

Sistem Digital

Aplikasi Multiplexer

-8-



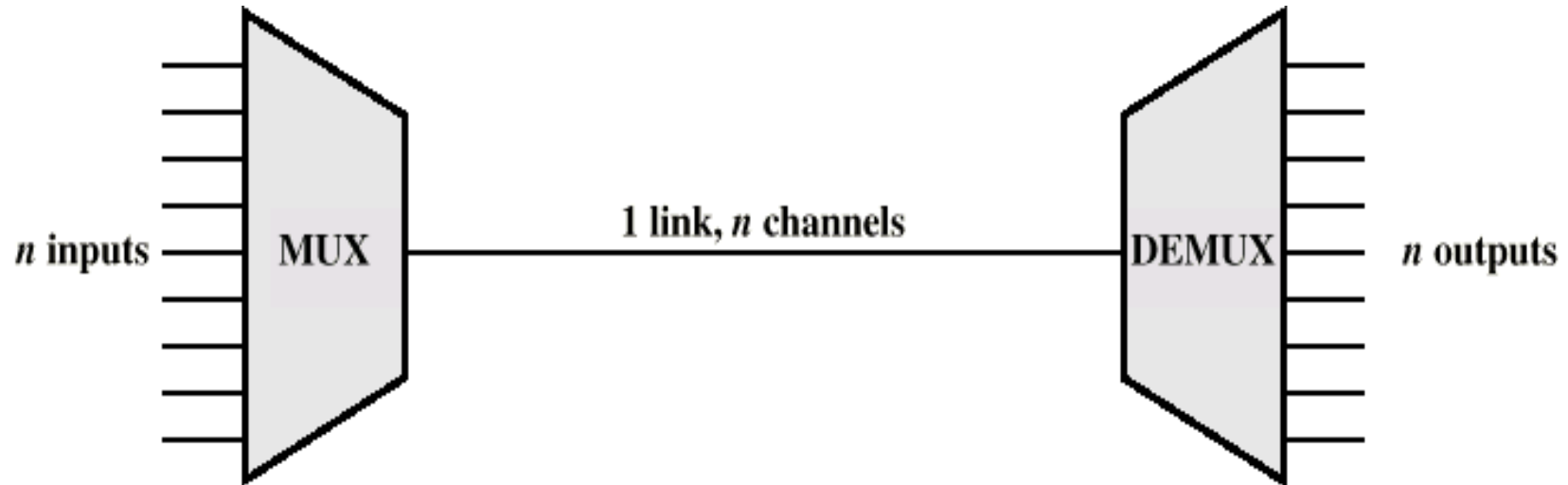
Multiplexer

- ✚ Teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Dimana perangkat yang melakukan Multiplexing disebut Multiplexer atau disebut juga dengan istilah Transceiver / Mux. Dan untuk di sisi penerima, gabungan sinyal - sinyal itu akan kembali di pisahkan sesuai dengan tujuan masing – masing.
- ✚ Proses ini disebut dengan Demultiplexing. Receiver atau perangkat yang melakukan Demultiplexing disebut dengan Demultiplexer atau disebut juga dengan istilah Demux



Tujuan Multiplexing

- + meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth / kapasitas saluran transmisi dengan cara berbagi akses bersama





Jenis Teknik Multiplexing

- + Time Division Multiplexing (TDM) :
Synchronous TDM dan Asynchronous TDM
- + Frequency Division Multiplexing (FDM)
- + Code Division Multiplexing (CDM)
- + Wavelength Division Multiplexing (WDM)
- + Optical code Division Multiplexing (ODM)

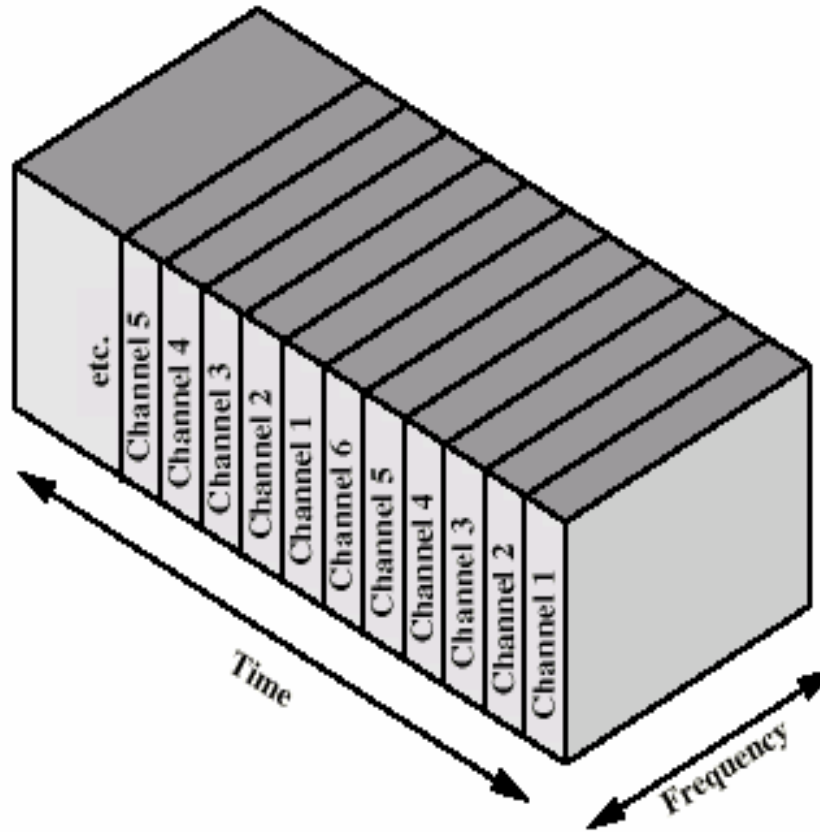


Time Division Multiplexing (TDM)

