



**DASAR TELKOMUNIKASI**

# **PERTERMUAN**

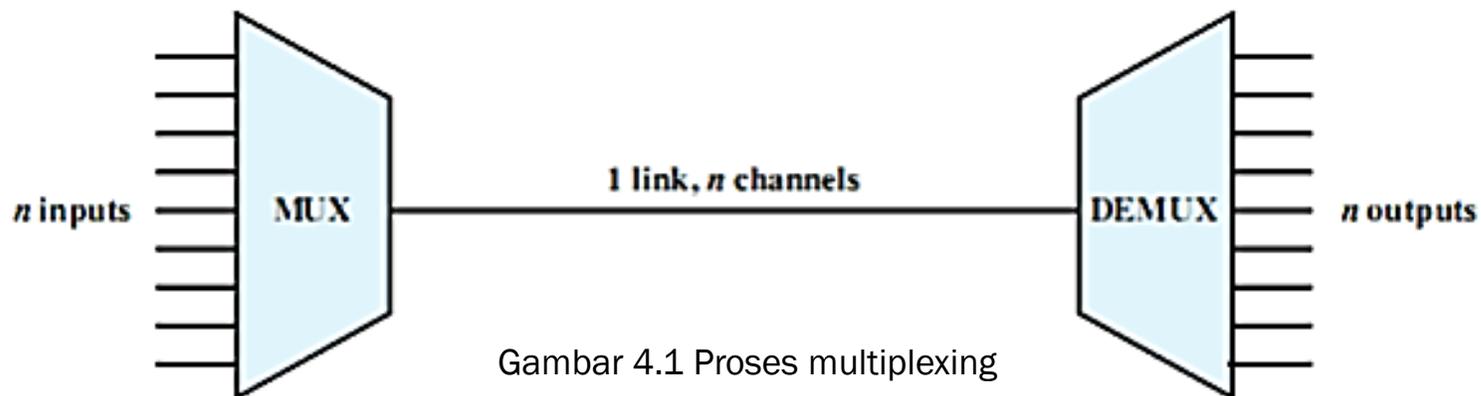
## **KE 6**

- 
- **MULTIPLEXING**
  - **FDM**
  - **TDM**
  - **CDM**
  - **WDM**

# MULTIPLEXING (PENGGABUNGAN)

## Multiplexing berawal dari :

Ide multiplexing muncul berawal dari adanya keterbatasan akan sumber daya yang dimiliki oleh sistem. Sehingga dilakukan penggabungan paket agar dapat menghemat perangkat dan saluran. Pada proses penggabungan paket disebut **Multiplexing**. Alat penggabungnya disebut **Multiplexer**, pada sisi terima terjadi proses *Demultiplexing*, untuk menguraikan sinyal informasi, dari kanal komunikasi.



Gambar 4.1 Proses multiplexing

# Teknik Multiplexing

---

1

Frequensi Division Multiplexing (FDM)

2

Time Division Multiplexing (TDM)

3

Code Division Multiplexing (CDM)

4

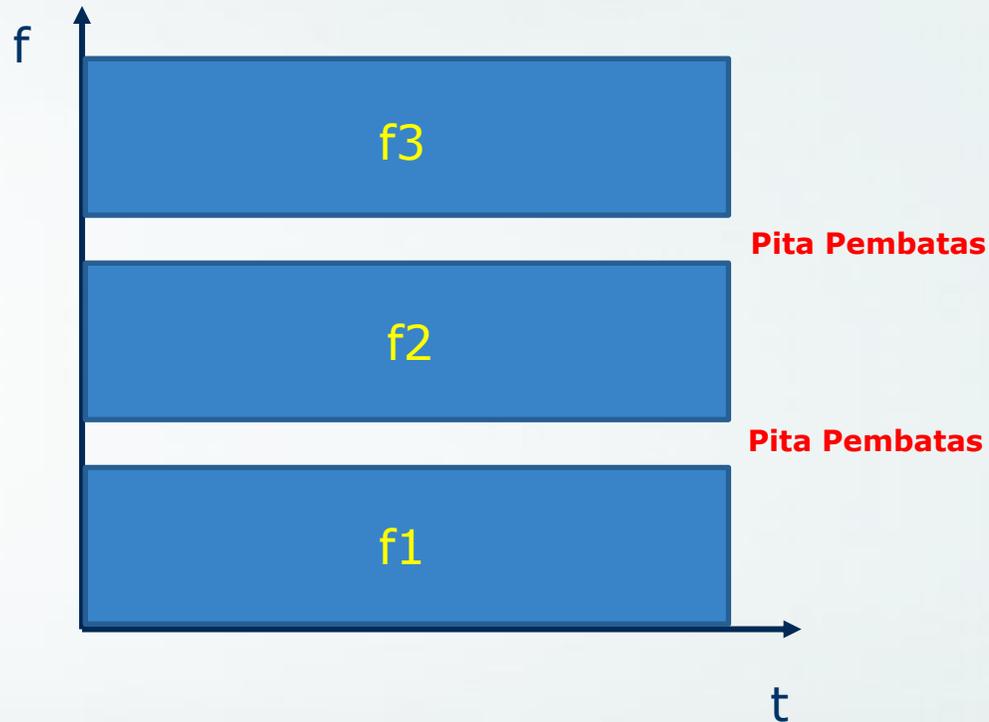
Wavelength Division Multiplexing (WDM)

# Frekuensi Division Multiplexing (FDM)

Adalah suatu Teknik penggunaan bandwidth dari kanal komunikasi secara bersama-sama, berdasarkan pembagian frekuensi.

Sehingga sinyal informasi dari berbagai sumber dialokasikan dengan pita frekuensi yang berbeda .

