

Teori Dasar dan Perkembangan DS-CDMA (Direct Sequence Code Division Multiple Access)

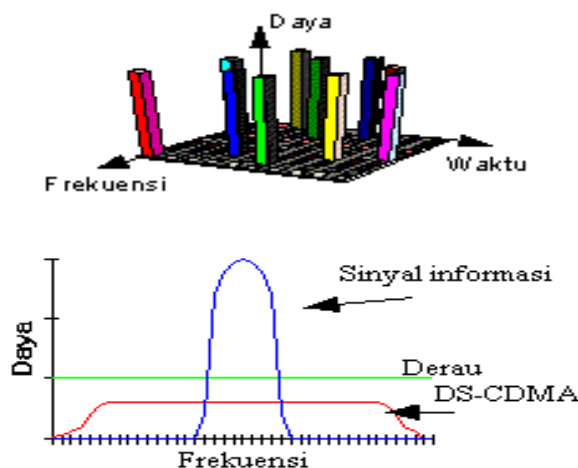
Pendahuluan

DS-CDMA adalah salah satu teknik akses *spread spectrum* yang mempunyai kelebihan kebal terhadap interferensi dan *jamming*. Teknologi ini pertama kali digunakan pada militer dan kemudian dikembangkan ke komunikasi luar angkasa. Pada tahun 1995, CDMA mulai digunakan secara komersial setelah diperkenalkannya standard IS-95 pada tahun 1992 oleh QUALCOMM. Sistem ini rencananya akan digunakan oleh Komselindo [1]. Tulisan ini membahas teori dasar CDMA, kelebihan serta kemungkinan masa depannya.

Prinsip Dasar Spread Spectrum

Spread spectrum adalah teknik memancarkan sinyal pada pita frekuensi yang jauh lebih lebar dari pita frekuensi yang dibutuhkan pada transmisi standar (misal; TDMA, FDMA). Sebagai contoh adalah CDMA IS-95 menggunakan lebar pita frekuensi 1.25 MHz, sedangkan AMPS hanya 30 kHz untuk menyalurkan sinyal suara. Proses pelebaran pita frekuensi ini disebut dengan *spreading*. Terdapat 2 teknik utama dalam *spread spectrum* yaitu *frequency hopping* dan DS-CDMA (yang lebih dikenal sebagai CDMA saja diperlihatkan pada gambar 1).

Frequency hopping diperoleh dengan merubah-ubah frekuensi pembawa berdasarkan waktu dengan pola yang mendekati acak, *pseudo random*. Sedangkan CDMA diperoleh dengan memodulasi sinyal informasi dengan *spreading sequence* yang dikenal sebagai *pseudo noise* (PN) sinyal digital yang menjadikan sinyal informasi berpita lebar dan berbentuk seperti derau (*noise*).



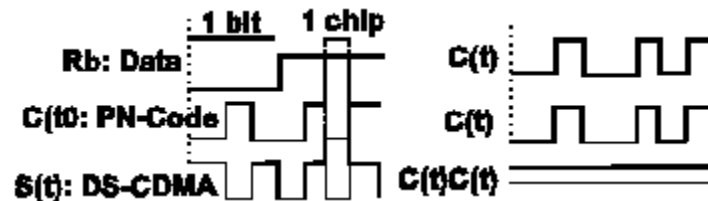
a. *Frequency hopping*

b. CDMA

Gambar 1. Bentuk spektrum sinyal Frequency Hopping dan CDMA.

Teori dasar CDMA

Setiap kanal/pengguna (*user*) pada CDMA menggunakan waktu dan frekuensi secara bersamaan. Untuk membedakan setiap kanal/pengguna maka digunakan kode yang unik yang juga digunakan untuk melebarkan sinyal. Kode ini disebut *Pseudo Random Noise* (PN Code) yang merupakan deret data berkecepatan tinggi yang berharga *polar* (-1 & +1) atau *non polar* (0 & 1). Proses dasar *spreading* dan *despreading* diperlihatkan gambar 2.

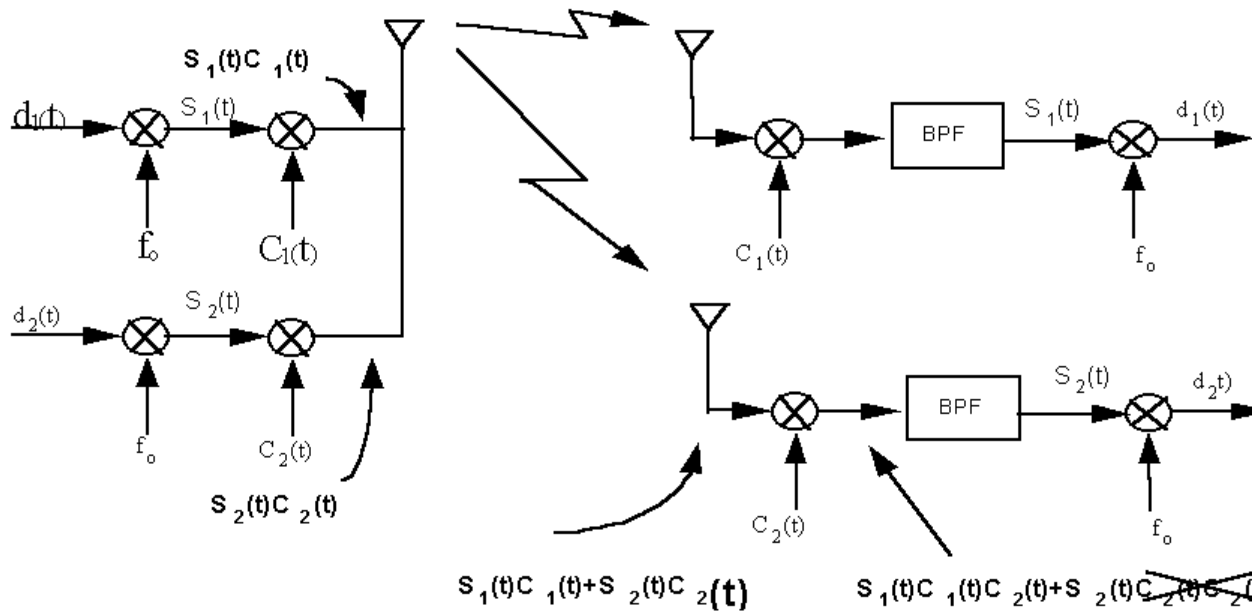


a. Proses spreading b. Proses despreading

Gambar 2. Proses *spreading* & *despreading*

Pada gambar 3 diperlihatkan proses transmisi CDMA dengan sebuah *base station* (BN) dan 2 buah kanal/pengguna. Sinyal informasi $d_1(t)$ dan $d_2(t)$ dimodulasi oleh frekuensi yang sama f_0 , kemudian sinyal termulasi ini dikalikan dengan PN-Code yang berbeda yaitu $C_1(t)$ dan $C_2(t)$. Dengan dikalikkannya $d(t)$ dengan $C(t)$ maka pita frekuensi yang diperlukan akan menjadi lebih lebar.

Pada penerima, sinyal yang datang akan dikalikan dengan PN-Code yang sama yang melalui proses EXNOR. Dengan asumsi PN Code yang diterima yang dibangkitkan di penerima adalah sama (tidak ada *delay*) maka hasil perkalian kedua PN-Code, $C_1(t)C_1(t)$, ini adalah 1 yang berarti menghilangkan PN-Code (perangkat yang melakukan proses ini disebut *correlator*). Sinyal ini kemudian dilewatkan pada *band pass filter* yang akan menghilangkan hasil perkalian PN-Code kanal tersebut dengan PN-Code kanal yang lain.