- + Laju data medium mencapai laju data dari sinyal digital yang akan dikirimkan
- + Beberapa sinyal digital disisipkan berdasarkan waktu dalam level bit per bloknnya.
- + Slot waktu disiapkan untuk sumber dan besarnya tetap (fix). Slot waktu dialokasikan meski tidak ada data



Time Division Multiplexing (TDM)





Time Division Multiplexing (TDM)

- ✚ Secara umum TDM menerapkan prinsip pemnggiliran waktu pemakaian saluran transmisi dengan mengalokasikan satu slot waktu (time slot) bagi setiap pemakai saluran (user).
- ✚ TDM yaitu Terminal atau channel pemakaian bersama-sama kabel yang cepat dengan setiap channel membutuhkan waktu tertentu secara bergiliran (round-robin time-slicing). Biasanya waktu tersebut cukup digunakan untuk menghantar satu bit (kadang-kadang dipanggil bit interleaving) dari setiap channel secara bergiliran atau cukup untuk menghantar satu karakter (kadang-kadang dipanggil character interleaving atau byte interleaving).



Time Division Multiplexing (TDM)

- ✚ Menggunakan metoda character interleaving, multiplexer akan mengambil satu karakter (jajaran bitnya) dari setiap channel secara bergiliran dan meletakkan pada kabel yang dipakai bersama-sama sehingga sampai ke ujung multiplexer untuk dipisahkan kembali melalui port masing-masing. Menggunakan metoda bit interleaving, multiplexer akan mengambil satu bit dari setiap channel secara bergiliran dan meletakkan pada kabel yang dipakai sehingga sampai ke ujung multiplexer untuk dipisahkan kembali melalui port masing-masing

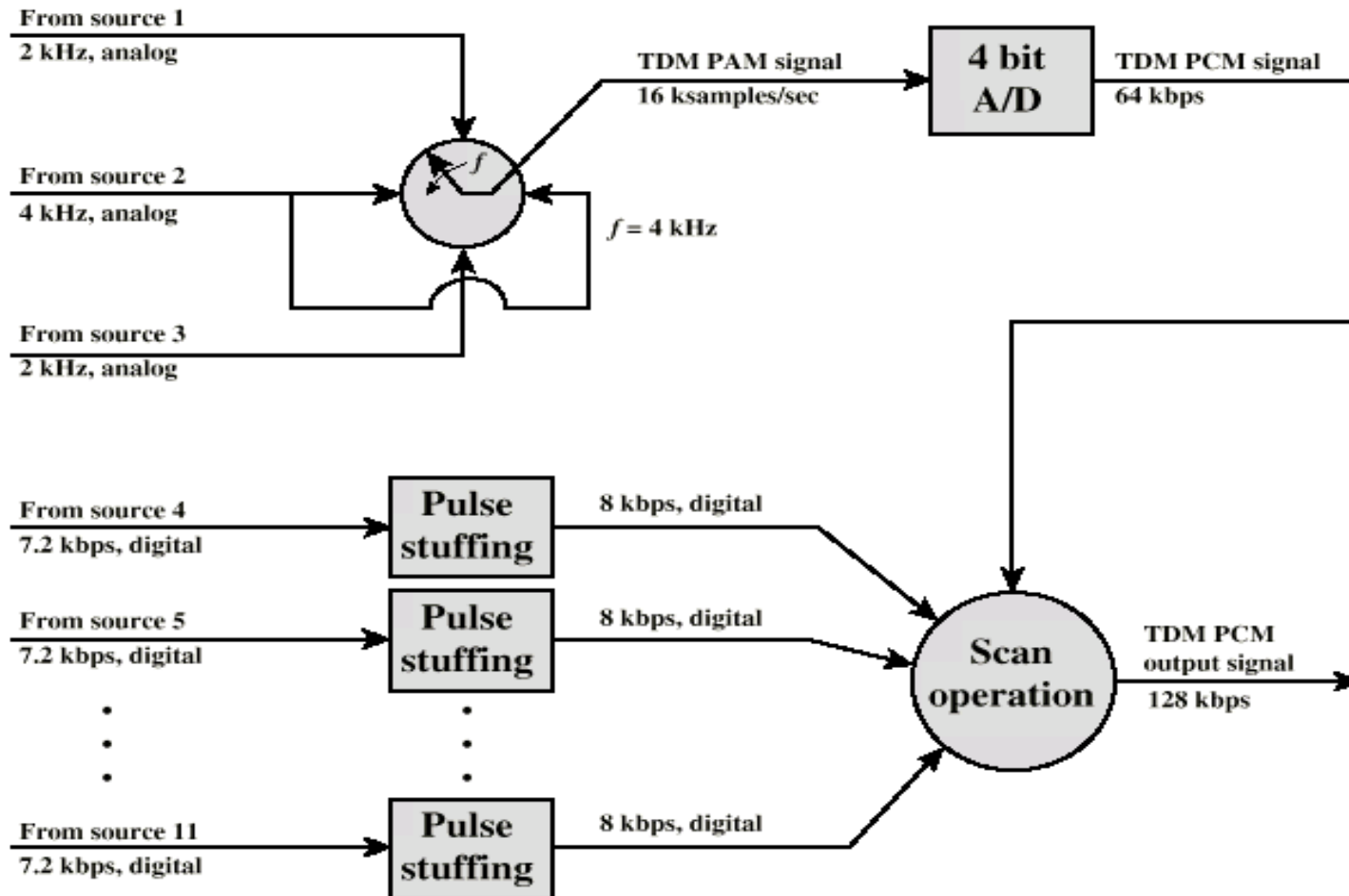


Time Division Multiplexing (TDM)

- ✚ Jika ada channel yang tidak ada data untuk dihantar, TDM tetap menggunakan waktu untuk channel yang ada (tidak ada data yang dihantar), ini merugikan penggunaan kabel secara maksimum.
- ✚ Kelebihannya adalah karena teknik ini tidak memerlukan guardband jadi bandwidth dapat digunakan sepenuhnya dan pelaksanaan teknik ini tidak sekompleks teknik FDM