# Frequensi Division Multiplexing (FDM)



$$B = n_f f_c + (n_f - 1) f_b$$

Dimana :

$B$  = Bandwith kanal komunikasi

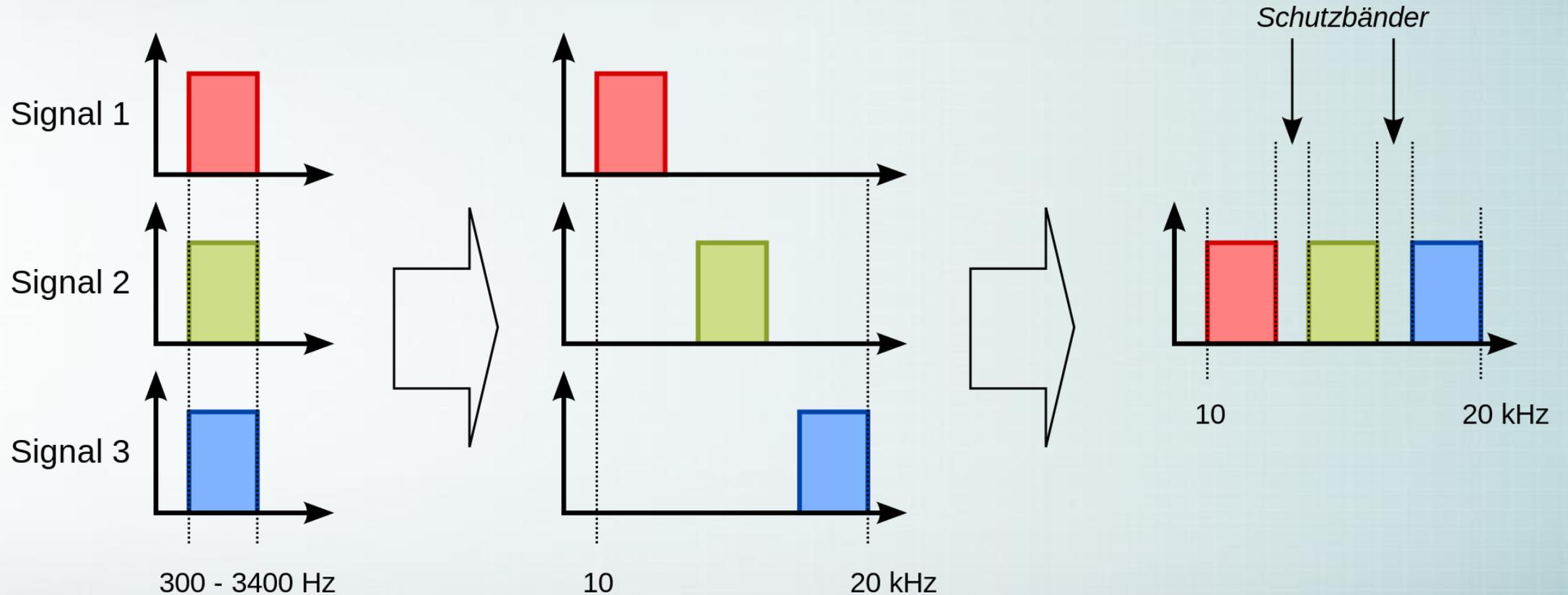
$f_c$  = Pita frekuensi

$f_b$  = Pita pembatas

$n_f$  = Banyaknya pita frekuensi

Gambar 4.2 pembagian pita frekuensi pada FDM

# Frequensi Division Multiplexing (FDM)



Gambar 4.3 Simulasi pembagian pita frekuensi pada FDM

# Kelebihan dan Kekurangan FDM

---

## Kelebihan FDM

- ✓ Beberapa sinyal informasi dapat dikirimkan secara serentak pada kanal komunikasi
- ✓ *Demodulasi* dari proses FDM sangat mudah
- ✓ FDM tidak membutuhkan sinkronisasi antar pemancar dan penerima

## Kekurangan FDM

- ✓ Kanal komunikasi harus mempunyai bandwidth yang sangat besar, untuk menyalurkan sinyal informasi
- ✓ Dimungkinkan terjadi distorsi akibat antar modulasi
- ✓ Diperlukan modulator dan filter yang banyak

# Time Division Multiplexing (TDM)

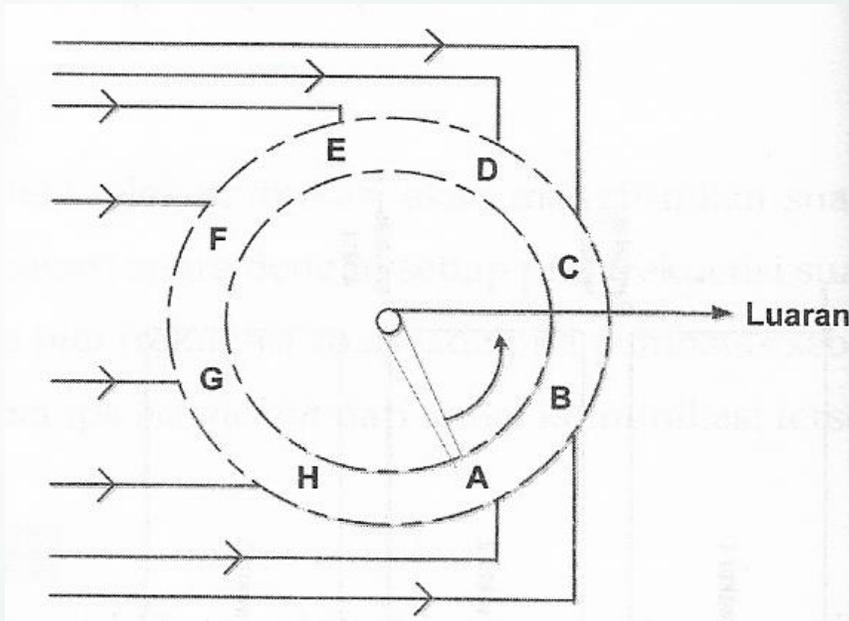
---

Adalah suatu Teknik penggunaan bandwidth dari kanal komunikasi secara bersama-sama, berdasarkan pembagian waktu.