Gambar 3. Proses transmisi sinyal CDMA

PN Code

PN-Code yang mempunyai satuan *chips*, merupakan sinyal pemerlebarsinyal informasi dan digunakan untuk membedakan antara kanal/pengguna satudengan yang lainnya. Pemilihan PN-Code harus dilakukan dengan hati-hatidengan memperhatikan beberapa kriteria [2,3] sbb:

- a. Mudah diterapkan
- b. Mempunyai 2 level (-1 & 1) atau (0 & 1)
- c. Mempunyai *autocorrelation* yang tajam untuk memungkinkan sinkronisikasiode.
- d. Mempunyai beda jumlah '0' dan '1' hanya satu (*one zero balance*) untuk memperoleh *spectrum density* yang bagus.
- e. Harga *cross correlation* yang rendah. Dengan semakin rendah hargacross correlation maka jumlah kanal dalam satu pita frekuensi semakitinggi.

Secara umum, PN-Codes dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis [4]; yaitulinear dan non-linear. Kode linear dibangkitkan denganmengkombinasikan keluaran *feedback shift register* dalam fungsi yangtetap yang biasanya bermudulo 2. Sedangkan kode non-linear diperoleh dengan melakukan *feedback shift register* sebagai fungsi waktu.

Untuk sistim dengan kecepatan informasi yang sama dapat digunakan kodeGOLD dan MAKSIMAL, tetapi untuk *multirate* telah diperkenalkan olehViterbi [5] '*low rate orthogonal convolutional*' untuk menghasilkan*cross correlation* yang rendah.

Processing Gain

Processing gain pada *spread spectrum* adalah parameter utama yang merupakan ukuran kebagusan sistem (*figure of merit*) yang dapat dihitung bila lebar pita frekuensi yang digunakan (*spread bandwidth*), BW_{rf} , dan kecepatan informasi R_b diketahui. *Processing gain*, P_g , dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut

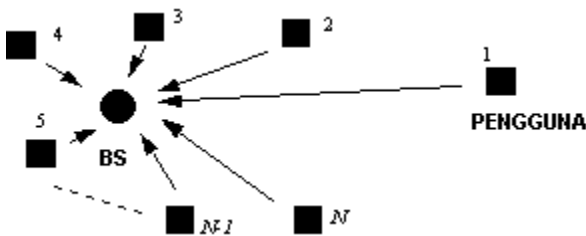
$$P_g = \frac{BW_{rf}}{R_b}$$

.....(1)

Processing gain ini dikenal juga sebagai *spreading factor* yang akan menentukan jumlah kanal/pengguna yang dapat ditangani pada sebuah sistem. Sebagai contoh adalah IS-95, yang mempunyai pita frekuensi 1.25MHz dengan *chip rate* 1.288 MHz, maka dengan kecepatan data 9600bps maka diperoleh *processing gain* sebesar 21 dB (134 kali).

Untuk menghitung kapasitas sistem CDMA satu sel, diasumsikan sistem yang digunakan adalah *star* dimana *base station* berkomunikasi dengan semua kanal/pengguna dan setiap kanal/pengguna akan menempati seluruh lokasi spektrum frekuensi yang sama. Perbandingan sinyal dan derau kanal/penggunaanomor satu pada penerima di BS diperlihatkan oleh persamaan 2 dimana S_1 adalah daya yang diterima dan η adalah *white noise gaussian* serta N adalah jumlah terminal/kanal yang dapat diperlihatkan oleh gambar 4,

$$S_1 / N_1 = \frac{S_1}{\sum_2^N S_j + \eta} \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 4. Sistem *star* dengan satu BS dan N kanal/pengguna

Masalah *Near Far*

Dari persamaan 2 di atas terlihat bahwa kualitas sistem tergantung pada daya yang diterima dari kanal/pengguna lainnya. Apabila setiap pengguna mempunyai daya pancar yang sama, maka pengguna yang lokasinya berdekatan dengan penerima BS akan mendominasi daya derau. Maka,

S/N pengguna yang lokasinya jauh dari BS dapat menjadi sangat jelek dan terputus hubungannya. Hal ini akan menjadi lebih jelek lagi mengingat *path loss* (karakteristik propagasi) pada daerah urban [6] dapat berbanding terbalik dengan jarak dipangkatkan 4 yang berakibat walau jarak antara 2 kanal/pengguna tidak terlalu jauh tapi redaman udaranya bisa terpaut jauh.

Power Control

Untuk mengatasi masalah *near far* ini, maka digunakan *power control* pada perangkat pemancar yang mengatur daya pancar sedemikian rupa sehingga daya yang diterima penerima BS dari setiap kanal/pengguna adalah sama. Pada sistem IS-95, pengendalian daya pancar ini dilakukan setiap 1.25 ms dengan perubahan daya per satu dB.

Dengan asumsi bahwa *power control* yang digunakan sempurna maka kita dapat beranggapan bahwa daya setiap kanal/pengguna yang diterima BS adalah sama, $S=S_1=S_2=...=S_N$, maka persamaan 2 di atas dapat ditulis menjadi:

$$\frac{S}{N} = \frac{S}{(N-1)S + \eta} \quad \dots\dots(3)$$

Bila S kita bagi dengan kecepatan informasi, R_b , dan derau dengan lebar pita frekuensi transmisi *spread bandwidth*, BW_{rf} , maka persamaan di atas dapat menjadi:

$$E_b / N_o = \frac{BW_{rf} \cdot R_o}{(N-1) + (\eta / S)} \quad \dots\dots(4)$$

Pada sebuah sistem yang mempunyai kanal/pengguna banyak, maka derau akan didominasi oleh kanal/pengguna lainnya ($\eta \ll (N-1)S$) dan derau white noise gaussian dapat diabaikan. Oleh karena itu jumlah kanal/pengguna pada suatu pita frekuensi dalam satu sel adalah sbb:

$$\frac{S}{N} = \frac{S}{(N-1)S + \eta} \quad \dots\dots(5)$$

Dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa kapasitas sistem berbanding terbalik dengan E_b/N_o yang dibutuhkan. Pada sistem sel tunggal dengan pita selebar 1,25 MHz (IS-95) dengan kecepatan data informasi 9,6 kbps dan E_b/N_o adalah 6dB maka jumlah kanal CDMA adalah 32 kanal dan memberikan efisiensi frekuensi sebesar 39 kHz/kanal. Sedangkan, AMPS yang mempunyai spasi dan efisiensi frekuensi 30 kHz/kanal akan dapat diperoleh 42 kanal, sehingga apa kelebihan CDMA?

Keuntungan Penerapan Sistem CDMA

Keuntungan utama sistem CDMA adalah pita frekuensi dapat digunakan pada setiap sel (*frequency reuse*) serta dapat dilakukan peningkatan kapasitas sel dengan menggunakan VOX dan konsep sektorisasi antenna, seperti diterangkan di bawah ini.

Frequency reuse factor (F)

Untuk sistem sel banyak (*multi cell*) dikenal adanya faktor penggunaan ulang frekuensi, F , yang didefinisikan sebagai perbandingan antara total daya interferensi (yang berasal dari sel itu sendiri dan sel-sel tetangganya) dibagi dengan daya interferensi dari sel itu sendiri [7]. Qualcomm [8] melaporkan bahwa interferensi dari sel lain adalah sekitar 61% sehingga faktor penggunaan ulang frekuensi adalah sekitar 1,6.

'Frequency reuse factor' ideal adalah 1 yang dapat terjadi apabila pemisahan antar sel cukup besar. Mengingat, F tergantung pada karakteristik propagasi yang merupakan fungsi lingkungan, topografi dimana sistem ini diterapkan, maka F dapat berbeda untuk setiap lokasi.

Faktor Aktifitas Suara (α)

Mengingat kapasitas sistem CDMA dibatasi oleh daya interferensi maka dapat disimpulkan bahwa bila suatu percakapan tidak selalu memancarkan sinyal radio (saat kanal/pengguna tidak aktif akan mengurangi interferensi). Oleh karena itu, secara teori CDMA akan mempunyai kapasitas yang lebih besar. Dari hasil pengukuran oleh Bell laboratories [7] diketahui bahwa pengguna hanya aktif selama 35-40% dari waktu percakapan. Angka ini dikenal sebagai 'Voice Activation Factor', α (lebih sering dikenal sebagai *vox*) dan bernilai sekitar 0,4. yang berarti kanal yang memancar pada saat bersamaan hanyalah $0,4N$ atau dengan kata lain kapasitas naik 2,5 kalinya.