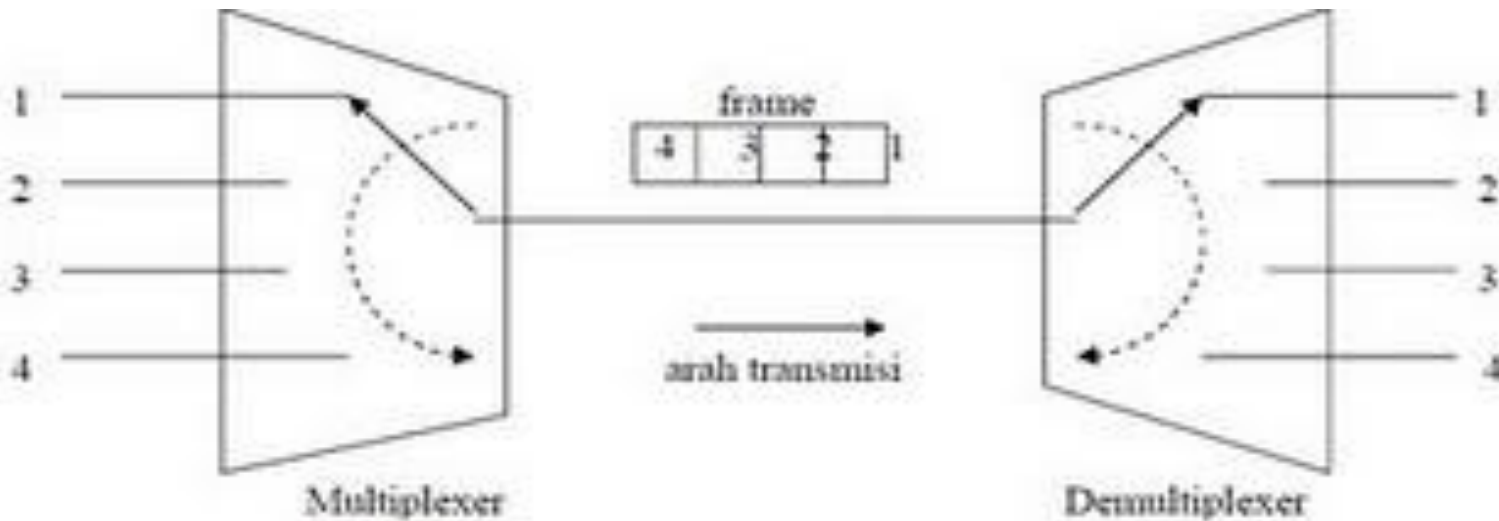
Proses TDM





Synchronous TDM

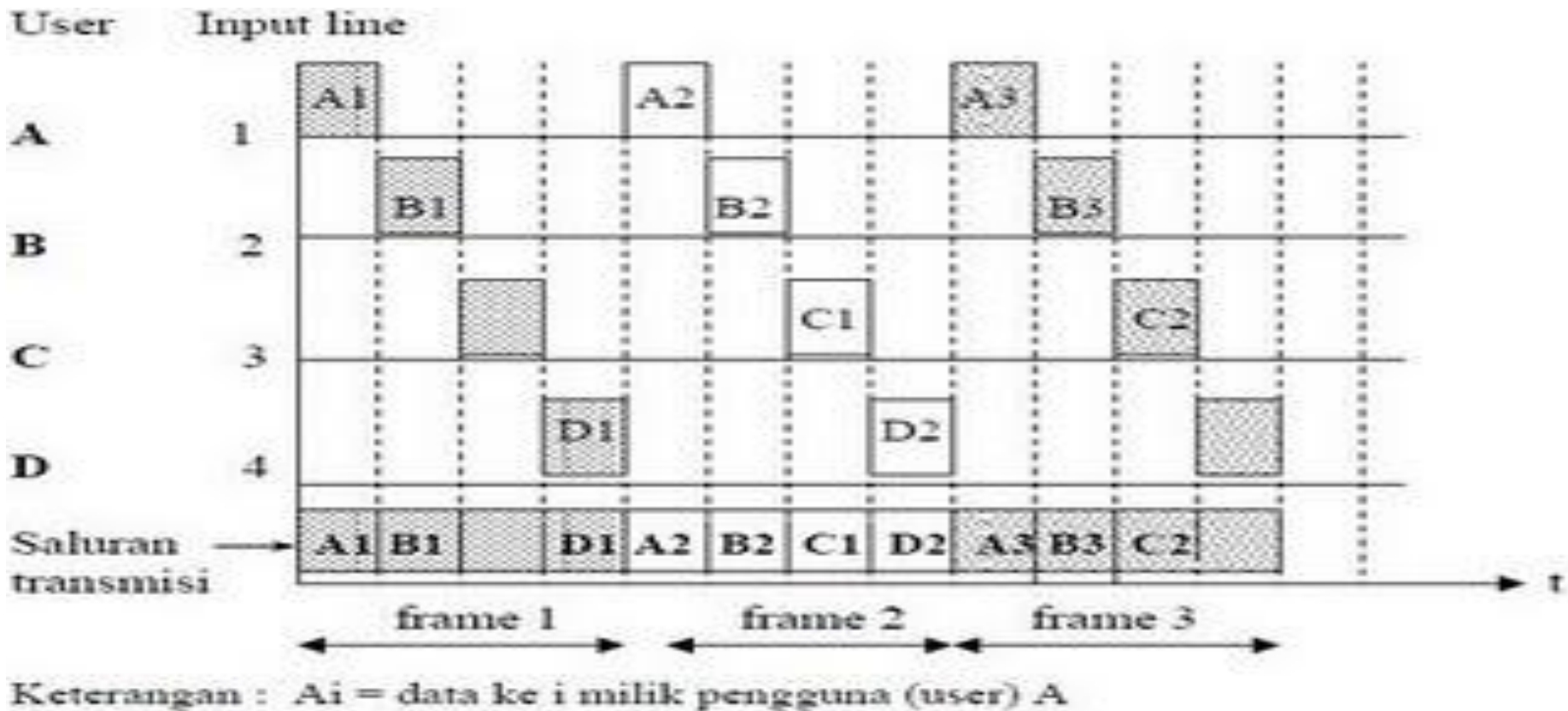
- Hubungan antara sisi pengirim dan sisi penerima dalam komunikasi data yang menerapkan teknik Synchronous TDM dijelaskan secara skematik pada gambar :





