengantri. Hal ini karena kecepatan jaringan sekarang sudah dalam GigaHertz atau sekitar 125ms ( mendekati nol )

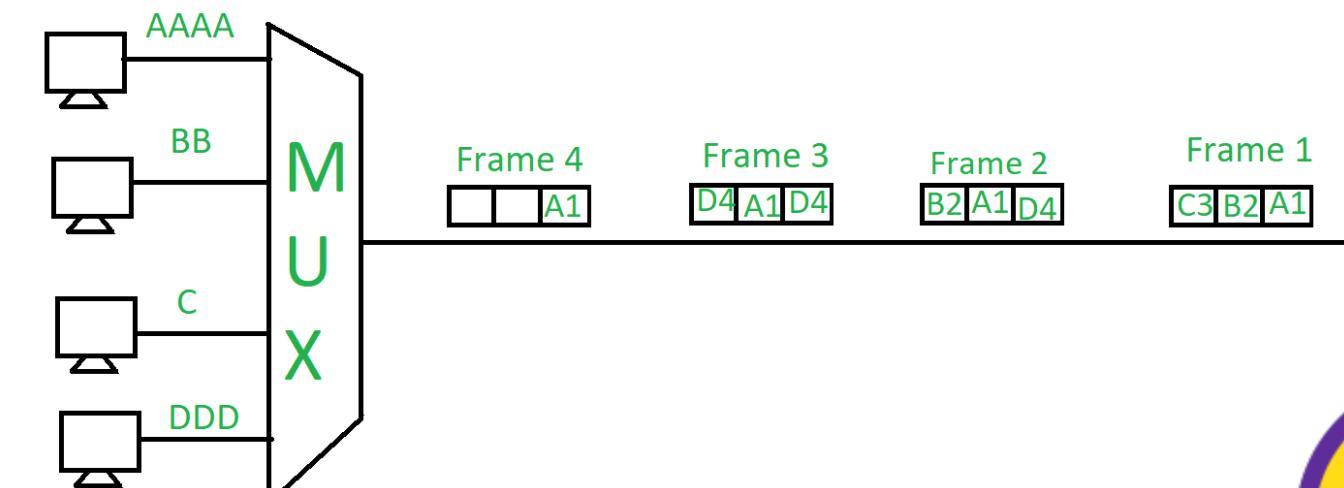
### a. Synchronous TDM

Setiap user diberikan giliran secara terjadwal dan tetap. Sehingga, meskipun salah satu user sedang tidak mengirimkan data, ia tetap diberi bagian. Hal ini mengakibatkan sistem ini kurang efektif