Sektorisasi

Teknik lain untuk meningkatkan kapasitas sel adalah dengan melakukan sektorisasi antenna. Dua konfigurasi sektorisasi antenna telah dihitung yaitu 3 sektor dan 6 sektor oleh Gilhousen [9]. Untuk 3 sektor sel akan mempunyai antenna beamwidth 120 derajat. Sehingga, interferensi yang dilihat oleh antenna tersebut kurang lebih 1/3 dari yang dilihat oleh antenna omni yang kemudian akan kapasitas dasar sebesar 3 kalinya. Tetapi mengingat terdapat *overlapping* cakupan antenna untuk menjamin tidak adanya daerah yang kosong (tidak tercakup) maka peningkatan kapasitas karena sektorisasi G , menjadi 2,55.

Dengan kelebihan-kelebihan di atas maka kapasitas per sel pada sistem multi cell CDMA pada suatu pita frekuensi diperlihatkan oleh persamaan di bawah:

$$N_{extended} = \frac{P_g G}{(E_b / N_o) F \alpha} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan IS-95, bit rate 9,6 kbps, $E_b/N_o=6$ dB, dan bila sistem menggunakan $F=1,6$, $\alpha=2,5$, $G=2,55$, maka dengan pita frekuensi hanya 1,25 MHz yang digunakan pada setiap sel akan memberikan efisiensi kurang lebih 9,54 KHz/kanal (131 kanal/sel). Apabila menggunakan AMPS, maka 1,25 MHz hanya akan memberikan 6 kanal/pengguna per sel.

Kelebihan utama sistim CDMA pada sistim mobile seluler.

Slain kelebihan diatas, maka Qualcomm [10] menyebutkan kelebihan lainyang diperoleh dari penerapan CDMA pada sistim komunikasi bergerak sbb:

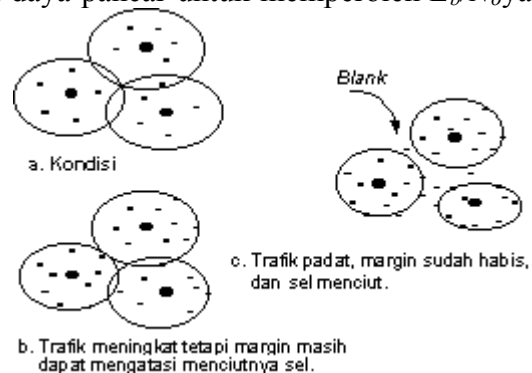
1. Meningkatkan kualitas suara
2. Memperbaiki karakteristik cakupan yang dapat menurunkan jumlah sel.
3. Meningkatkan privacy dan security.
4. Menyederhanakan perencanaan sistim
5. Memerlukan daya pancar yang lebih rendah, sehingga waktu bicara ponsel dapat lebih lama.
6. Mengurangi interferensi pada sistim lain
7. Mampu melakukan *soft handoff* mengingat semua sistim menggunakan frekuensi yang sama.
8. Lebih tahan terhadap *multipath*.
9. Dapat dioperasikan bersamaan dengan teknologi lain (misal AMPS).

Keterangan kelebihan diatas dapat juga ditemui di Gematel on-line [11].

Kendala operasional

Setelah dioperasikannya kurang lebih 2 tahun di Korea, Hongkong dan Amerika, maka Global Telephony [12] melaporkan bahwa kapasitas yang diklaim oleh Qualcomm 10-20 kali kapasitas AMPS tidak terlalu tepat. Hal ini mengingat bahwa, secara operasional CDMA hanya memberikan kapasitas sebesar kurang lebih 6.5-18 kali AMPS tergantung pada lingkungan penerapan.

Disamping itu juga terdapat masalah optimasi cakupan karena cakupan CDMA dapat mengembang dan menciut. Gejala ini dikenal dengan istilah *breathing* yang diperlihatkan pada gambar 5. Pada kondisi normal dimana jumlah kanal/pengguna sesuai dengan rancangan maka derau dari pengguna lain tidak terlalu banyak. Tetapi, pada saat jumlah kanal/pengguna meningkat pada beberapa sel, maka derau dari kanal/pengguna juga akan meningkat sehingga power control akan memerintahkan untuk menaikkan daya pancar untuk memperoleh E_b/N_o yang



diinginkan (lihat konsep *power control*)

Gambar 5. Perubahan besarnya sel karena peningkatan trafik.

Dengan meningkatkan daya derau dari kanal/pengguna lain, maka kanal/penggunayang lokasinya agak jauh dengan base station tentunya dapat kehabisan dayapancar (sudah maksimum) yang kemudian tidak bisa mempertahankan E_b/N_o dan hubungan terputus. Akibat dari ini, secara sistim dapat dilihat sebagaimenciutnya cakupan suatu sel. Bila beberapa sel yang berdampingan menciutmaka daerah perbatasan antar sel tersebut menjadi tidak tercakup (*blankspot*).

Untuk mengatasi hal ini maka secara operasional E_b/N_o yang digunakan pada perencanaan adalah 3 - 6 dB lebih tinggi dari E_b/N_o minimum yang dipersyaratkan. Dengan adanya margin tambahan ini, kapasitas kanal/pengguna per sel akan menurun. Perhitungan margin akan semakin rumit apabila sel-nya kecil dan kanal/pengguna bergerak relatif cepat, sehinggamargin untuk setiap daerah dapat berbeda tergantung pada trafik, tingkat mobilitas pengguna serta kemacetan lalu lintas mengingat banyak terjadikomunikasi dilakukan pada saat lalu lintas macet.

Peluang CDMA sebagai Teknologi *Wireless* Generasi ke-3

Dengan kelebihan dan kekurangan diatas, CDMA masih mempunyai peluang yang sangat besar sebagai teknologi komunikasi bergerak generasi ke-3 dimasa depan [12]. Beberapa negara mempunyai keinginan mengembangkan CDMA yang berbeda-beda, misalnya; Korea akan mengembangkan CDMA disesuaikan dengan IMT 2000, Jepang (NTT) telah mengemukakan bahwa akan mengembangkan Wide Band CDMA mengingat PHS tidak akan cocok sebagai wireless generasike-3.

Tetapi CDG (CDMA development Group) cenderung mengembangkan standard IS-95. Tetapi, Ericsson mengatakan bahwa mereka akan mengembangkan CDMA yang lebih baik dari IS-95. Selain beberapa vendor/negara diatas, Siemens [13] melihat bahwa dengan kelebihannya CDMA akan dapat digunakan untuk mentransmisikan ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) pada jaringan akses pelanggan (WLL).

Penutup

Dari keterangan diatas terlihat bahwa teknologi CDMA masih terus berkembang menuju kematangan. CDMA juga merupakan teknologi yang cukup menjanjikan untuk digunakan pada teknologi masa depan. Beberapa tantangan yang masih harus diselesaikan dalam sistim CDMA adalah kemungkinan penggunaan *multirate* (satu pita frekuensi digunakan oleh beberapa kecepatan data) serta masalah optimasi network diatas.

Untuk penggunaan di Indonesia tentunya karakteristik *propagas* perlu dikenal lebih baik untuk mendapatkan perencanaan network yang optimum. Hal ini mengingat kondisi geografis Indonesia yang relatif berbeda dengan negara asal CDMA. Disamping itu juga bahan bangunan gedung dan perumahan yang berbeda yang mungkin membuat perambatan gelombang nya berbeda.

Dengan teori dasar dan perkembangan teknologi CDMA pada tulisan ini, diharapkan semakin banyak pembaca yang mengenal CDMA sehingga penguasaan CDMA dapat ditingkatkan. Dengan internet memberikan bahan referensi yang cukup, maka penelitian & pengembangan teknologi ini juga dapat diperluas..