Gambar Synchronous TDM Cara kerja Synchronous TDM dijelaskan dengan ilustrasi dibawah ini

+ Gambar Ilustrasi hasil sampling dari input line





Asynchronous TDM

- ✚ Untuk mengoptimalkan penggunaan saluran dengan cara menghindari adanya slot waktu yang kosong akibat tidak adanya data (atau tidak aktifnya pengguna) pada saat sampling setiap input line, maka pada Asynchronous TDM proses sampling hanya dilakukan untuk input line yang aktif saja.
- ✚ Konsekuensi dari hal tersebut adalah perlunya menambahkan informasi kepemilikan data pada setiap slot waktu berupa identitas pengguna atau identitas input line yang bersangkutan

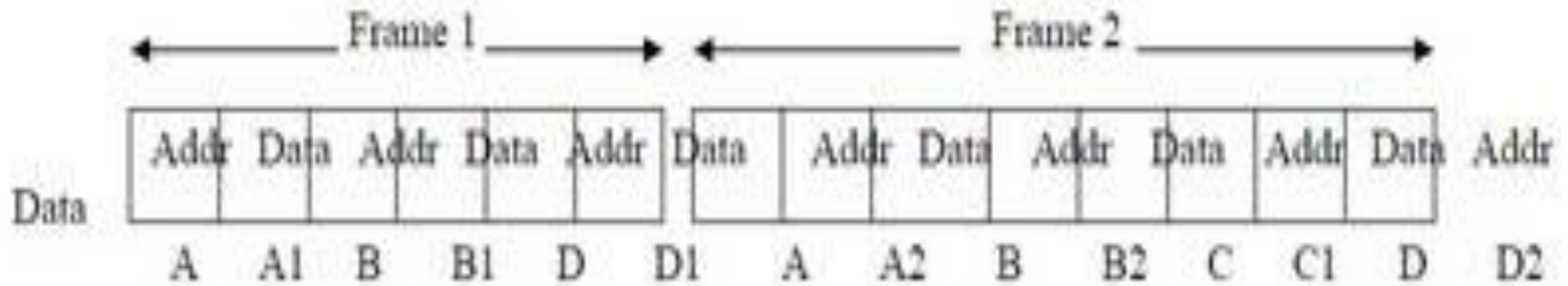


Asynchronous TDM

- + Penambahan informasi pada setiap slot waktu yang dikirim merupakan overhead pada Asynchronous TDM
- + Gambar di bawah ini menyajikan contoh ilustrasi yang sama dengan gambar Ilustrasi hasil sampling dari input line jika ditransmisikan dengan Asynchronous TDM



Asynchronous TDM





Frequency Division Multiplexing (FDM)

- ✚ Prinsip dari FDM adalah pembagian bandwidth saluran transmisi atas sejumlah kanal (dengan lebar pita frekuensi yang sama atau berbeda) dimana masing-masing kanal dialokasikan ke pasangan entitas yang berkomunikasi. Contoh aplikasi FDM ini yang populer pada saat ini adalah Jaringan Komunikasi Seluler, seperti GSM (Global System Mobile) yang dapat menjangkau jarak 100 m s/d 35 km

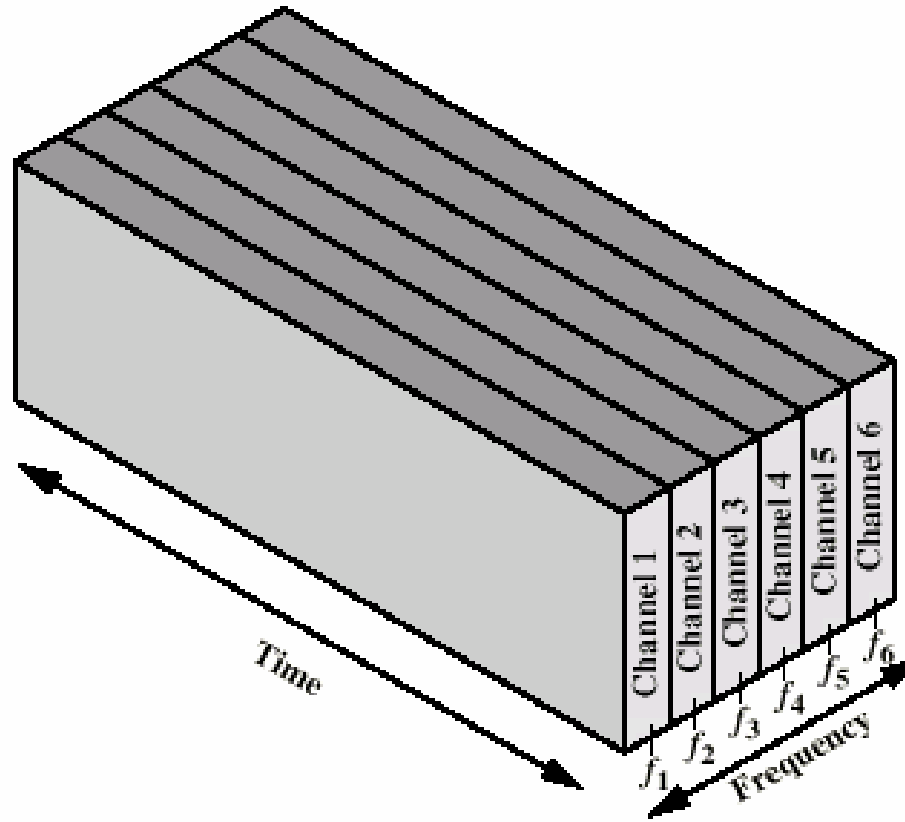


Frequency Division Multiplexing (FDM)