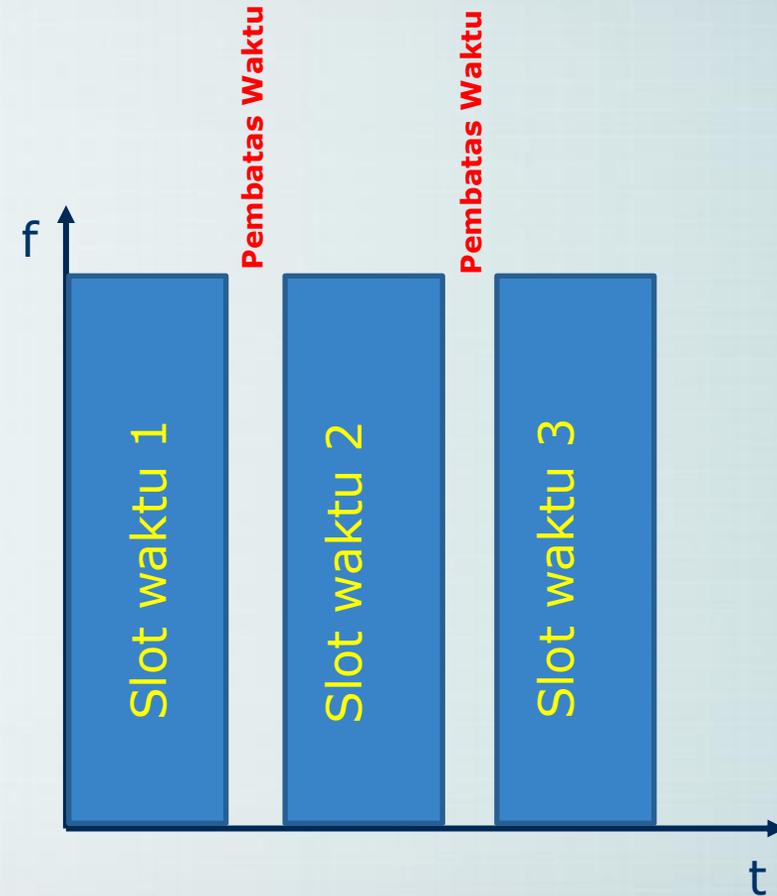
Semua sinyal informasi yang akan dimultipleks, memiliki frekuensi yang sama, tetapi dibedakan dengan waktu.