Broadband CDMA : Teknologi Wireless Masa Depan

Banyak industri telekomunikasi sekarang percaya bahwa Code Division Multiple Access (CDMA) spread spektrum akan mengalihkan perhatian pada awal abad 21. Dia akan mengganti teknologi analog contoh AMPS dan kompetitornya seperti GSM.

Pada saat bersamaan B-CDMA yang merupakan model komunikasi baru yang efisien akan berkembang ke arah PCS dan menjadi pilihan umum untuk WLL di dunia.

Broadband CDMA sepenuhnya layak untuk diaplikasikan di WLL, PCS dan wireless berbasis satelit yang akan datang.

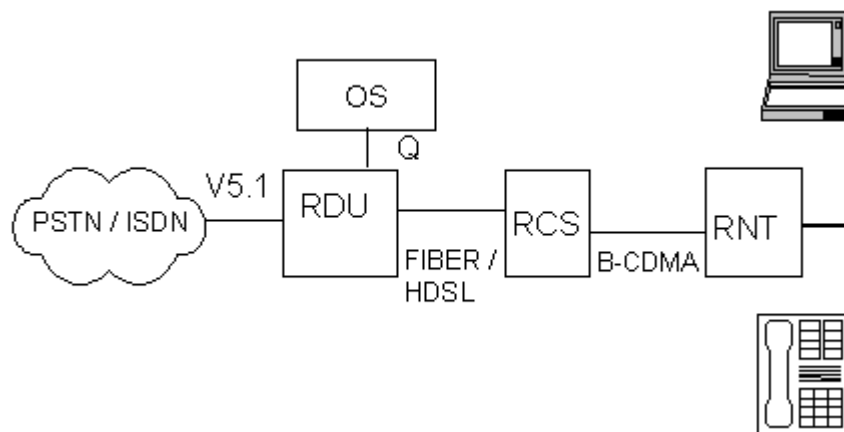
Pada versi yang akan datang dari CDMA akan menyediakan servis-servis dengan bandwidth data yang tinggi (termasuk ISDN, video dan multimedia) yang tidak dapat disediakan oleh teknologi narrowband.

Apakah Broadband CDMA?

Standar teknologi CDMA, dilihat dari spread signalnya relative lebih besar dari teknologi selular lainnya, pengurangan problem propagasi (multipath dan fading). Dikenal dua standar untuk aplikasi dengan metode akses CDMA. Standar yang dimaksud adalah IS-95 dan proprietary.

Broadband CDMA mengambil konsep ini lebih lanjut oleh pengurangan multipath-fading, penawaran kapasitas dalam tiap cell dan kualitas suara yang lebih baik. Bandwidth yang luas juga membuat mungkin features ke depan termasuk ISDN dan bandwidth on demand. Broadband CDMA dengan wireless mempunyai potensi untuk menyediakan "transparan" local loop dengan fungsi penuh seperti wireline.

Broadband CDMA sebagai WLL didesain untuk menyediakan layanan fixed dan mobile yang dikoneksikan dengan PSTN dari layanan POTS (Plain Old Telephone Service) ke features-features selanjutnya seperti ISDN dan bandwidth on demand. Service-service akan termasuk voice, high speed fax, data dan multimedia, termasuk juga video. Teknologi ini memungkinkan aplikasi ISDN ke desktop fixed wireless dan mobile wireless. Adapun konfigurasi dari sistem B-CDMA adalah :



Gambar 1. Konfigurasi B-CDMA

Keterangan gambar :

OS (Operating System) : operasi, administrasi dan fungsi maintenance

RDU (Radio Distribution Unit) : interface ke exchange dengan standar V5.1

RCS (Radio Carrier Station) : interface ke RDU via copper, fiber atau Microwave

RNT (Radio Network Termination) : menyediakan koneksi ke analog atau ISDN Telepon, fax dan data modems

Teknologi Broadband CDMA (B-CDMA)

Teknologi B-CDMA dikembangkan dari teknik CDMA. B-CDMA merupakan teknologi alternatif Wireless Acces pada era Digital Broadband dengan penjelasan sebagai berikut:

- Merupakan teknologi digital spread spektrum lanjutan untuk kepentingan komersial, yang memberikan berbagai kelebihan dibanding copper, cable, microwave dan bahkan sistem komunikasi radio lainnya, seperti :
 - kualitas suara yang tinggi (32 kb/s)
 - karakteristik fade sangat baik
 - performansi indoor sangat baik
 - dinamik data rate (on demand) : 32 kb/s ~ 144 kb/s
- Pemilihan frekuensi secara fleksibel (300 ~ 2500 MHz)

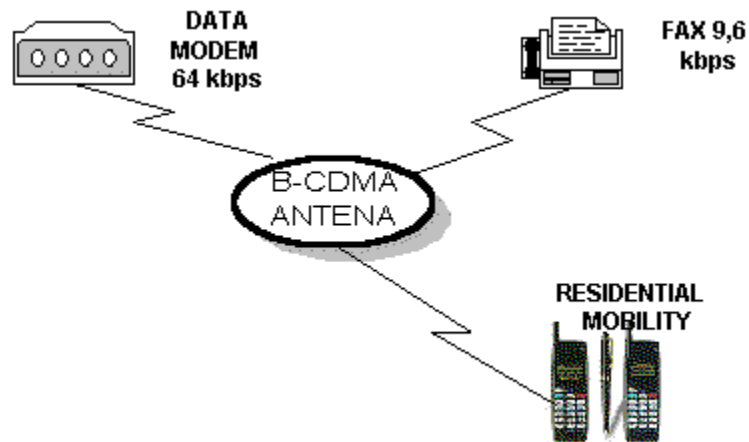
CDMA pada dasarnya dikembangkan oleh militer di Amerika dan kemudian dikomersialkan oleh perusahaan di Amerika oleh Qualcomm dan dikembangkan dengan standar IS-95. Tipikal frekuensi operasi untuk IS-95 adalah 800 MHz. Versi Broadband yang baru B-CDMA, akan diterapkan untuk tiga band frekuensi :

- DCS 1800 (1,71 sampai 1,785 Ghz, dan dari 1,805 sampai 1,880 GHz)
- US-PCS (1,85 sampai 1,9 GHz dan 1,93 sampai 1,99 GHz)
- CEPT (2 sampai 2,7 GHz)

Perbedaan penting yang lain dengan narrowband CDMA didesain untuk bandwidth 1,25 MHz untuk setiap direction. Untuk B-CDMA pada umumnya menggunakan bandwidth 7 MHz, 10,5 MHz, 14 MHz dan 15 MHz.

Dengan bandwidth yang lebih lebar akan menyediakan level of fade resistance yang lebih besar, yang akan menghasilkan performansi yang lebih besar untuk output power yang sama, atau mengurangi syarat power untuk menyediakan range coverage yang sama. Selanjutnya, penambahan bandwidth sangat identik dengan penambahan kapasitas untuk mendukung layanan-layanan dengan bandwidth yang lebih tinggi dan menambah fleksibilitas untuk service gabungan. Dalam arti bahwa satu sistem broadband dapat melayani berbagai macam service secara simultan.

Gambaran dari sistem tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2 . Sevice Simultan B-CDMA

Aplikasi Broadband CDMA

Broadband CDMA sedang dikembangkan untuk empat aplikasi utama ; rural wireless local loop, urban wireless local loop, personal communications system (PCS), Global Mobile Personal Communcations by Satellite (GMPCS) dan IMT-2000, semua akan digambarkan seperti di bawah ini.

Pasar WLL

Beberapa pengamat percaya bahwa market internasional untuk WLL , secara khusus dari Asia, selama beberapa waktu akan lebih besar daripada untuk cellular atau PCS. Beberapa negara Asia, seperti India mempunyai kurang dari 1 (satu) telepon per 100 (seratus) penduduk dan rata-rata di dunia mencapai 11 atau 12 telepon per 100 penduduk. Perkiraan untuk waktu dekat bahwa di dunia akan membutuhkan sekitar 1 miliar telepon dimana setengahnya akan disuplai dari mobile telepon dengan tipe solusi WLL.