- ✚ Setiap sinyal dimodulasi dengan frekuensi carrier yang berbeda
- ✚ Frekuensi carrier diberi jarak sehingga sinyal-sinyalnya tidak saling overlap (perlu guard band)
 - ✚ Contoh : radio penyiaran
- ✚ Kanal dialokasikan meskipun tidak ada data

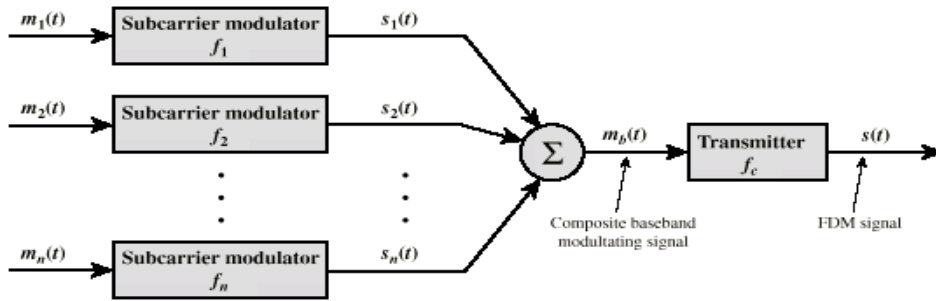


Frequency Division Multiplexing (FDM)

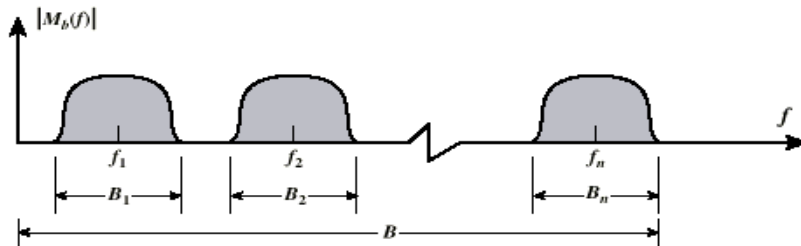




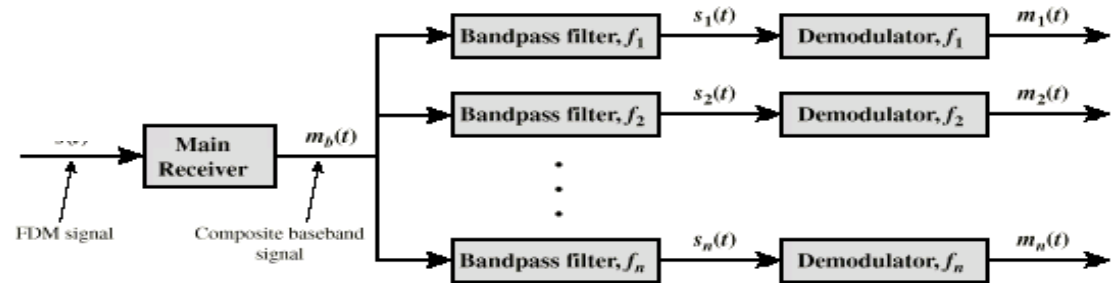
Proses FDM



(a) Transmitter



(b) Spectrum of composite baseband modulating signal



(c) Receiver



Tingkatan generasi GSM

- ✦ First-generation: Analog cellular systems (450-900 MHz)
 - ✦ Frequency shift keying for signaling
 - ✦ FDMA for spectrum sharing
 - ✦ NMT (Europe), AMPS (US)
- ✦ Second-generation: Digital cellular systems (900, 1800 MHz)
 - ✦ TDMA/CDMA for spectrum sharing
 - ✦ Circuit switching
 - ✦ GSM (Europe), IS-136 (US), PDC (Japan)