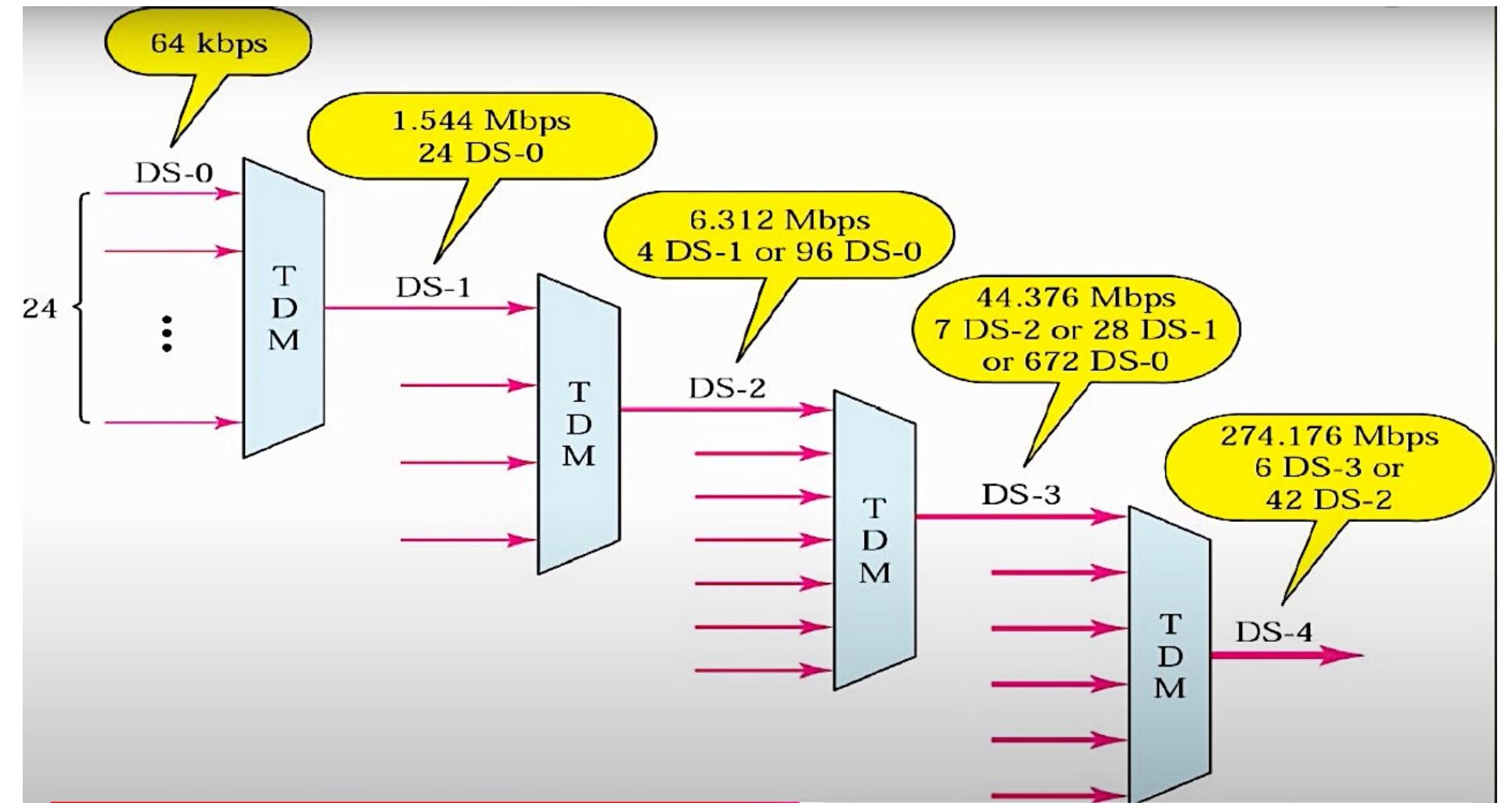
### b. Asynchronous TDM

Sistem ini tidak memiliki jadwal penggiliran yang tetap. User yang diberi bagian untuk mengirim data hanya khusus user yang memiliki data. Apabila user sudah tidak memiliki data untuk dikirim, maka giliran selanjutnya akan diberikan ke user