Rural WLL

Teknologi broadband CDMA secara khusus pantas untuk area yang sangat sulit atau untuk daerah yang mahal jika diterapkan jaringan kabel. Aplikasi WLL adalah sangat penting untuk negara-negara Asia karena mempunyai penetrasi yang rendah sehingga dapat sebagai pemasangan subscriber yang extra. Sekarang teknologi WLL, khususnya B-CDMA lebih murah diinstal daripada kabel tembaga. Wireless sedang menjadi pilihan teknologi yang ditetapkan pada service fixed telepon yang dikembangkan di dalam area regional Asia dan tempat lainnya.

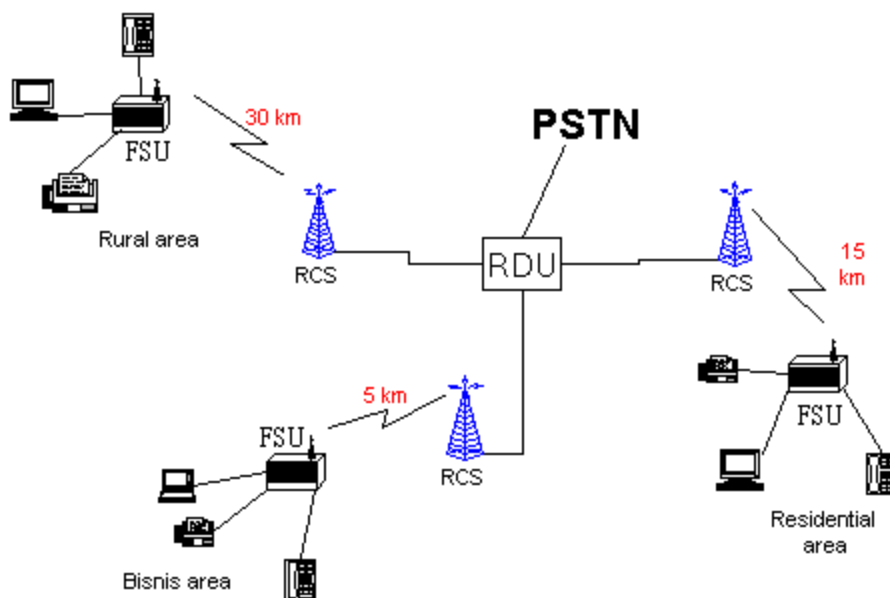
Menurut InterDigital, WLL dapat diinstal pada harga di bawah US\$ 1.000 per line, dan akan semakin menurun pada masa yang akan datang.

Urban WLL

Pada daerah urban dan suburban, WLL Broadband CDMA akan menghapuskan atau mengurangi dari pemasangan kabel yang baru.

Broadband CDMA menyediakan generasi yang akan datang untuk teknologi wireless telekomunikasi, dari basic voice melalui 2 Mbps data untuk service mobile dan fix pada residential, dan lingkungan urban. Sistem juga mampu menyediakan layanan sekualitas wireline seperti voice, fax, ISDN (2B + D) dan service leased line. Broadband CDMA juga mensupport service untuk telepon coin dan telepon smart card.

Sebagai gambaran dari arsitektur dari B-CDMA pada aplikasi WLL adalah sebagai berikut :



Gambar 3. B-CDMA pada WLL

Keterangan :

- FSU :

FSU (Fixed Subscriber Unit) diletakkan di sisi pelanggan, menyediakan line interface untuk menghubungkan telepon analog dan ISDN. Di samping itu juga

mendukung untuk aplikasi POTS dan service yang akan datang, leased line, ISDN dan software download baik outdoor maupun indoor.

- RCS :

RCS (Radio carrier Station) merupakan terminasi air interface pada access radio dan merupakan interface dengan RDU (Radio Distribution Unit) melalui link terestrial.

- RDU

RDU (Radio Distribution Unit) menghubungkan ke lokal exchange melalui interface V5.1. Satu RDU dapat dipakai sampai 4 RCS.

PCS

PCS akan menyediakan penambahan level mobility dengan service wideband. Teknologi Broadband CDMA mendukung option dengan range yang lebar dari harga yang paling murah per line dan kapasitas yang paling tinggi untuk service yang akan datang.

Broadband CDMA akan menyediakan portabel handset, mirip dengan selular tetapi availabel untuk data rate yang lebih tinggi.

Handset dengan mobilitas yang terbatas biasanya direncanakan sebagai extension untuk sistem WLL broadband CDMA.

GMPCS

Global Mobile Personal Communications by Satelite akan menghubungkan pelanggan-pelanggan anytime, anywhere di bumi lewat hubungan secara langsung lewat Low Earth Orbit (LEO) atau Intermediate Circular Orbit (ICO), tergantung dari sistem yang digunakan. Terminal dual mode dari sistem GSM dan CDMA akan dapat digunakan pada tahun 2000, dimana service-service komersial akan dimulai.

IMT 2000

IMT 2000 dikenal juga dengan istilah FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication System). Untuk aplikasi generasi ke 3 ini masih diajukan proposal kepada badan standarisasi : TIA, ETSI dan ARIB (badan standarisasi di Amerika, Eropa dan Jepang) sebagai syarat pada implentasi IMT 2000. Adapun para vendor dan jenis teknologinya ditampilkan pada tabel berikut :

Regional Standards Body	Technology	Group
TIA (TR 45.5)	IS-95 based wideband	Lucent, Motorola, Nortel,

	CDMA IS-95 based wideband CDMA IS-95 based wideband CDMA IS-95 based wideband CDMA IS-95 based wideband CDMA	QUALCOMM NHS Nokia Samsung Hitachi
ARIB	W-CDMA	NTT DoCoMo, Fujitsu, Panasonic, NEC
ETSI (SMG2)	W-CDMA W-TDMA/CDMA	Nokia, Ericsson, NEC, Panasonic, Fujitsu Siemens

Keuntungan CDMA

Sebelum dibahas keuntungan dari penggunaan broadband CDMA maka akan dibahas terlebih dahulu kelebihan metode akses CDMA dengan metode akses lainnya (TDMA dan FDMA).

Keunggulan CDMA jika diaplikasikan pada sistem selular adalah :

1. Co-exist dengan selular CDMA

Dua sistem seluler FDMA dan CDMA dapat beroperasi secara bersama-sama. Perancang selular CDMA dapat memberikan solusi dengan memperkenalkan unit bergerak dual mode FDMA/CDMA pada pelanggan.

2. Tidak membutuhkan equalizer

Bila laju transmisi lebih besar daripada 10 kbps dalam FDMA dan TDMA, sebuah equaliser dibutuhkan untuk mengurangi intersymbol interference yang dibutuhkan oleh time delay spread. Dalam CDMA hanya dibutuhkan korelator sebagai pengganti equalizer pada penerima untuk despreading sinyal spread spectrum.

3. Satu radio per site

Hanya satu radio yang dibutuhkan pada tiap sel atau pada tiap sektor.

4. Tidak membutuhkan guard time dan guard band

Guard time dibutuhkan dalam CDMA antara time slot sedangkan guard band dibutuhkan pada FDMA untuk menjaga interferensi antar kanal.

5. Tidak membutuhkan alokasi dan pengelolaan frekuensi

Pada TDMA dan FDMA, pengelolaan frekuensi merupakan tugas kritis untuk diselesaikan. Karena hanya terdapat satu kanal radio bersama pada CDMA, tidak ada pengelolaan frekuensi yang dibutuhkan.

6. Soft capacity

Kapasitas sistem CDMA ditentukan oleh interferensi diri. Dalam usaha untuk

mempunyai banyak user berkomunikasi secara simultan, interferensi cochannel memberikan batasan jumlah user yang aktif secara simultan.

7. Soft handoff

Soft handoff dapat dilakukan dalam CDMA karena setiap sel menggunakan frekuensi yang sama.

8. Proteksi dari penyadapan dan jamming.

Anti sadap dan jamming secara inheren terdapat dalam sistem komunikasi spread spektrum.