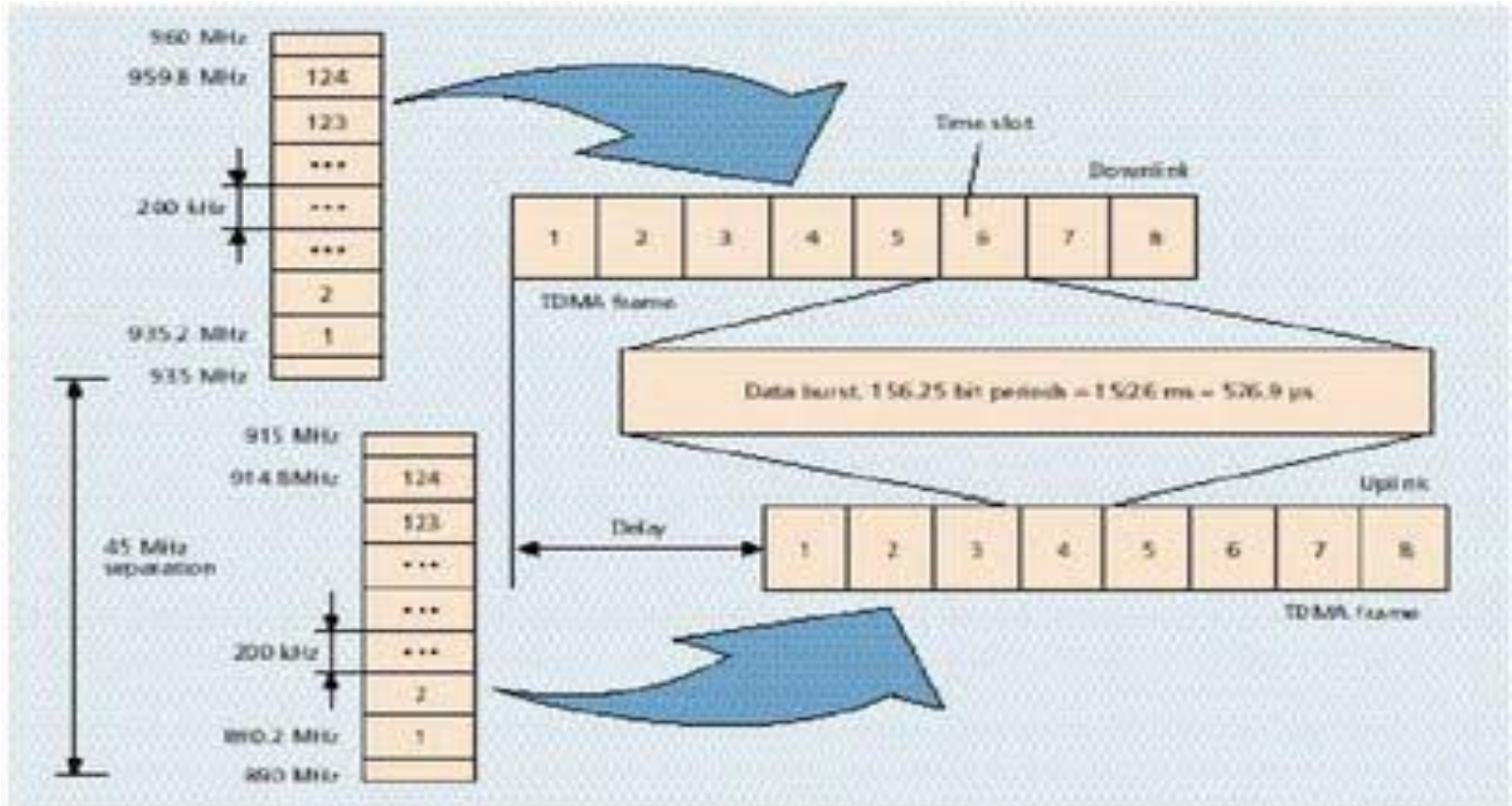


Tingkatan generasi GSM

- + 2.5G: Packet switching extensions
 - + Digital: GSM to GPRS
 - + Analog: AMPS to CDPD
- + 3G
 - + High speed, data and Internet services
 - + IMT-2000



Gambar Pemakaian Frekwensi pada GSM





Frequency Division Multiplexing (FDM)

- ✚ yaitu pemakaian secara bersama kabel yang mempunyai bandwidth yang tinggi terhadap beberapa frekuensi (setiap channel akan menggunakan frekuensi yang berbeda).
- ✚ Contoh metoda multiplexer ini dapat dilihat pada kabel coaxial TV, dimana beberapa channel TV terdapat beberapa channel, dan kita hanya perlu tuner (pengatur channel) untuk gelombang yang dikehendaki.
- ✚ Pada teknik FDM, tidak perlu ada MODEM karena multiplexer juga bertindak sebagai modem (membuat permodulatan terhadap data digital)



Frequency Division Multiplexing (FDM)

- ✚ Kelemahan Modem disatukan dengan multiplexer adalah sulitnya meng-upgrade ke komponen yang lebih maju dan mempunyai kecepatan yang lebih tinggi (seperti teknik permodulatan modem yang begitu cepat meningkat).
- ✚ Kelemahannya adalah jika ada channel (terminal) yang tidak menghantar data, frekuensi yang dikhususkan untuk membawa data pada channel tersebut tidak tergunakan dan ini merugikan juga harganya agak mahal dari segi pemakaian (terutama dibandingkan dengan TDM) kerana setiap channel harus disediakan frekuensinya