# Time Division Multiplexing (TDM)

Proses TDM

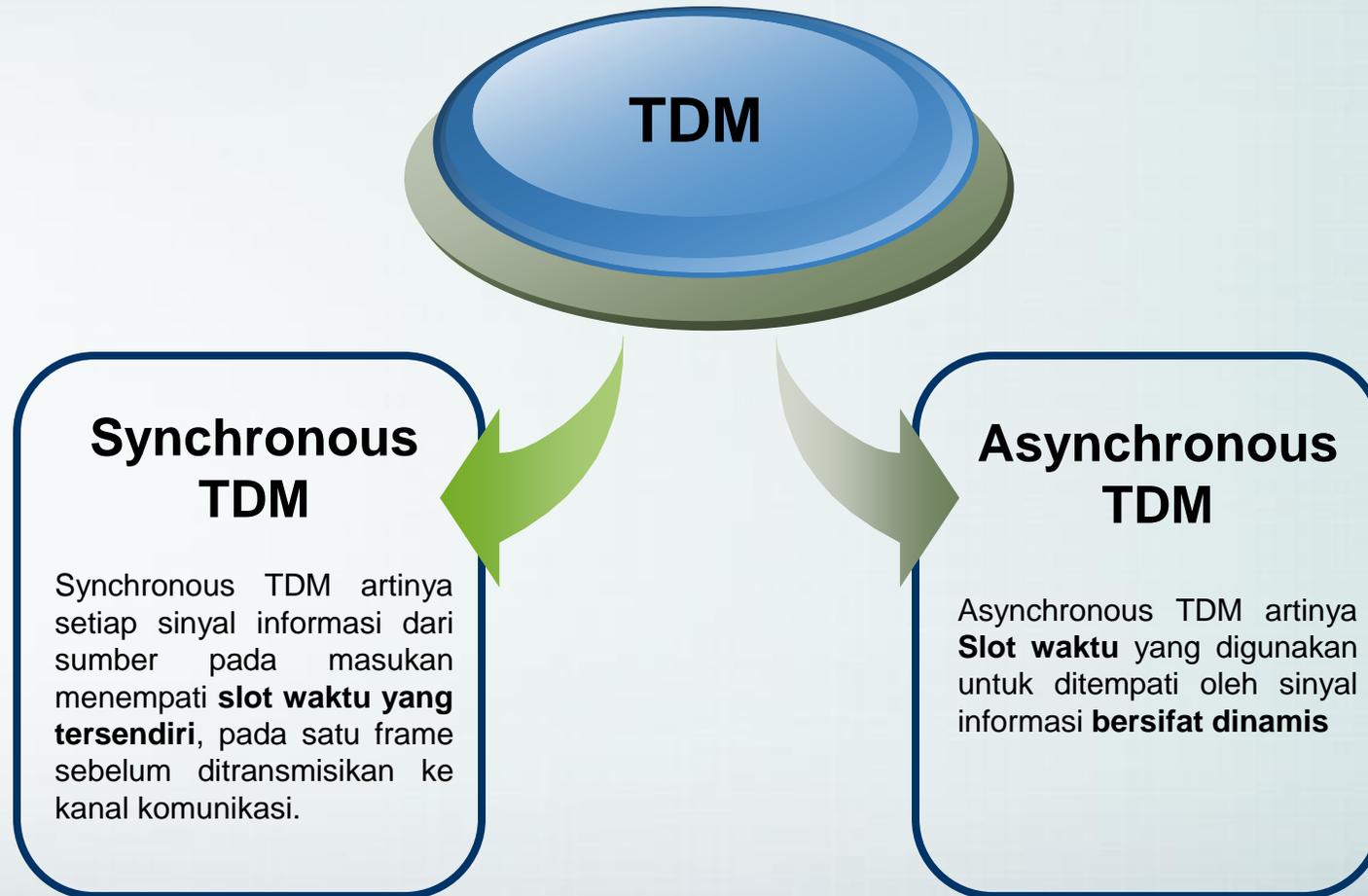


Gambar 4.4 Simulasi proses TDM



Gambar 4.5 pembagian pita frekuensi pada TDM

# Diagram

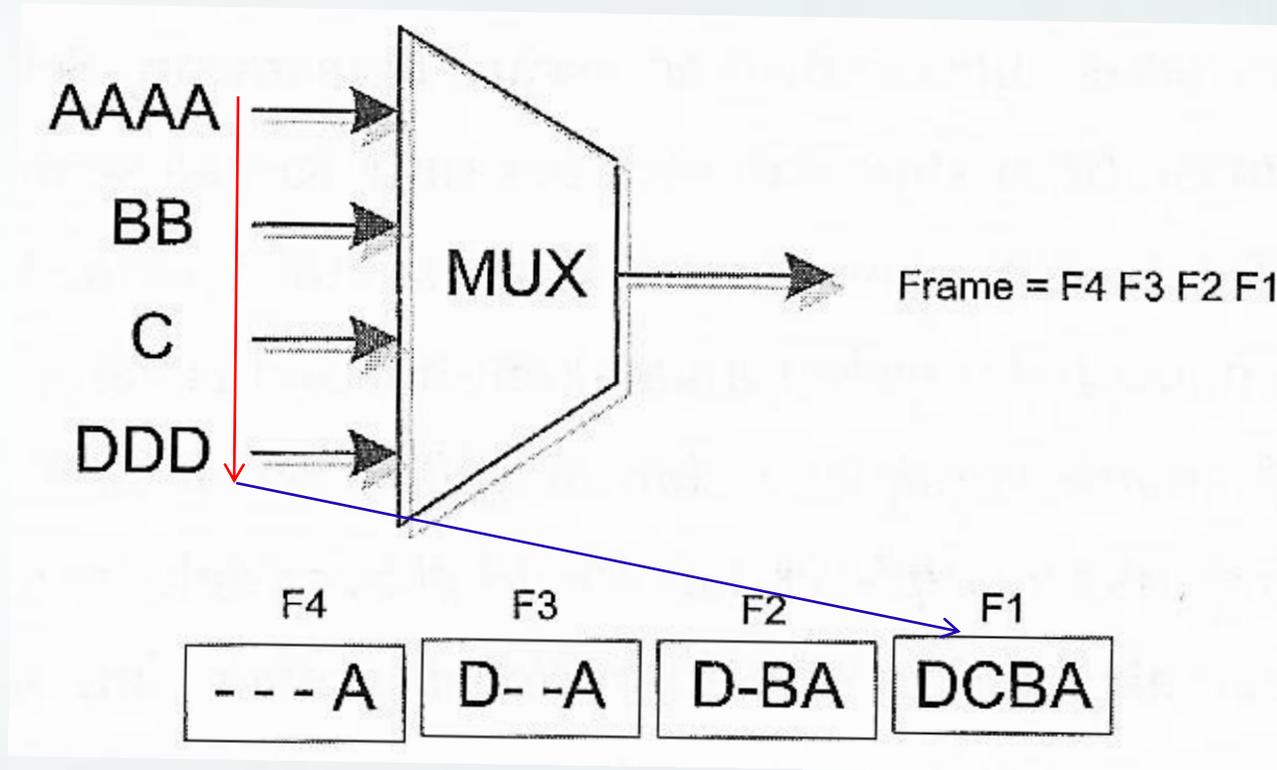


# Synchronous TDM

---

**Prinsip kerja Synchronous TDM adalah setiap sumber akan menempatkan data ke rangkaian mux, hanya Ketika slot yang sesuai tiba. Apabila sumber tidak memiliki sinyal informasi yang dikirimkan, maka slot waktu yang sesuai akan dibiarkan tetap kosong.**

# Synchronous TDM



- Pada F1 diisi oleh A1,B1,C1,D1
- Pada F2 diisi oleh A2,B2,...,D2
- Pada F3 diisi oleh A3,...,D3
- Pada F4 diisi oleh A4,...,...
- dst

Gambar 4.6 Synchronous TDM

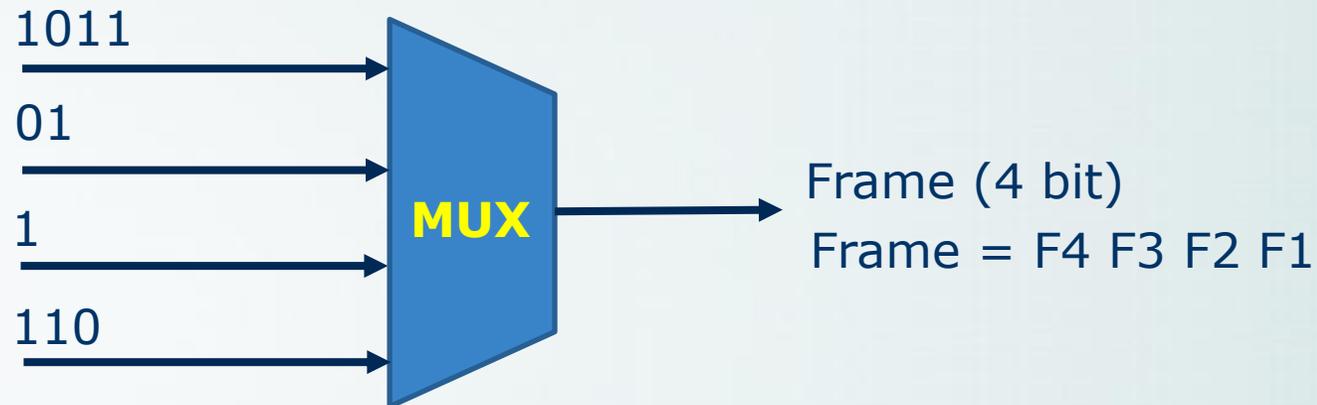
# Kelemahan Synchronous TDM

- Kapasitas kanal komunikasi tidak dapat digunakan secara penuh, apabila sumber yang menjadi masukan rangkaian MUX tidak mengirimkan sinyal informasi
- Kapasitas kanal komunikasi harus lebih tinggi dari seluruh kapasitas sumber
- Teknik ini sulit diterapkan