Keuntungan utama dari solusi Broadband CDMA adalah fleksibilitas. Sistem CDMA menyediakan untuk aplikasi komunikasi pada skala besar dan kecil dengan cost efektif yang diperhitungkan. Untuk bisnis selanjutnya dapat menyediakan service voice dan ISDN data, seperti fax, email dan high speed internet access. Ketika sistem Broadband CDMA dapat ditambah dengan mudah dan cepat ke jaringan existing tanpa delay dan gangguan daripada instalasi kabel telepon. Koneksi ke jaringan LAN untuk email dan sharing resources seperti printer dan mesin fax dapat dikonfigurasi dengan mudah.

Sistem Broadband CDMA dapat memungkinkan operator untuk menawarkan service yang baru seperti ISDN (144 kbps), leased line dan bandwidth on demand (2 Mbps).

Broadband sangat mengurangi efek yang menyebabkan multipath fading, terutama pada kondisi yang sebenarnya, menyebarkan range dari 7 sampai 30 MHz. Dengan bertambahnya bandwidth dapat mengurangi fade margin yang diharuskan sampai 3 dB jika diterapkan pada sistem narrowband. Cell station yang baru dan reuse frekuensi pada sistem CDMA dapat ditambahkan tanpa harus memodifikasi parameter-parameter cell yang lain. Dengan penyediaan bandwidth yang lebih besar oleh Broadband CDMA akan mengijinkan lebih dari pemakai per channel, tetapi lebih sedikit cell per geographic area. Dengan demikian akan lebih simpel prosedur manajemen network.

Cell-cell pada Broadband CDMA dapat dengan mudah diaplikasikan di daerah urban, suburban atau rural dimana kepadatan pelanggan berbeda. Broadband CDMA menggunakan teknik pengkodean suara seperti pada jaringan publik (32 ADPCM dan 64 PCM)

Kemungkinan B-CDMA di Indonesia

Jika dipakai sebagai sistem selular maka B-CDMA sudah memasuki generasi ke tiga pada aplikasi IMT 2000 (International mobile telecommunications system). Teknologi ini akan memasuki pasar pada tahun 2000.

Sistem ini berbeda dengan sistem CDMA pita sempit (narrow band) dan sedang dikembangkan di Indonesia oleh PT Komselindo yang kini sebagai operator AMPS (Advance Mobile Phone System). Ia juga berbeda dengan D-AMPS (Digital-AMPS) yang distandarkan pada IS-136. Tetapi DAMPS atau GSM akan dengan mudah migrasi ke B-CDMA.

CDMA pita lebar sedang dicoba pada frekuensi 2 GHz, ia bisa menyediakan layanan internet yang di PT TELKOM disebut dengan PASOPATI dan multimedia .

Percobaan-percobaan yang sudah dilakukan, antara lain oleh NTT DoCoMo dari Jepang yang akan segera menerapkan teknologi W-CDMA (Wideband code division multiple access) pada tahun 2000 di gelombang 5 MHz. W-CDMA merupakan sebutan untuk B-CDMA di Jepang.

Yang menjadi pesaing utama dari B-CDMA adalah teknologi TD-CDMA (Time Division-Code Division Multiple Access. Jika TDMA membagi-bagi frekuensi secara vertikal, sementara CDMA membaginya secara horisontal, maka TD-CDMA lebih hemat lagi sebab dapat memotong-motong frekuensi lebih kecil lagi.

Pada pertemuan penyelenggara seluler dan administrator se-Asia Pasifik di forum Asia Pacific Interest Group (APIG), GSM MoU ketujuh belum sepakat terhadap pilihan Wide Band atau Broadband CDMA yang akan menjadi trend teknologi seluler GSM generasi ke tiga pada abad 21 mendatang. Kendati begitu Indonesia merekomendasi WB-CDMA sebagai pilihan ketimbang TD-CDMA yang dianggap futuristic. Apalagi Jepang melalui NTT DoCoMo turut terlibat bersama Ericsson dan Nokia dalam pengembangan sistem WB-CDMA.

Generasi ketiga berupa CDMA pita lebar bukan merupakan generasi seluler yang terakhir. Generasi berikut akan muncul pada dasawarsa pertama abad 21, yang akan lebih canggih dalam menyediakan layanan, dibanding generasi sebelumnya. Yang jelas siklus tiap generasi semakin pendek yang selain menguntungkan pengguna seluler sekaligus juga merugikannya. Keuntungannya, pelanggan bisa mendapatkan apa saja layanan yang diinginkannya, tetapi ruginya barang yang digunakan akan berusia pendek. Kerugiannya lagi jika frekuensi dan operator yang ditunjuk berbeda dengan yang sebelumnya. □

Oleh : Gunadi Dwi Hantoro

Penulis adalah alumnus STTTELKOM, dan bergabung dengan DivRIS TI bidang ANW lab. Jarlokar sejak tahun 1996. Aktivitas saat ini diantaranya adalah memutakhirkan spek teknis WLL.

Artikel lain:

- [PCS dari Teknologi PHS](#)
- [Skenario Penggelaran PON Suatu Pengantar Desain Jaringan Lokal Akses Fiber](#)

WIDEBAND CDMA

Teknologi Wireless Generasi ke-3

Umum

Pada awal abad 21 teknologi komunikasi wireless sudah memasuki generasi ke tiga. Dimana teknologi komunikasi saat tersebut harus memenuhi persyaratan diantaranya service yang bersifat global dan portabel, mendukung untuk layanan pita lebar (multimedia) baik untuk mobile maupun WLL (Wireless Local Loop), Wireless BOD (Bandwidth on Demand) sampai rate 2 Mbps, interworking dengan sistem eksisting, performansi yang cukup baik terhadap problema propagasi (multi environment) dan harus memiliki efisiensi spektrum yang tinggi.

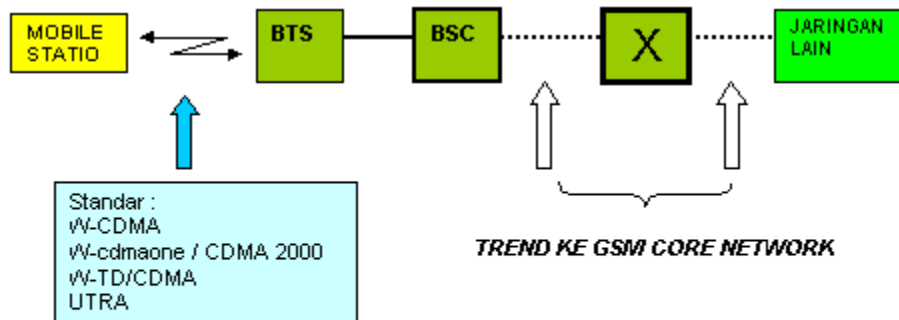
Menurut standar baik dari Eropa, Jepang maupun USA maka teknologi di atas dikenal dengan istilah IMT-2000 atau UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Di sisi *air interfacenya* teknologi akses yang dipakai bisa berupa : W-CDMA, TD-CDMA atau Wideband cdmaone tergantung dari kebijaksanaan negara masing-masing.

Untuk lebih jelasnya dapat digambarkan sebagai berikut :

Keterangan :

BTS : Base Transceiver Station

BSC : Base Station Controller



Keterangan :

BTS : Base Transceiver Station

BSC : Base Station Controller

Gambar 1. Air interface Sistem Generasi 3

Gambar 1. Air interface Sistem Generasi 3

Khusus yang akan dibahas pada tulisan ini adalah W-CDMA. Adapun pertimbangan yang diambil penulis adalah karena terdapat kecenderungan untuk memakai W-CDMA baik di Jepang, Eropa atau Amerika. Di samping itu kemungkinan besar Indonesia juga akan mengadopsi teknologi W-CDMA untuk generasi ke-3nya.