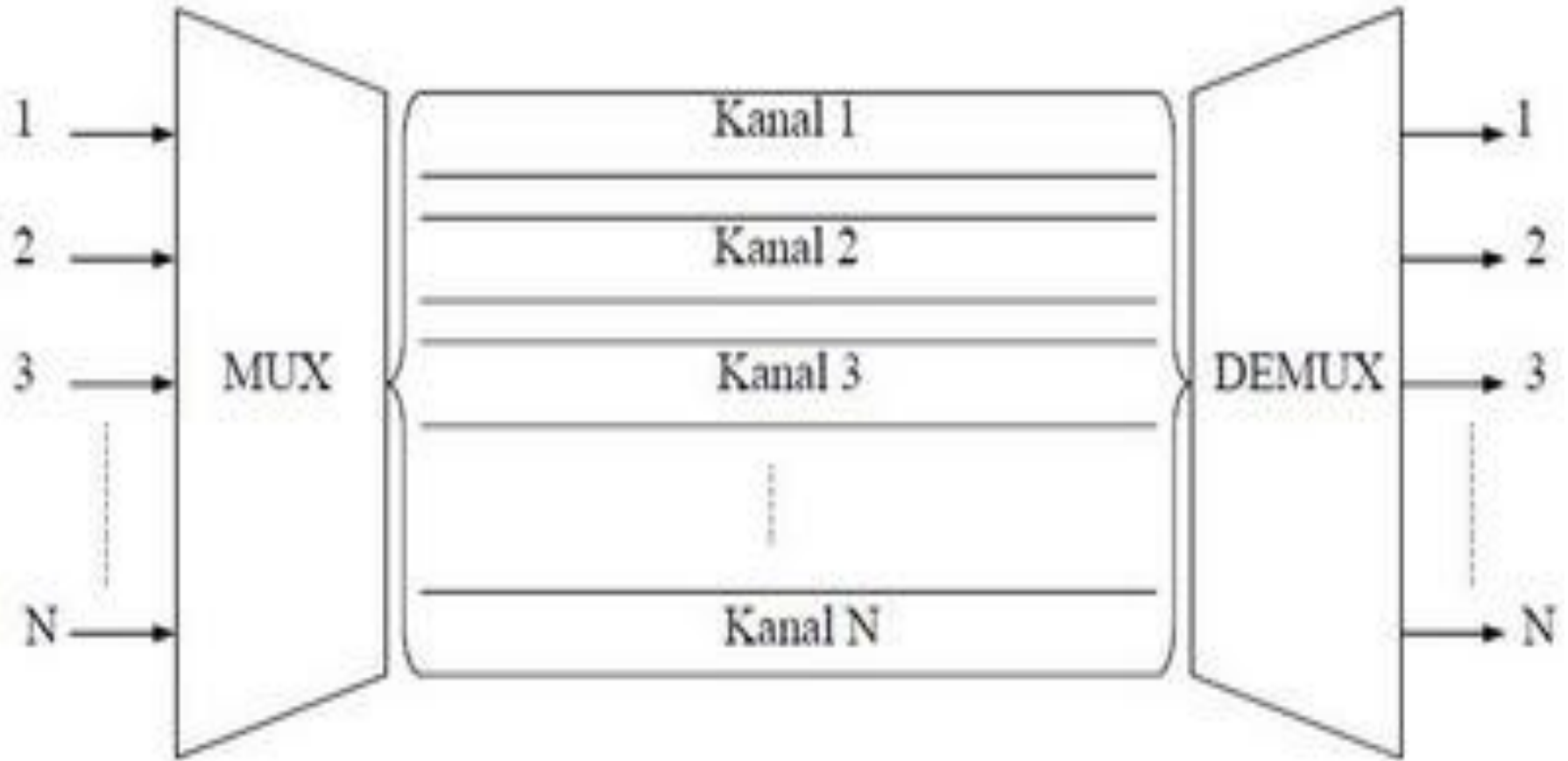


Frequency Division Multiplexing (FDM)

- ✚ Kelemahan lain adalah karena bandwidth jalur atau media yang dipakai bersama-sama tidak dapat digunakan sepenuhnya, karena sebagian dari frekuensi terpaksa digunakan untuk memisahkan antara frekuensi channelchannel yang ada. Frekuensi pemisah ini dipanggil guardband

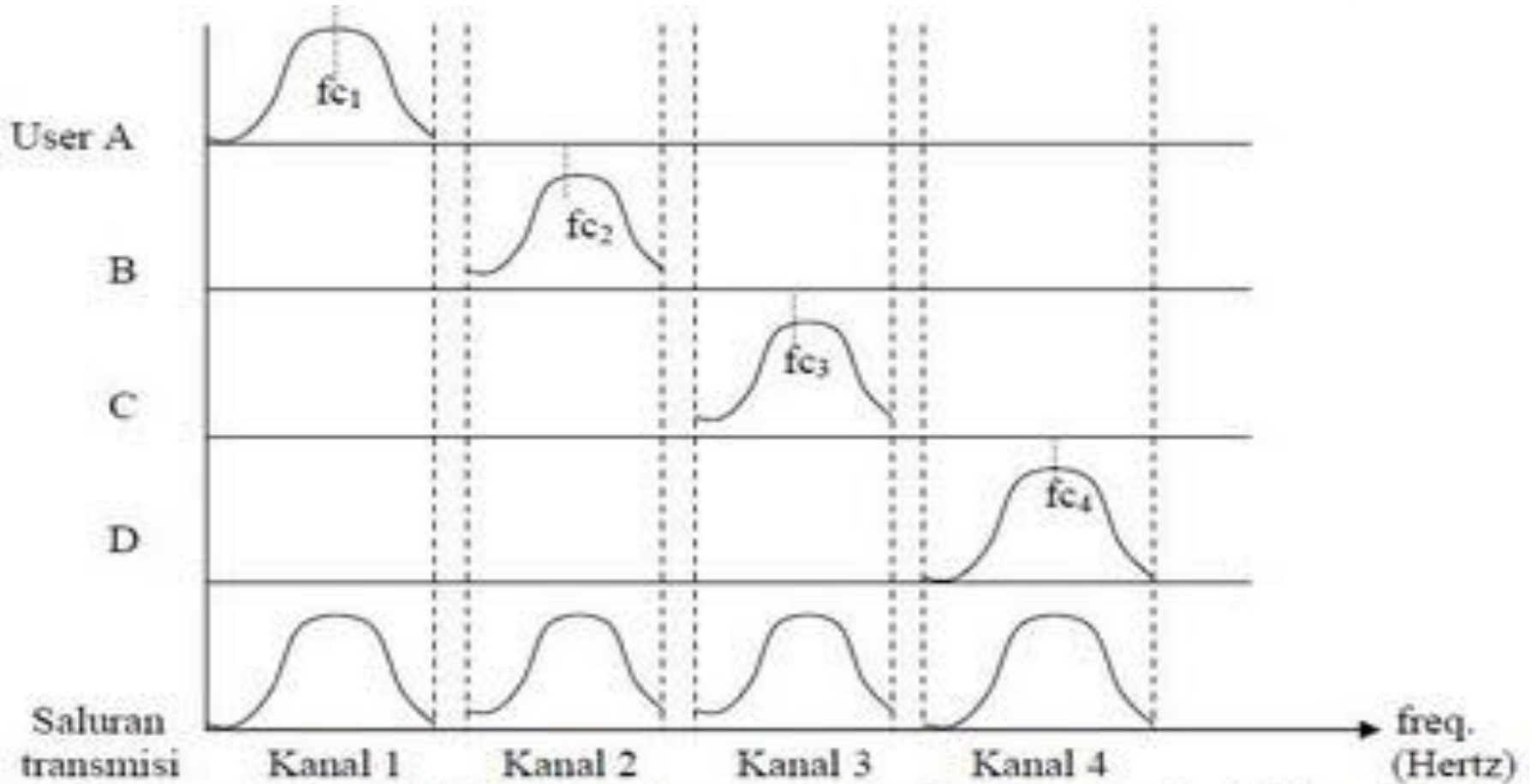


Gambar Frequency Division Multiplexing





Gambar Contoh penerapan FDM dengan 4 pengguna



Keterangan : fc_i adalah frekuensi pembawa (*carrier frequency*) untuk kanak ke i .