# Contoh Soal

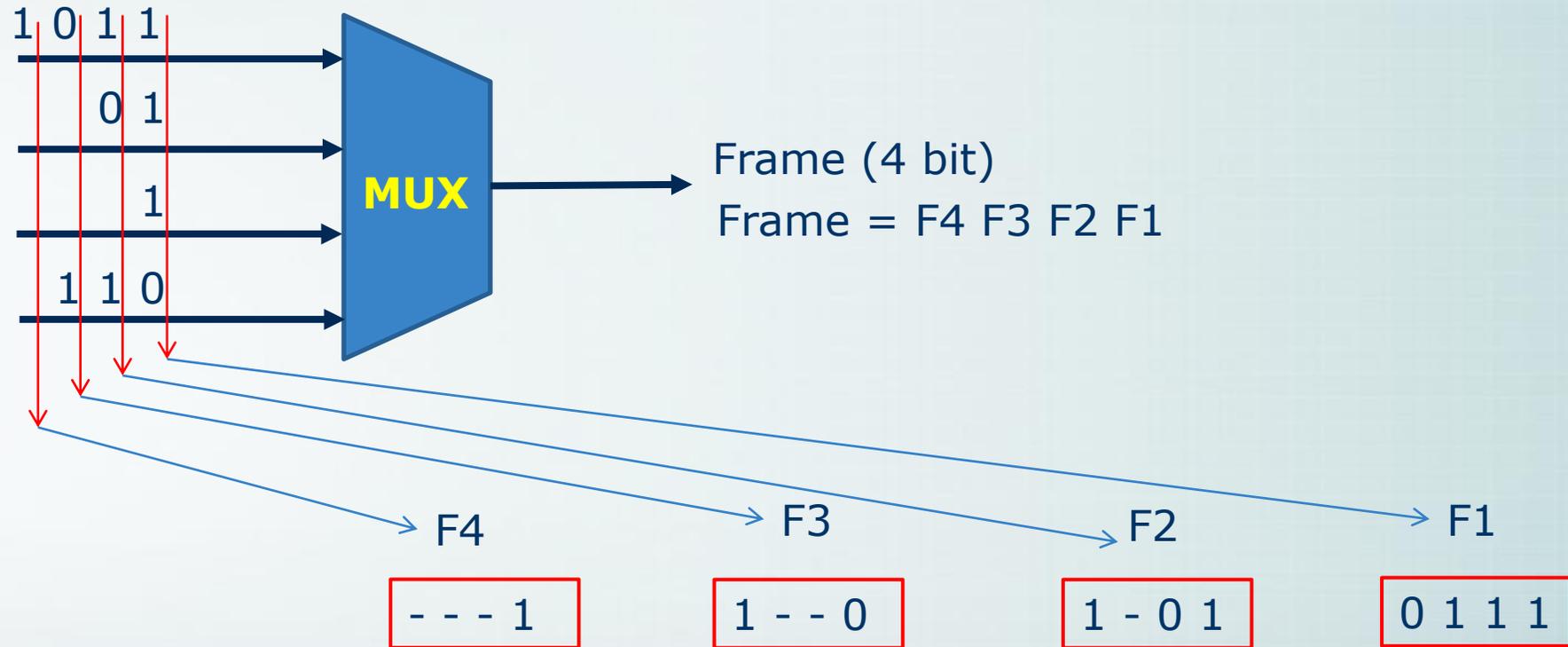
**Sebuah sistem TDM dengan 4 masukan seperti pada gambar dibawah ini**



Gambar 4.7 Synchronous TDM

Dari gambar tersebut keluaran, berupa frame yang terdiri dari 4 bit. Tentukan keluaran dari masukan tersebut.

# Jawab

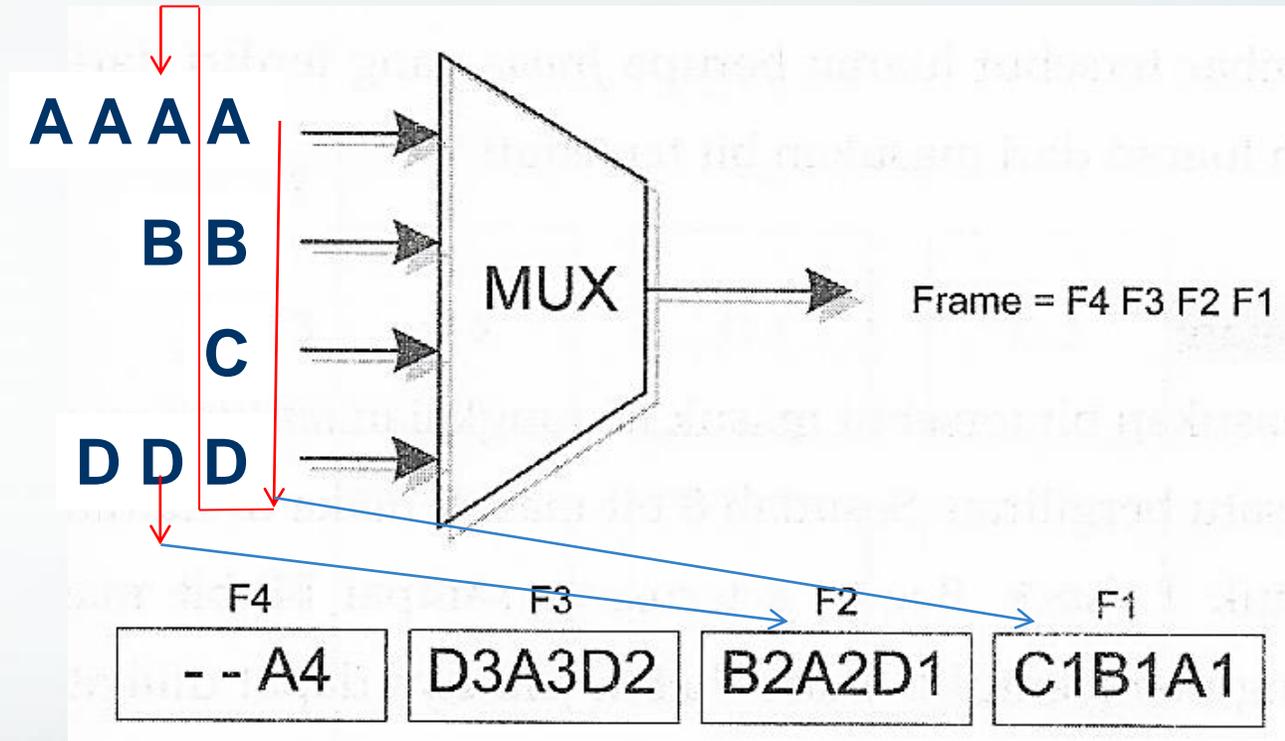


# Asynchronous TDM

---

**Prinsip kerja Asynchronous TDM adalah slot waktu pada satu frame, tidak ditempati secara khusus oleh sumber tertentu. Melainkan bisa ditempati oleh sumber lain.**