# Multiplexing Hierarki

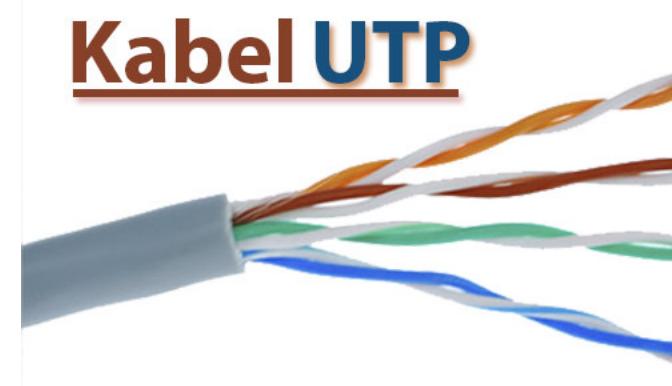
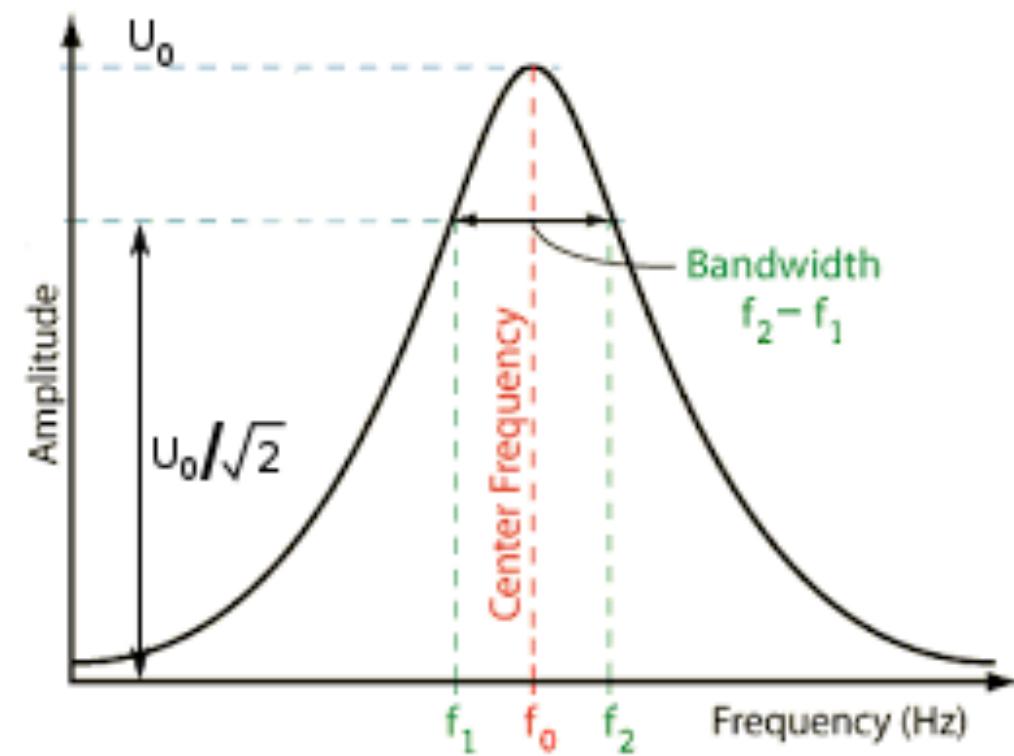


**Multiplexing Hierarki** adalah teknik menggabungkan (multiplexing) beberapa data secara bertingkat. teknik multiplexing diterapkan pada satu tingkat dan kemudian saluran-saluran yang termultififikasi di tingkat tersebut kembali dimultiplexkan menggunakan teknik multiplexing lainnya pada tingkat yang lebih tinggi.



## 2. Frequency Division Multiplexing (FDM)

- FDM ini akan membagi satu saluran transmisi utama menjadi beberapa subsaluran berdasarkan frekuensinya. Sehingga sinyal-sinyal akan dikirimkan menggunakan frekuensi yang berbeda-beda.
- Penggunaan sistem FDM ini akan memungkinkan sinyal-sinyal dapat dikirim melalui satu saluran utama secara bersamaan
- FDM ini umumnya digunakan pada komunikasi analog seperti sistem komunikasi radio, televisi, dan satelit.