Code Division Multiplexing (CDM)

- ✚ Code Division Multiplexing (CDM) dirancang untuk menanggulangi kelemahan-kelemahan yang dimiliki oleh teknik multiplexing sebelumnya, yakni TDM dan FDM.. Contoh aplikasinya pada saat ini adalah jaringan komunikasi seluler CDMA (Flexi)



Prinsip kerja dari 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



Prinsip kerja dari CDM

- + Di sisi penerima, sinyal hasil penjumlahan kode-kode tersebut akan dikalikan dengan kode unik dari si pengirim (chip spreading code) untuk diinterpretasikan. Selanjutnya :
 - + jika jumlah hasil perkalian mendekati nilai +64 berarti bit '1'
 - + jika jumlahnya mendekati -64 dinyatakan sebagai bit '0'



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

- + Pengalokasian kode unik (8-chip spreading code) bagi ketiga pengguna
 - + kode untuk A : 10111001
 - + kode untuk B : 01101110
 - + kode untuk C : 11001101



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

- ✚ 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 + + - - + + - +
- ✚ hasil penjumlahan (sum) = +3,-1,-1,+1,+1,-1,-3,+3



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

- + Pasangan dari A akan menginterpretasi kode yang diterima dengan cara :
 - + Sinyal yang diterima : $+3 -1 -1 +1 +1 -1 -3 +3$
 - + Kode milik A : $+1 -1 +1 +1 +1 -1 -1 +1$
 - + Hasil perkalian (product) : $+3 +1 -1 +1 +1 +1 +3 +3 = 12$
 - + Nilai $+12$ akan diinterpretasi sebagai bit '1' karena mendekati nilai $+8$



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

- + 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



Wavelength Division Multiplexing (WDM)

- ✦ Multiplexing pada frekuensi cahaya dikenal sebagai WDM (Wave Division Multiplexing) dan DWDM (Dense Wave Division Multiplexing).
- ✦ Beberapa berkas sinar pada frekuensi yang berbeda dibawa oleh serat optik. Setiap warna sinar (panjang gelombang) membawa kanal data yang terpisah
- ✦ Dikembangkan oleh Bell Lab tahun 1997 dengan 100 berkas sinar, masing-masing 10 Gbps, menghasilkan 1 terabit per detik (Tbps)
- ✦ Sistem Lab (Alcatel) dengan 256 kanal pada 39.8 Gbps masing-masing.

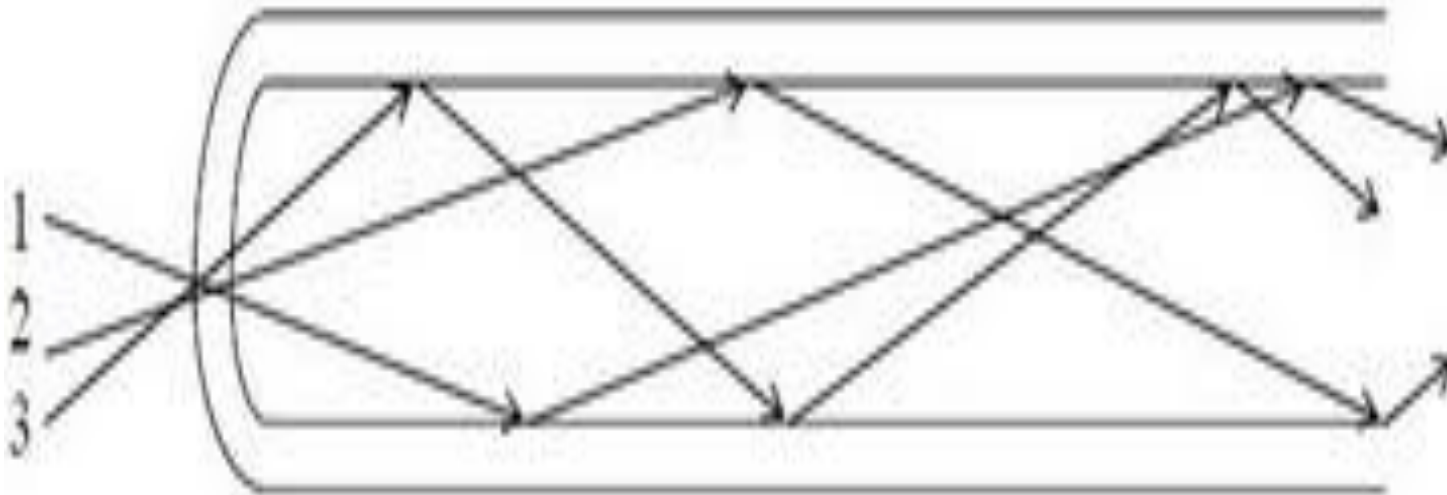


Wavelength Division Multiplexing (WDM)

- ✚ Teknik multiplexing ini digunakan pada transmisi data melalui serat optik (optical fiber) dimana sinyal yang ditransmisikan berupa sinar. Pada WDM prinsip yang diterapkan mirip seperti pada FDM, hanya dengan cara perbedaan panjang gelombang (wavelength) sinar.
- ✚ Sejumlah berkas sinar dengan panjang gelombang berbeda ditransmisikan secara simultan melalui serat optik yang sama (dari jenis Multi mode optical fiber)



Gambar Wavelength Division Multiplexing



• berkas sinar 1, 2 dan 3 memiliki panjang gelombang yang berbeda ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)



Optical Code Division Multiplexing

- ✚ Prinsip yang digunakan pada ODM serupa dengan CDM, hanya dalam hal ini yang dikode adalah berupa sinyal analog (sinar) dengan pola tertentu. Sejumlah berkas sinar dengan pola sinyal berbeda ditransmisikan melalui serat optik dengan menggunakan prinsip TDM (berupa temporal-spectral signal structure)
- ✚ Di sisi penerima setiap berkas sinar tersebut akan diinterpretasi untuk setiap pasangan pengguna untuk memperoleh kembali data yang dikode tersebut dengan cara mengenali terlebih dahulu pola sinyal yang digunakan



Daftar Pustaka

- ✚ Albert Paul Malvino, Elektronika Komputer Digital – Pengantar Mikrokomputer
- ✚ *<http://www.tech-id.co.cc/2010/09/mempelajari-konsep-multiflexing.html>*
- ✚ H012235662



Alhamdulillah....

Thanks!

