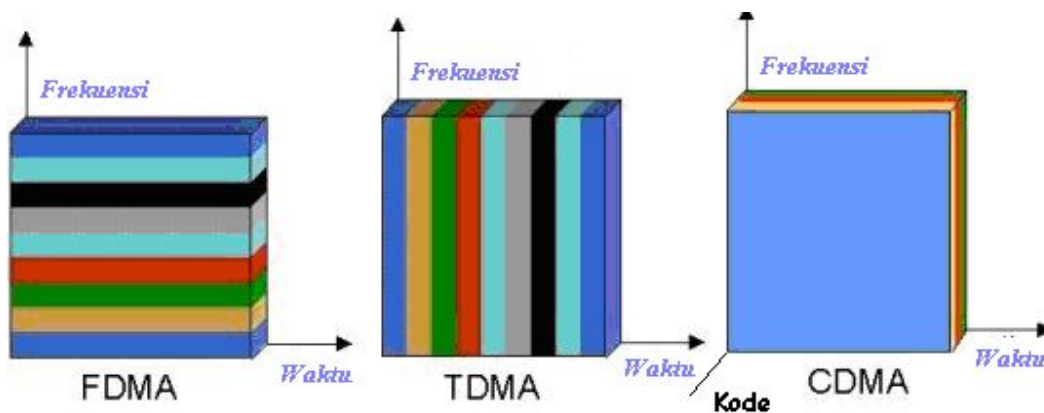


SISTEM KOMUNIKASI CDMA

1.1 Akses Jamak

Masalah utama dalam komunikasi radio adalah terbatasnya alokasi frekuensi, sehingga penggunaannya harus benar-benar terkendali. Kemajuan teknologi di bidang telekomunikasi diantaranya dilatarbelakangi oleh keinginan untuk mengefisienkan pemakaian lebar bidang frekuensi.

Dalam sistem komunikasi nirkabel, efisiensi pemakaian lebar bidang frekuensi diusahakan diantaranya melalui teknik akses jamak, agar dalam alokasi frekuensi yang sama, semakin banyak pengguna yang bisa terlayani. Tiga teknik akses jamak yang sering digunakan yaitu teknik akses jamak pembagian frekuensi (*Frequency Division Multiple Access, FDMA*), teknik akses jamak pembagian waktu (*Time Division Multiple Access, TDMA*), dan teknik akses jamak pembagian sandi (*Code Division Multiple Access, CDMA*). Gambar 1.1 dan Tabel 1.1 menunjukkan perbandingan operasi ketiga sistem tersebut.



Gambar 1.1 Berbagai teknik akses jamak

Tabel 1.1 Perbandingan operasi teknik akses jamak

OPERASI	FDMA	TDMA	CDMA
Pita teralokasi	12.5 MHz	12.5 MHz	12.5 MHz
<i>Frequency Reuse</i>	7	7	1
BW yang diperlukan kanal	0.03 MHz	0.03 MHz	1.25 MHz
Jumlah kanal RF	$12.5/0.03=416$	$12.5/0.03=416$	$12.5/1.25=10$
Kanal/sel	$416/7=59$	$416/7=59$	$12.5/1.25=10$
Kanal kendali/sel	2	2	2
Kanal dipakai/sel	57	57	8
Panggilan per kanal RF	1	4*	40**
Kanal suara/sel	$57 \times 1=57$	$57 \times 4=228$	$8 \times 4=320$
Sektor/sel	3	3	3
Panggilan <i>voice</i> /sektor	$57/3=19$	$228/3=76$	320
Kapasitas dibanding FDMA	1	4	16.8

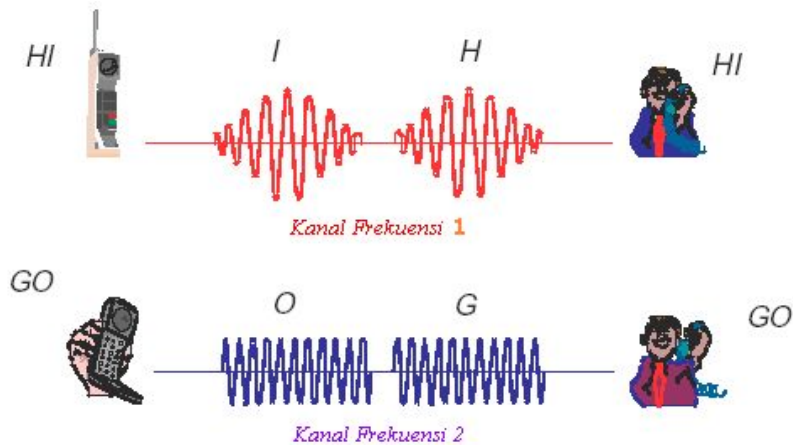
* Tergantung pada jumlah slot

** Tergantung pada jumlah ragam sandi

1.1.1 Akses Jamak Pembagian Frekuensi (FDMA)

Dalam FDMA frekuensi dibagi menjadi beberapa kanal frekuensi yang lebih sempit. Tiap pengguna akan mendapatkan kanal frekuensi yang berbeda untuk berkomunikasi secara bersamaan. Pengalokasian frekuensi pada FDMA bersifat eksklusif karena kanal frekuensi yang telah digunakan oleh seorang pengguna tidak dapat