Roadmap Menuju W-CDMA

Kebutuhan akses informasi yang cepat akan terus berkembang. Hal tersebut dipengaruhi dengan adanya kebutuhan fleksibilitas dan produktifitas yang lebih tinggi dan kebutuhan mengurangi "dead" time.

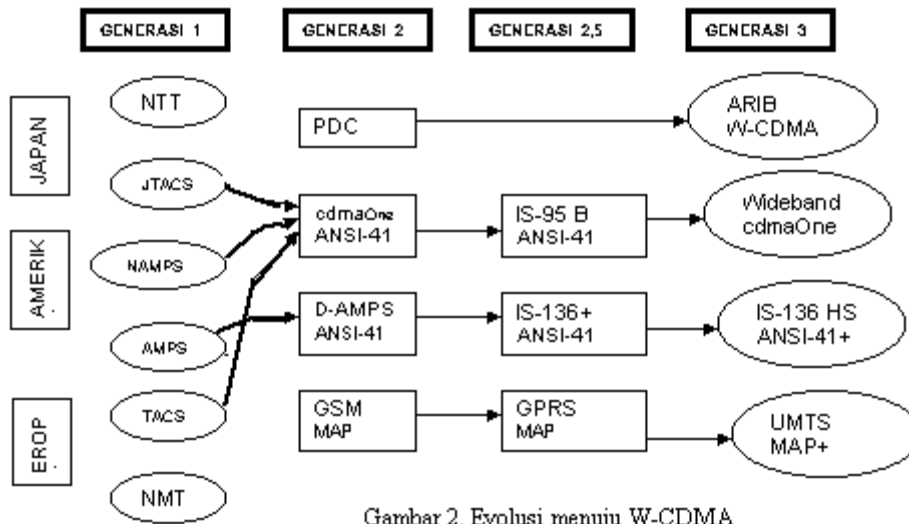
Kebutuhan-kebutuhan tersebut setidaknya lebih akan terpenuhi dengan munculnya sistem komunikasi generasi ke-3. Hal ini dapat kita lihat karena dengan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi untuk memasuki ke generasi tersebut.

Persyaratan yang dimaksud dapat diterangkan seperti di bawah ini :

- Layanan-layanan komunikasi dengan data rate yang tinggi dan transmisi data asimetrik
- Mendukung untuk service baik packet maupun circuit switched, seperti Internet (IP) trafik dan video conference
- Mekanisme charging yang baru, data volume vs time
- Kapasitas jaringan yang lebih besar dengan efisiensi spektrum
- Mendukung untuk koneksi yang besar dan simultan, contoh user dapat mengebrowse Internet dan menerima fax atau panggilan telpon
- Mempunyai kapabilitas *interworking* dengan sistem eksisting
- Portabilitas layanan secara global

Sebelum menuju ke generasi di atas maka telah ada generasi sebelumnya yaitu generasi ke-1 dan generasi ke-2. Generasi ke-1 ditandai dengan teknologi analog sedangkan teknologi ke-2 yang ditandai dengan teknologi digital dengan kecepatan rendah.

Perkembangan menuju sistem komunikasi wireless generasi ke-3 (UMTS/IMT-2000) dapat diterangkan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. Evolusi menuju W-CDMA

Telepon mobile yang akan datang sekarang sedang dirumuskan oleh badan standarisasi global oleh authorities dan industri. Di Eropa ETSI sedang bekerja untuk UMTS yang akan menjadi International Telecommunication Unit (IMT-2000). W-CDMA adalah salah satu kandidat utama untuk standar UMTS atau IMT-2000.

Teknologi Wideband CDMA

Standar teknologi CDMA, dilihat dari spread signalnya relative lebih besar dari teknologi selular lainnya, pengurangan problem propagasi (multipath dan fading). Dikenal dua standar untuk aplikasi dengan metode akses CDMA. Standar yang dimaksud adalah IS-95 dan proprietary.

Wideband CDMA mengambil konsep ini lebih lanjut oleh pengurangan multipath-fading, penawaran kapasitas dalam tiap cell dan kualitas suara yang lebih baik. Bandwidth yang luas juga membuat mungkin features ke depan termasuk ISDN dan bandwidth on demand. Bandwidth yang ditawarkan bersifat variatif dari mulai 1,26 MHz, 5 MHz, 10 MHz bahkan sampai 20 MHz. Wideband CDMA dengan wireless mempunyai potensi untuk menyediakan "transparan" local loop dengan fungsi penuh seperti wireline.

Wideband CDMA sebagai WLL didesain untuk menyediakan layanan fixed dan mobile yang dikoneksikan dengan PSTN dari layanan POTS (Plain Old Telephone Service) ke features-features selanjutnya seperti ISDN dan bandwidth on demand. Service-service akan termasuk voice, high speed fax, data dan multimedia, termasuk juga video. Teknologi ini memungkinkan aplikasi ISDN ke desktop fixed wireless dan mobile wireless.

Peluncuran layanan-layanan wideband multimedia akan menambah performansi dibanding dengan standar wireless yang ada sekarang. W-CDMA sangat mendukung baik untuk komunikasi packet dan circuit switched seperti browsing Internet.

Dari awalnya, W-CDMA didesain untuk layanan data kecepatan tinggi seperti internet base packet data menawarkan sampai 2 Mbps dalam lingkungan kantor dan sampai 384 Kbps di outdoor atau lingkungan yang bergerak.

Secara rinci hubungan antara besarnya carrier spacing dengan dengan bit rate maksimum yang dapat dicapai adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hubungan carrier spacing dan bit rate

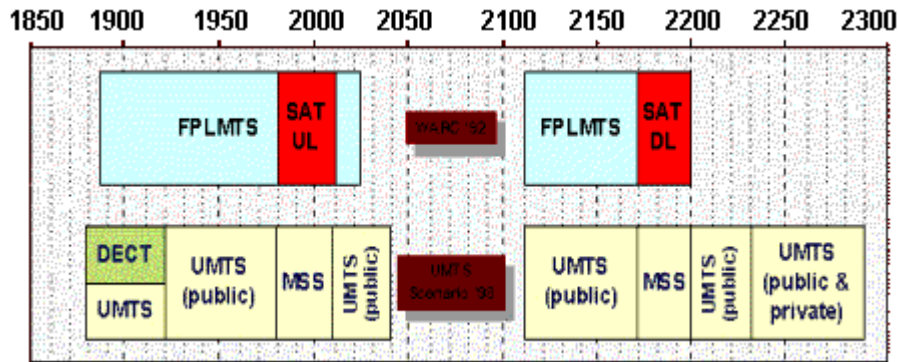
CARRIER SPACING (MHz)	MAKSIMUM BIT RATE
1,26	13 kbps (~ 64 kbps)
5	64 kbps ~ 384 kbps
20	266 kbps ~ 2 Mbps

spesifikasi dari W-CDMA dapat dilihat seperti tabel di bawah ini :

Sedangkan Tabel 2. Spesifikasi Teknis W-CDMA

TYPE SPESIFIKASI	JENIS / NILAI
Radio Access	<i>DS-SSMA / FDD</i>
Carrier spacing	<i>1,26 / 5 / 10 / 20 MHz</i>
Chip rate	<i>4,096 Mcps (1,024 / 8,192 / 16,384 Mcps)</i>
Modulation	<i>Data-QPSK, Spreading – QPSK</i>
Detection (Reverse & Forward link)	<i>Pilot Symbol Aided Coherent RAKE</i>
TCH rate	Sampai 384 kbps (sampai 2 Mbps)
Variable rate TCH	<i>Variable Spreading Factor Multi code Transmission for High rate TCH</i>
Frame length	<i>10 ms</i>
Voice codec	<i>G.729 CS-ACELP</i>
Inter BS Synchronous	<i>Asynchronous</i>
Signaling Protocol	<i>Layered Protocol Multiple Protocol Control Entities B-ISDN based Call Control</i>
Services	<i>Voice, Packet data Unrestricted information transmission</i>

Spektrum yang baru telah dialokasikan pada band frekuensi 2 GHz untuk sistem komunikasi wireless generasi ke-3. Sebagai gambaran spektrum frekuensi yang rencananya akan diperuntukkan di Eropa dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3. Rencana band UMTS di Eropa

Keuntungan W-CDMA

Konsep W-CDMA yang baru beroperasi dengan besar kanal radio 5MHz adalah sedang dikembangkan dengan menggunakan potensi keuntungan dari CDMA. Sistem yang baru ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan sistem narrowband CDMA generasi ke-2 sekarang.