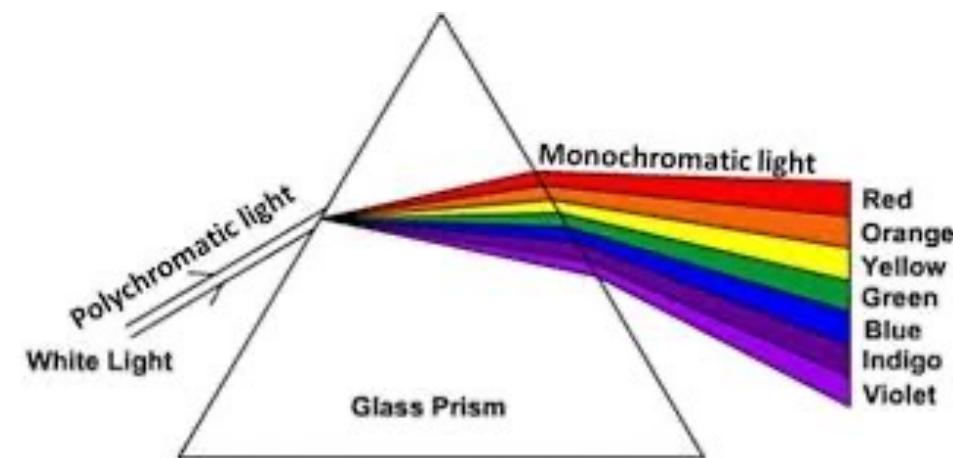
**Kabel UTP**



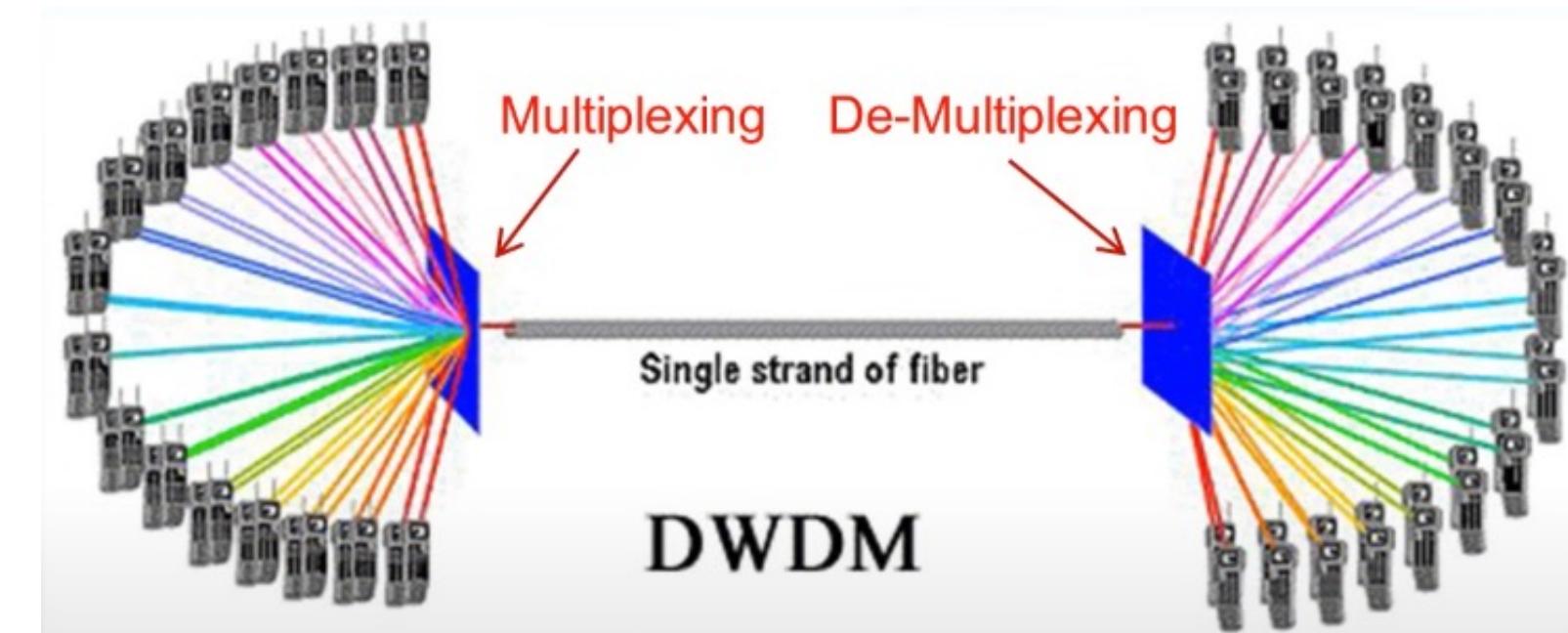
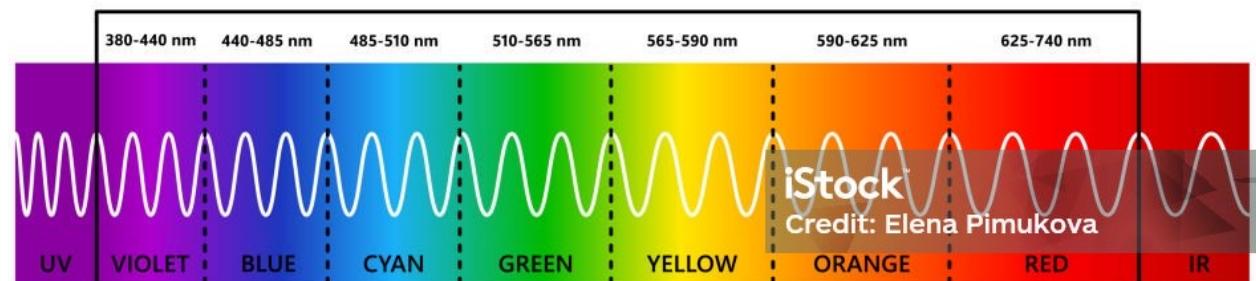
# WDM