digunakan oleh pengguna yang lain. Antar kanal dipisahkan dengan bidang frekuensi yang lebih sempit lagi (*guard band*) untuk menghindari interferens antar kanal yang berdekatan (*adjacent channel*). Informasi bidang dasar yang dikirim ditumpangkan pada isyarat pembawa (*carrier signal*) agar menempati alokasi frekuensi yang diberikan. Cara kerja FDMA diilustrasikan Gambar 1.2.



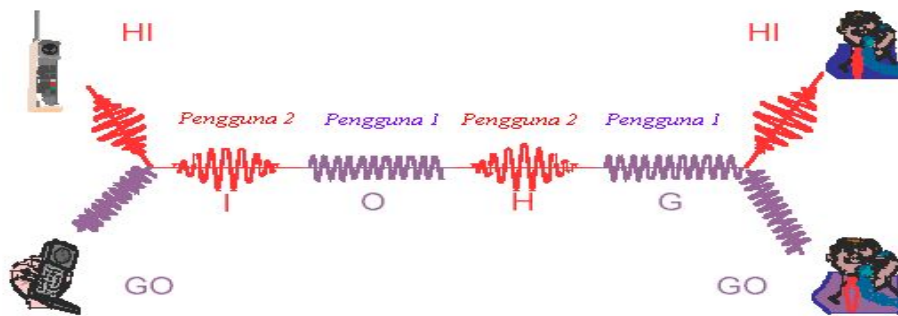
Gambar 1.2 Cara kerja sistem FDMA

1.1.2 Akses Jamak Pembagian Waktu (TDMA)

Pada metode TDMA tiap pengguna akan menggunakan seluruh spektrum frekuensi tertentu yang disediakan tetapi dalam waktu yang singkat yang disebut *slot* waktu (*time slot*). Tiap pengguna mendapatkan sebuah *slot* waktu yang berulang secara periodis dan hanya diijinkan untuk mengirim informasi pada *slot* waktu tersebut. Antar *slot* waktu diberi jeda waktu (*guard time*) untuk menghindari interferens antar pengguna. Jika *slot* waktu dalam frekuensi yang diberikan sedang digunakan semua, maka pengguna berikutnya harus diberikan *slot* waktu dengan frekuensi yang berbeda. Cara kerja sistem TDMA diilustrasikan Gambar 1.3.

1.1.3 Akses Jamak Pembagian Sandi (CDMA)

Dalam CDMA setiap pengguna menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu bersamaan tetapi menggunakan sandi unik yang saling ortogonal. Sandi-sandi ini membedakan antara pengguna satu dengan pengguna yang lain. Pada jumlah pengguna yang besar, dalam bidang frekuensi yang diberikan akan ada banyak sinyal dari pengguna sehingga interferens akan meningkat. Kondisi ini akan menurunkan unjuk-kerja sistem. Ini berarti, kapasitas dan kualitas sistem dibatasi oleh daya interferens yang timbul pada lebar bidang frekuensi yang digunakan.



Gambar 1.3 Cara kerja sistem TDMA

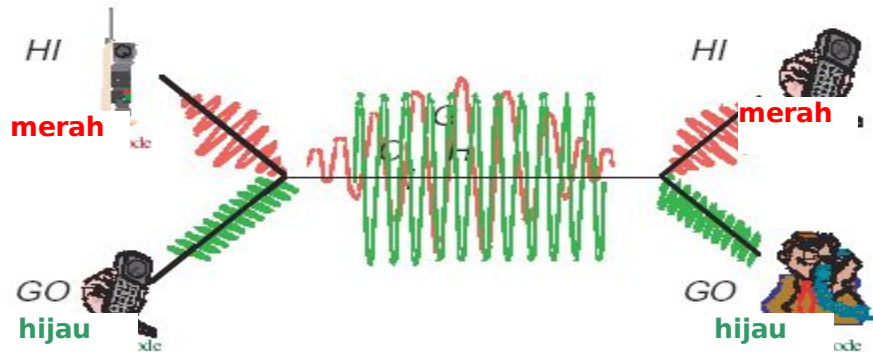
CDMA merupakan akses jamak yang menggunakan prinsip komunikasi spektrum tersebar. Isyarat bidang dasar yang hendak dikirim disebar dengan menggunakan isyarat dengan lebar bidang yang besar yang disebut sebagai isyarat penyebar (*spreading signal*).