# Asynchronous TDM

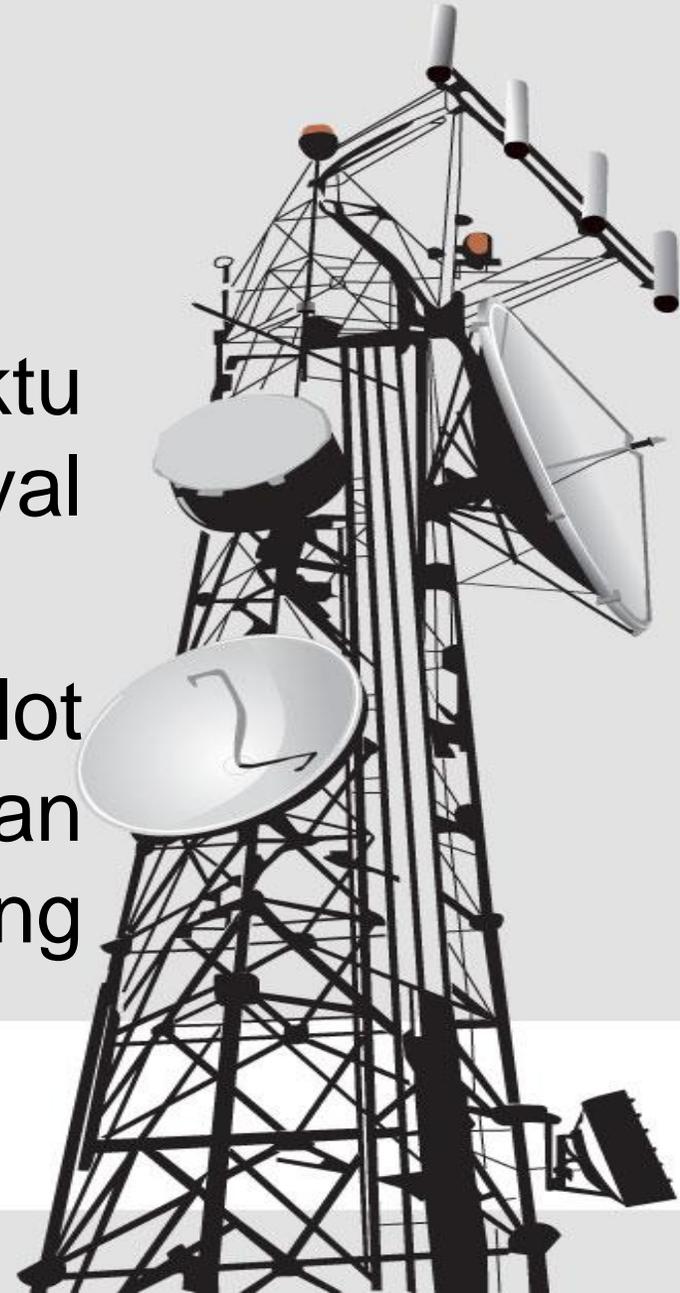


Gambar 4.8 Asynchronous TDM

- Pada F1 diisi oleh A1,B1,C1
- Pada F2 diisi oleh D1,A2,B2
- Pada F3 diisi oleh D2,A3,D3
- Pada F4 diisi oleh A4
- dst

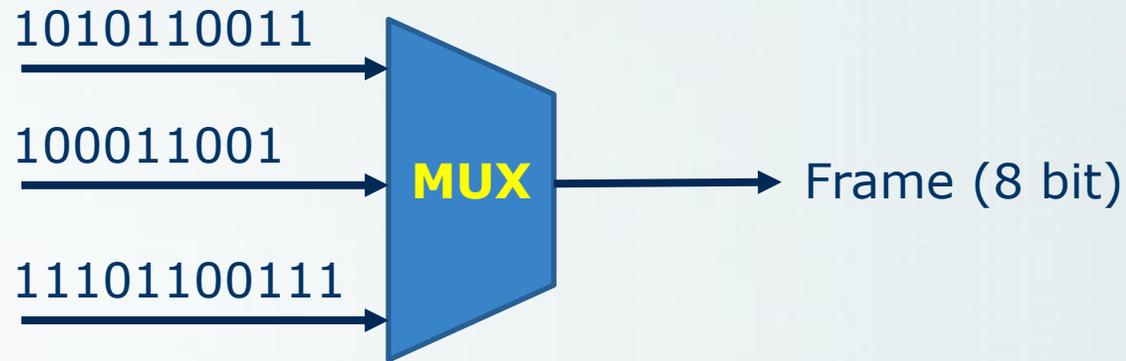
# Kelemahan Asynchronous TDM

- Tiap frame memiliki ukuran yang berbeda
- Memerlukan buffer, karena jumlah slot waktu lebih sedikit, dari jumlah sumber sinyal informasi
- Memerlukan informasi alamat, karena slot waktu pada satu frame tidak ditentukan secara khusus, untuk melayani sumber yang sudah ditentukan



# Contoh Soal

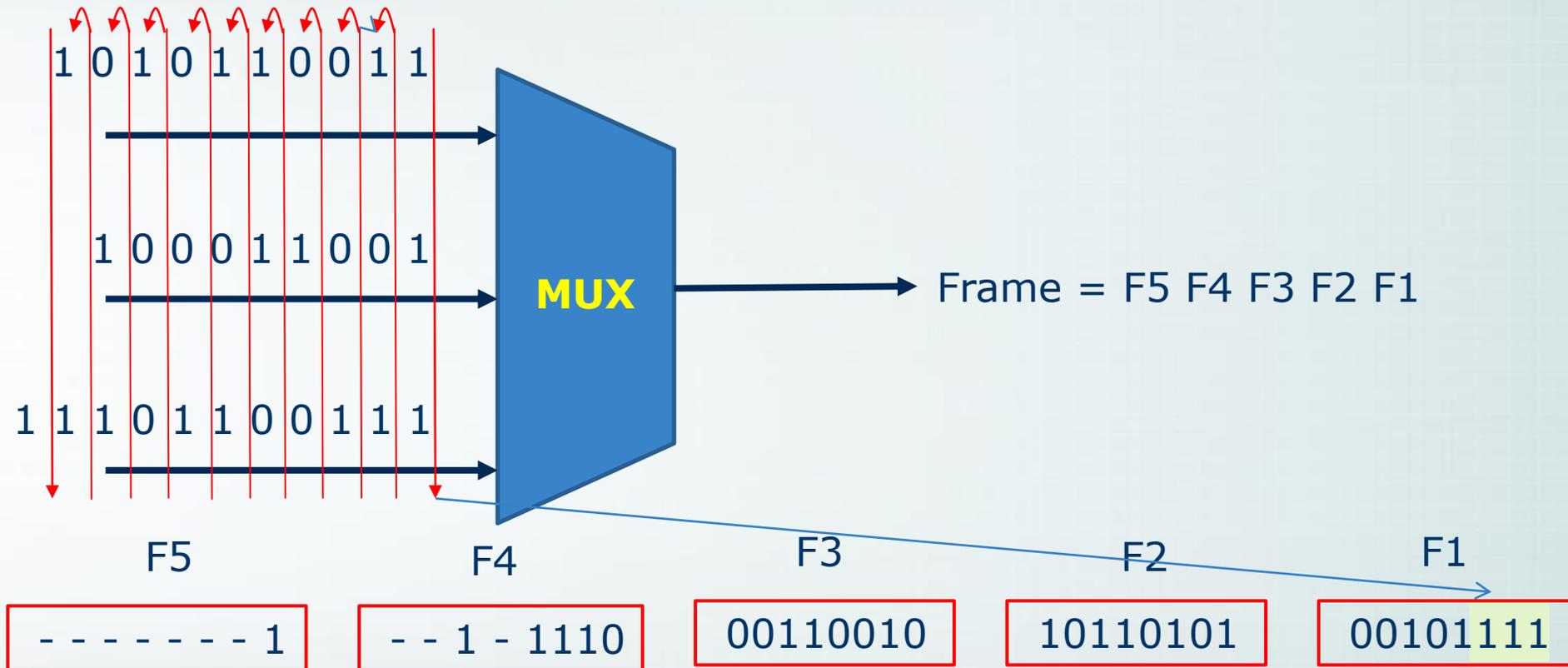
**Sebuah sistem TDM dengan 3 masukan seperti pada gambar dibawah ini**