## 3. Wavelength Division Multiplexing (WDM)

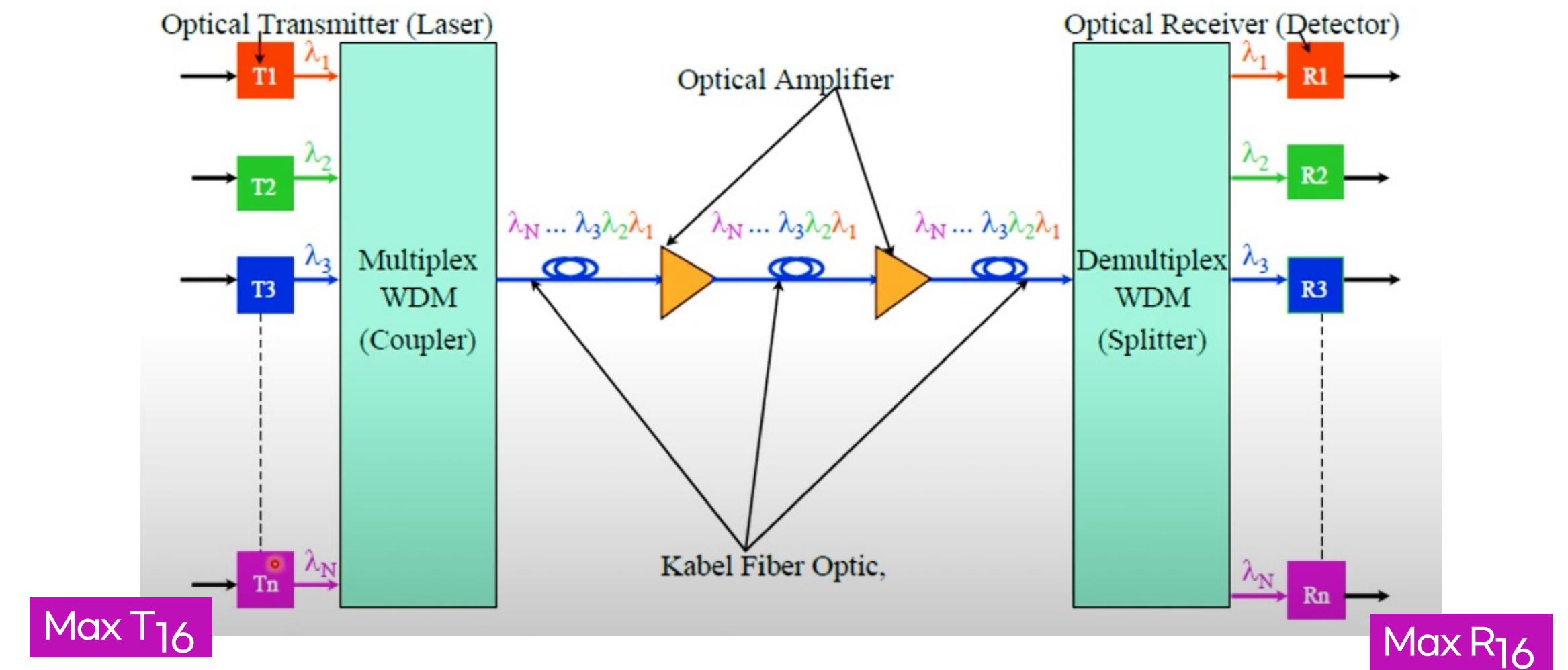
- WDM digunakan pada transmisi data melalui serat optic (optical fiber) di mana sinyal yang ditransmisikan berupa cahaya