Metode ini dapat dianalogikan dengan cara berkomunikasi dalam satu ruangan yang besar. Setiap pasangan dapat berkomunikasi secara bersama-sama tetapi dengan bahasa yang berbeda, sehingga pembicaraan pasangan satu bisa dianggap seperti suara kipas bagi pengguna yang lain, karena tidak diketahui maknanya. Pada saat banyak yang berkomunikasi maka ruangan menjadi bising. Kondisi ini membuat ruangan menjadi

tidak kondusif lagi untuk berkomunikasi. Oleh karena itu, jumlah yang berkomunikasi harus dibatasi. Agar jumlah yang berkomunikasi bisa maksimal maka kuat suara tiap pembicara tidak boleh terlalu keras. Analogi dan cara kerja sistem ini digambarkan seperti Gambar 1.4.



(a)



(b)

Gambar 1.4 Ilustrasi sistem CDMA

(a) analogi

(b) cara kerja

1.2 Sistem Spektrum Tersebar

Sistem transmisi spektrum tersebar adalah sebuah teknik yang mentransmisikan suatu isyarat dengan lebar bidang frekuensi tertentu menjadi suatu isyarat yang memiliki lebar bidang frekuensi yang jauh lebih besar. Aliran data asli dikalikan secara biner dengan sandi penyebar yang memiliki lebar bidang yang jauh lebih besar daripada isyarat asal. Bit-bit dalam sandi penyebar dikenal dengan *chip* untuk membedakannya dengan bit-bit dalam aliran data yang dikenal dengan simbol.

Setiap pengguna memiliki sandi penyebar yang berbeda dengan pengguna yang lain. Sandi yang sama digunakan pada kedua sisi kanal radio, menyebarkan isyarat asal menjadi isyarat bidang lebar, dan mengawasebarkan kembali isyarat bidang lebar menjadi isyarat bidang sempit asal. Nisbah antara lebar bidang transmisi dengan lebar bidang isyarat asal dikenal dengan *processing gain*. Secara sederhana, *processing gain* menunjukkan berapa buah *chip* yang digunakan untuk menyebarkan sebuah simbol data. Sandi-sandi penyebar bersifat unik, jika seorang pengguna telah mengawasebarkan isyarat bidang lebar yang diterima, isyarat yang dibawasebarkan hanyalah isyarat dari pengirim yang memiliki sandi penyebar yang sama.

Sebuah sandi penyebar memiliki korelasi-silang yang rendah dengan sandi penyebar yang lain. Jika sebuah sandi benar-benar ortogonal, maka korelasi-silang antara sebuah sandi dengan sandi yang lainnya adalah nol. Hal ini berarti beberapa isyarat bidang lebar dapat menggunakan frekuensi yang sama tanpa adanya interferens satu sama lain. Energi isyarat bidang lebar disebarkan sepanjang lebar bidang yang amat besar sehingga dapat dianggap sebagai derau jika dibandingkan dengan isyarat aslinya atau dengan kata lain memiliki *power spectral density* yang rendah. Ketika sebuah isyarat

bidang lebar dikorelasikan dengan sandi penyebar tertentu, hanya isyarat dengan sandi penyebar yang sama yang akan diawasebarkan, sedangkan isyarat dari pengguna lain akan tetap tersebar.

Sistem spektrum tersebar memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sistem-sistem lain yang telah ada sebelumnya,

1. Dapat bertahan pada lingkungan dengan pudaran lintasan jamak yang tinggi karena isyarat CDMA bidang lebar memiliki sandi penyebar dengan sifat korelasi-diri yang baik.
2. Dapat mengirimkan informasi dengan daya yang kecil sehingga memungkinkan peralatan yang kecil sekaligus juga dengan daya baterai yang lebih tahan lama.
3. Dapat mengurangi interferens dengan baik karena pada saat terjadinya proses pengawasebaran pengganggu akan mengalami proses sebaliknya sehingga dayanya akan lebih kecil dibandingkan isyarat asli.
4. Dapat menghindari penyadapan karena menggunakan sandi unik yang mirip derau dengan spektrum frekuensi yang amat lebar.
5. Dapat melakukan kemampuan panggilan terpilih (*selective calling capability*).
6. Dapat melakukan penjamakan pembagian sandi sehingga dimungkinkan untuk akses jamak dengan kapasitas yang lebih besar.

Ada beberapa teknik yang digunakan dalam sistem spektrum tersebar, yakni runtun langsung (*direct sequence*), lompatan frekuensi (*frequency hopping*), lompatan waktu (*time hopping*), dan *hybrid*.