Fitur teknologi W-CDMA adalah sbb:

- Kapasitas lebih tinggi dan penambahan coverage : sampai 8 kali lebih tinggi trafik per carrier dibandingkan dengan carrier narrowband CDMA
- Variabel dan kecepatan data yang tinggi, sampai 384 kbit/s pada wide area dan 2 Mbit/s pada lokal area
- Service packet dan circuit switched
- Layanan multiple simultan pada tiap mobile terminal
- Mendukung untuk Hierarchical Cell Structures (HCS) pada metode handoff yang baru diantara carrier CDMA

Fitur-fitur di atas dapat dijelaskan seperti berikut :

- Menambah kapasitas dan coverage

Ada beberapa faktor yang menambah kapasitas dan coverage:

- Sistem W-CDMA menggunakan 4 kali channel lebih besar dibanding dengan channel narrowband CDMA, kapasitas bertambah 4 kalinya. Dengan bandwidth lebih lebar memperbaiki efek frekuensi diversity dan oleh karena itu mengurangi efek fading
- Demodulasi koheren pada uplink memperbaiki coverage

W-CDMA menggunakan demodulasi pada uplink. Hal itu akan memberi 2-3 dB gain demodulasi dan memperbaiki coverage.

- Memperbaiki power control

Pengurangan efek fading pada channel yang besar, akurasi power kontrol akan diperbaiki. Power kontrol pada up dan link, yang melawan efek fading dan mengurangi rata-rata level power, akan menambah kapasitas.

- W-CDMA, variabel dan high speed data rates

Air interface W-CDMA mendukung baik untuk low maupun high bit rates. Kecepatan samapai 384 Kbit/s untuk full mobility dan 2 Mbit/s untuk lokal area. Mendukung kepada pemakai untuk komunikasi yang berbagai macam dari voice sampai multimedia.

Variabel data rates dapat dicapai dengan penggunaan variabel orthogonal spreading codes dan adaptasi dari output power.

- W-CDMA menawarkan layanan untuk packet dan circuit swithed

Layanan berbentuk packet menawarkan kemungkinan selalu "*on-line*" dengan aplikasi host tanpa menduduki kanal secara *dedicated*. Service packet memungkinkan pemakai membayar hanya jumlah data yang ditransmisikan dan bukan waktu koneksinya.

Paket data service adalah penting untuk membangun aplikasi yang cost efektif untuk remote LAN dan wireless internet akses.

Layanan high speed circuit switched dibutuhkan untuk aplikasi komunikasi real time seperti video conference.

- W-CDMA mendukung layanan secara multiple simultan

Tiap terminal W-CDMA dapat menggunakan beberapa layanan secara simultan. Bagi pemakai akan mempercepat hubungan ke corporate LAN dan pada waktu yang sama dapat menerima Voice call, yang berarti tidak ada nada sibuk ketika line diduduki untuk data call.

- Kelebihan lain adalah :

- Mendukung untuk *Adaptive Antenna Arrays* (AAA)

Teknik ini adalah untuk mengoptimalkan antena *pattern* pada *mobile station*. Hal ini akan memungkinkan penggunaan spektrum yang efektif dan akan menambah jumlah kapasitas.

- o Tidak memerlukan GPS untuk sinkronisasi di sisi base stations

W-CDMA mempunyai internal sistem untuk sinkronisasi pada base station, sehingga tidak membutuhkan eksternal sinkronisasi seperti GPS (*Global Positioning System*).

Hal ini mempunyai masalah jika implementasi *base station* dilakukan pada daerah rawan coverage satelit GPS seperti shopping center atau di subways suatu gedung.

- o Mendukung untuk *Hierarchical Cell Structures* (HCS)

W-CDMA mendukung HCS dengan memperkenalkan metode handoff diantara carrier CDMA yang diberi nama Mobile Assisted Inter-Frequency Hand-off (MAIFHO)

- o Mendukung untuk deteksi multi user.

Deteksi multi user akan membatasi interferensi pada suatu cell dan memperbaiki kapasitas.

Kemungkinan di Indonesia

Penggunaan seluler W-CDMA sudah memasuki generasi ke tiga atau dikenal IMT 2000 (International mobile telecommunications system). Teknologi ini akan memasuki pasar sekitar tahun 2000.

Sistem ini berbeda dengan sistem CDMA pita sempit (narrow band) dan sedang dikembangkan di Indonesia oleh PT Komselindo yang kini sebagai operator AMPS (Advance Mobile Phone System). Ia juga berbeda dengan D-AMPS (Digital-AMPS) yang distandarkan pada IS-136. Tetapi DAMPS atau GSM akan dengan mudah migrasi ke W-CDMA.

CDMA pita lebar sedang dicoba pada frekuensi 2 GHz, ia bisa menyediakan layanan internet yang di PT TELKOM disebut dengan PASOPATI dan multimedia .

Percobaan-percobaan yang sudah dilakukan, antara lain oleh NTT DoCoMo dari Jepang yang akan segera menerapkan teknologi W-CDMA (Wideband code division multiple access) pada tahun 2000 di gelombang 5 MHz.

Yang menjadi pesaing utama dari W-CDMA adalah teknologi TD-CDMA (Time Division-Code Division Multiple Access atau CDMA2000).

Pada pertemuan penyelenggara seluler dan administrator se-Asia Pasifik di forum Asia Pacific Interest Group (APIG), GSM MoU ketujuh belum sepakat terhadap pilihan Wide Band atau Broadband CDMA yang akan menjadi trend teknologi seluler GSM generasi ke tiga pada abad 21 mendatang. Kendati begitu Indonesia merekomendasi W-CDMA sebagai pilihan ketimbang

TD-CDMA yang dianggap futuristic. Jepang melalui NTT DoCoMo turut terlibat bersama Ericsson dan Nokia dalam pengembangan sistem W-CDMA.

Khusus untuk Indonesia yang telah memiliki berbagai infrastruktur seluler seperti AMPS, NMT, DECT, PHS, GSM dan CDMA perlu berhati-hati dalam menyikapi teknologi baru ini. Adapun kemungkinan / skenarionya dapat sebagai berikut :

Menggunakan evolusi dari jaringan eksisting, cirinya :

- Mengembangkan dari sistem seluler generasi ke dua eksisting
- Sama operator
- Penggunaan band frekuensi yang sama
- Menyediakan service mobile multimedia sampai 384 Kbps
- Kapasitas seluler sedang mengalami pertumbuhan

Mengadap langsung terhadap teknologi W-CDMA, cirinya

- Penggunaan spektrum yang baru (IMT-2000 spektrum)
- Standar global
- Partabilitas secara global
- Kemungkinan operator lama atau baru

Dari kedua skenario di atas perlu diperhatikan berbagai aspek diantaranya adalah pembagian frekuensi. Karena jika kurang berhati-hati maka peluncuran IMT-2000 dapat merupakan bumerang baik dari segi performansinya maupun terhadap operator eksisting.

Generasi ketiga berupa CDMA pita lebar yang dibahas di atas bukan merupakan generasi seluler yang terakhir. Generasi berikut akan muncul pada dasawarsa pertama abad 21, yang akan lebih canggih dalam menyediakan layanan, dibanding generasi sebelumnya. Yang jelas siklus tiap generasi semakin pendek yang selain menguntungkan pengguna seluler sekaligus juga merugikannya. Keuntungannya, pelanggan bisa mendapatkan apa saja layanan yang diinginkannya, tetapi ruginya barang yang digunakan akan berusia pendek. Kerugiannya lagi jika frekuensi dan operator yang ditunjuk berbeda dengan yang sebelumnya