Gambar 4.9 Asynchronous TDM

Dari gambar tersebut keluaran, berupa frame yang terdiri dari 8 bit. Tentukan keluaran dari masukan tersebut.

# Jawab

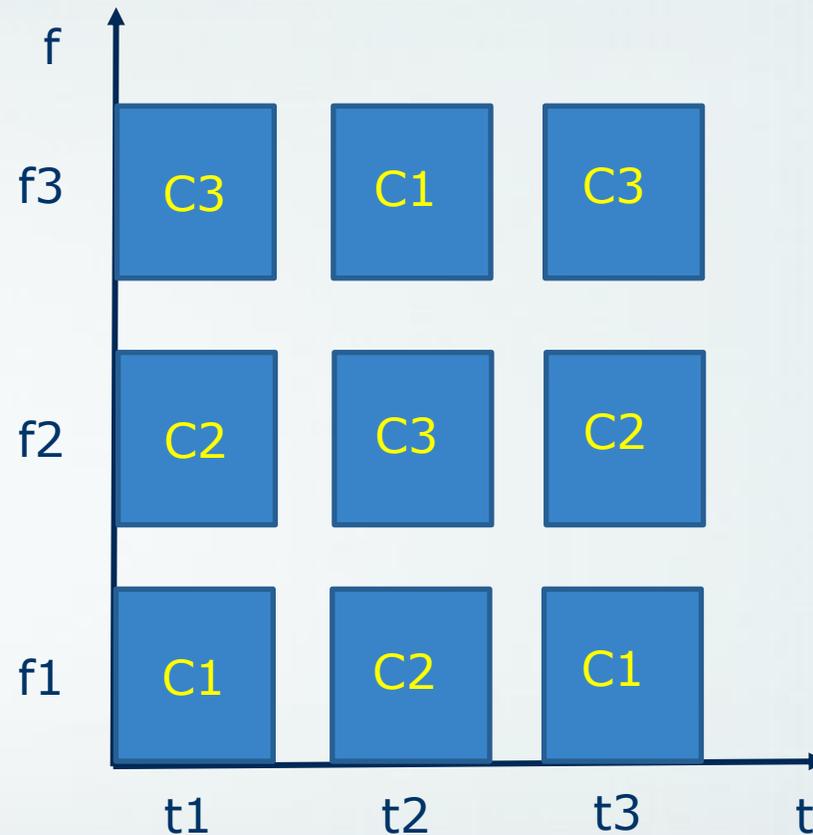


# Code Division Multiplexing (CDM)

---

**Bentuk multiplexing dimana pemancar mengkodekan sinyal informasi, dengan menggunakan kode *pseudonoise* unik, yang dihasilkan oleh generator urutan *psudorandom*.**

# Code Division Multiplexing (CDM)



Gambar 4.10 Proses CDM

Penempatan berdasarkan generator urutan psudorandom :

- Urutan waktu pertama (t1) adalah: C1, C2, C3
- Urutan waktu kedua (t2) adalah: C2, C3, C1
- Urutan waktu ketiga (t3) adalah: C1, C2, C3
- dst

# Kelebihan dan Kekurangan CDM

---

## Kelebihan CDM

- ✓ CDM Tidak memerlukan sinkronisasi
- ✓ Dapat melayani lebih banyak sumber dan menggunakan bandwidth yang sama
- ✓ Diterapkan pada sistem seluler
- ✓ Interferensi dapat dikurangi karena setiap sumber menggunakan kode yang berbeda
- ✓ Efisien terhadap gangguan *bandwidth*

## Kekurangan CDM

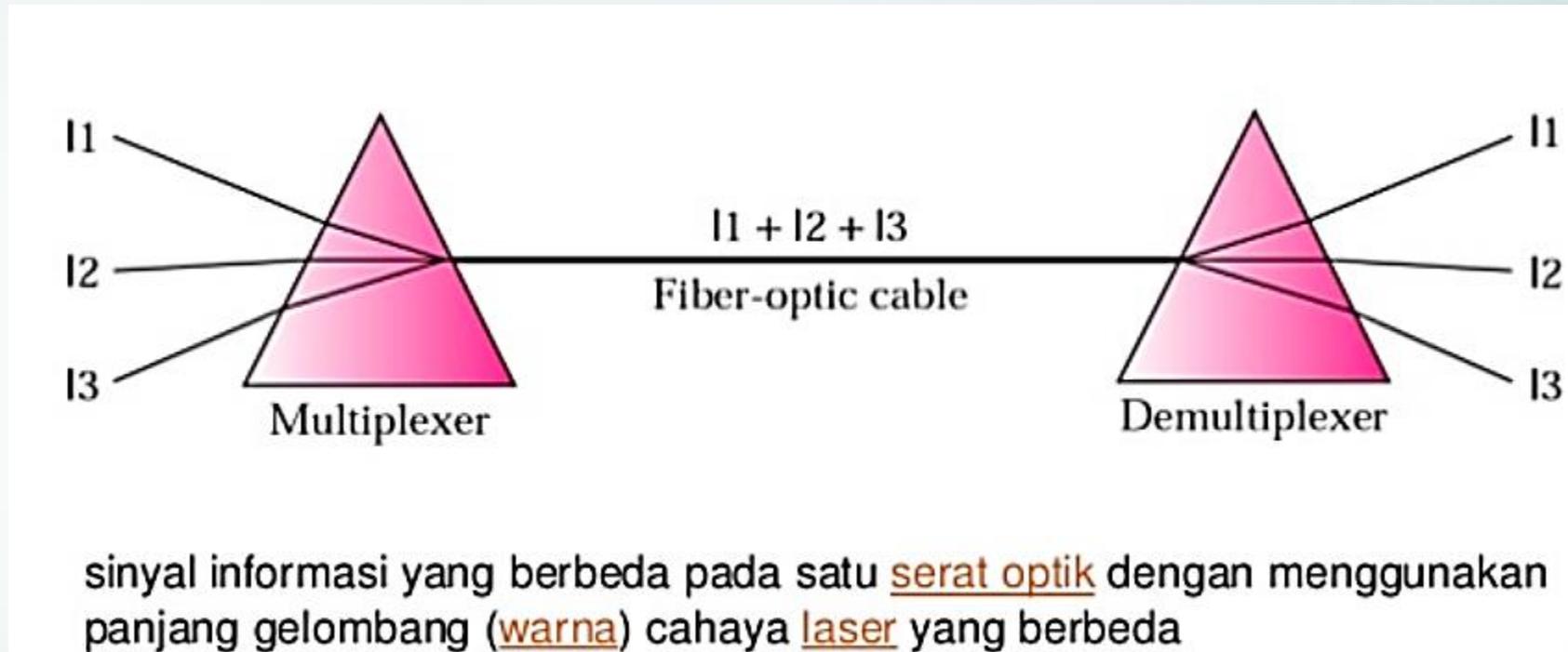
- ✓ Sistem yang lebih rumit dibandingkan FDM dan TDM
- ✓ Apabila jumlah sumber bertambah, maka kualitas layanan menjadi menurun