VISIBLE SPECTRUM



# WDM



Optical transmitter (laser) = merubah sinyal dengan daya elektrik (suara, gambar, video, dll) menjadi daya optic

Multiplex WDM (coupler) = menggabungkan beberapa daya optic menjadi satu (parallel menjadi seri)

Optical amplifier = penguat daya

Demultiplex WDM (splitter) = memisahkan daya optic menjadi beberapa daya optic sesuai jumlah inputnya (seri menjadi parallel)

Optical receiver (detector) merubah sinyal daya optic menjadi sinyal daya elektrik. Kemudian diteruskan ke user



## 4. Code Division Multiplexing (CDM)

- CDM dikenal juga dengan Code Division Multiple Access (CDMA) -> Flexi
- CDM bekerja dengan cara menggunakan kode digital yang bersifat unik. Sehingga memungkinkan banyak pengguna untuk berbagi rangkaian frekuensi

### Prinsip Kerja CDM

Kepada setiap entitas pengguna diberikan suatu kode unik (dengan panjang 64 bit) yang disebut *chip spreading code*

Untuk pengiriman bit '1', digunakan representasi kode (*chip spreading code*) tersebut

Sedangkan untuk pengiriman bit '0', yang digunakan adalah inverse dari kode tersebut

Pada saluran transmisi, kode-kode unik yang dikirim oleh sejumlah pengguna akan ditransmisikan dalam bentuk hasil penjumlahan (sum) dari kode-kode tersebut

Di sisi penerima, sinyal hasil penjumlahan kode-kode tersebut akan dikalikan dengan kode-kode tersebut yang dikalikan dengan kode unik dari si pengirim (*chip spreading code*) untuk diinterpretasikan selanjutnya:

- Jika jumlah hasil perkalian mendekati nilai +64 maka dinyatakan bit '1'
- Jika jumlah hasil perkalian mendekati nilai -64 maka dinyatakan bit '0'



Contoh penerapan CDM untuk 3 pengguna (A,B dan C) menggunakan panjang kode 8 bit (*8-chip spreading code*) dijelaskan sebagai berikut :

a. Pengalokasian kode unik (*8-chip spreading code*) bagi ketiga pengguna :

- kode untuk A : 10111001
- kode untuk B : 01101110
- kode untuk C : 11001101

b. Misalkan pengguna A mengirim bit 1, pengguna B mengirim bit 0 dan pengguna C mengirim bit 1. Maka pada saluran transmisi akan dikirimkan kode berikut :

- A mengirim bit 1 : 10111001 atau + - + + + - - +
- B mengirim bit 0 : 10010001 atau + - - + - - - +
- C mengirim bit 1 : 11001101 atau + + - - + + - +

$$\text{hasil penjumlahan (sum)} = +3, -1, -1, +1, +1, -1, -3, +3$$

c. Pasangan dari A akan menginterpretasi kode yang diterima dengan cara :

- sinyal yang diterima : +3 -1 -1 +1 +1 -1 -3 +3
- Kode milik A : +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1 +1

$$\text{Hasil perkalian (product)} : +3 +1 -1 +1 +1 +1 +3 +3 = 12$$

Nilai +12 akan diinterpretasi sebagai bit '1' karena mendekati nilai +8.

d. Pasangan dari pengguna B akan melakukan interpretasi sebagai berikut :

- sinyal yang diterima : +3 -1 -1 +1 +1 -1 -3 +3
- kode milik B : -1 +1 +1 -1 +1 +1 +1 -1
- jumlah hasil perkalian : -3 -1 -1 -1 +1 -1 -3 -3 = -12

→ berarti bit yang diterima adalah bit '0', karena mendekati nilai -8.



## 5. Optical code Division Multiplexing (ODM)

Prinsip yang digunakan pada sistem ini serupa dengan CDM, namun pada sistem ini yang dikode adalah berupa sinyal analog (cahaya/sinar) dengan pola tertentu

[ END ]