# **Wavelength Division Multiplexing (WDM)**

**Digunakan pada komunikasi serat optik. Sinyal informasi dari sumber dirubah menjadi cahaya, setiap cahaya memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda.**

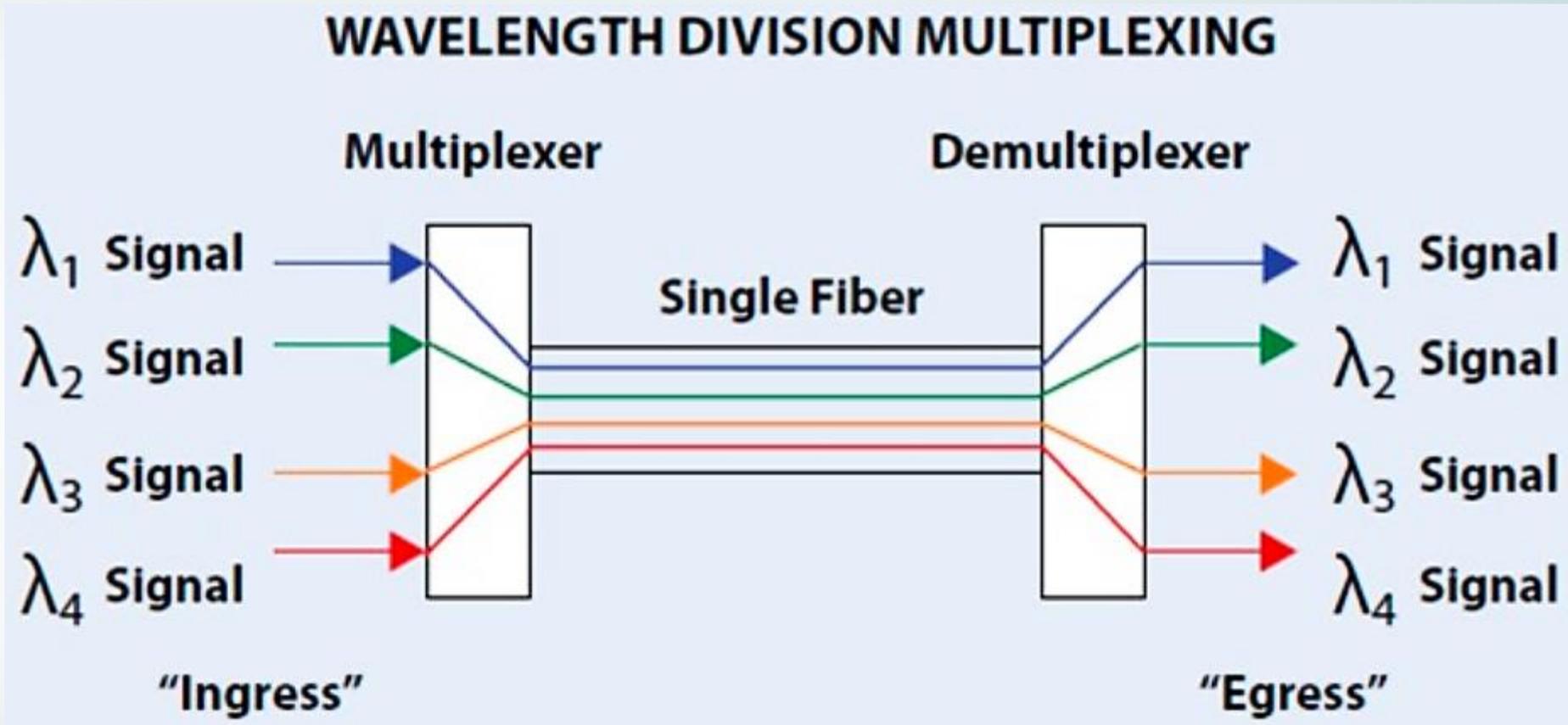
**Selanjutnya dari cahaya yang memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda tersebut, ditransmisikan ke kanal komunikasi, berupa kabel serat optik.**

# Wavelength Division Multiplexing (WDM)



Gambar 4.8 Proses WDM

# Wavelength Division Multiplexing (WDM)



Gambar 4.11 Simulasi Proses WDM

# Kelebihan dan Kekurangan WDM

---

## Kelebihan WDM

- ✓ Dapat dilakukan transmisi full duplex
- ✓ Komponen optik lebih dapat diandalkan dan memberikan bandwidth yang lebih tinggi
- ✓ Memberikan tingkat keamanan yang tinggi dan akses lebih cepat ke saluran baru
- ✓ perluasan sistem mudah
- ✓ Transmisi serentak untuk berbagai sinyal informasi

## Kekurangan WDM

- ✓ Harus memiliki laser khusus panjang gelombang
- ✓ Biaya sistem meningkat dengan penambahan komponen optik
- ✓ Pemanfaatan bandwidth yang tidak efisien
- ✓ Kesulitan dalam penyetelan panjang gelombang dan topologi bertingkat



Thank  
you 