

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Kebutuhan atas layanan telekomunikasi di Indonesia masih sangat besar sedangkan pembangunan infrastruktur telekomunikasi telah dilakukan dengan berbagai cara dan teknologi. Adanya teknologi wireless seperti halnya GSM dan CDMA 2000-1x telah membantu meningkatkan jumlah pengguna layanan telekomunikasi di Indonesia. Kebutuhan akan layanan komunikasi data juga meningkat baik jumlah maupun kualitasnya. Menjawab tantangan ini seluruh teknologi *wireless* telah berupaya memberikan layanan terbaiknya misalnya GPRS, WiFi dan juga CDMA 2000-1x. Bahkan Indonesia telah memiliki layanan 3G yang termasuk didalamnya CDMA 2000-1x EV-DO(*broadband wireless*) guna menjawab kebutuhan layanan data kecepatan tinggi tersebut.

### **1.2. TUJUAN DAN MANFAAT**

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah melakukan pengamatan pada berbagai variable yang mempengaruhi C/I dan RSSI sehingga keduanya membentuk suatu performansi sistem CDMA 2000-1x EV-DO. Analisa ini meliputi pengaruh jauh dekatnya ANTS terhadap kecepatan akses data dan proses pengolahan sinyal oleh network CDMA 2000-1x EV-DO. Analisa selain mengacu pada studi literatur juga menyimpulkan dari hasil pengukuran yang merupakan suatu simulasi. Manfaat yang dapat diperoleh dengan proses analisa ini yaitu mengetahui aplikasi dari teknologi ini serta dapat memilih tempat dan waktu akses data yang terbaik agar

menghasilkan kualitas *uplink* dan *downlink* yang maksimal. Manfaat lain yaitu kita dapat membedakan antara teknologi CDMA 2000-1x EV-DO dengan teknologi lain.

### **1.3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### 1. Metode studi literatur

Metode studi literatur ini digunakan untuk memperoleh dukungan teoritis dan teknis yang berhubungan dengan proses yang akan dianalisa.

#### 2. Metode pengukuran

### **1.4. BATASAN MASALAH**

- 1) Pengukuran nilai C/I dan RSSI pada sistem CDMA 2000-1x EV-DO serta kaitannya dengan performansi yang dihasilkannya.
- 2) Menelusuri variable yang mempengaruhi C/I dan RSSI dengan metode *experiment*
- 3) Analisa dari simulasi/percobaan di lapangan dan dijelaskan dengan teori

### **1.5. SISTEMATIKA PENULISAN**

Pembahasan laporan ini secara sistematis sehingga mempermudah pemahaman materi. Secara garis besar sistematika pembahasannya sebagai berikut :

#### Bab. I : Pendahuluan

Pendahuluan berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, metodologi penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### Bab II. : Dasar Teori

Dasar teori dibahas secara umum tentang dasar-dasar teori teknologi CDMA.

#### Bab III.: Konsep sistem CDMA 2000-1x EV-DO

Teknik-teknik yang mendukung performance sistem CDMA EV-DO yang dapat dilihat pada hasil ujicoba. Menyebutkan sifat khas sistem CDMA 2000-1x EV-DO.

Bab IV: Hasil ujicoba atau pengukuran variable C/I dan RSSI pada sistem CDMA 2000-1x EV-DO

Bab V : Penutup

Bab ini merupakan penutup dari laporan Tugas Akhir yang berisi tentang kesimpulan.

## **BAB II**

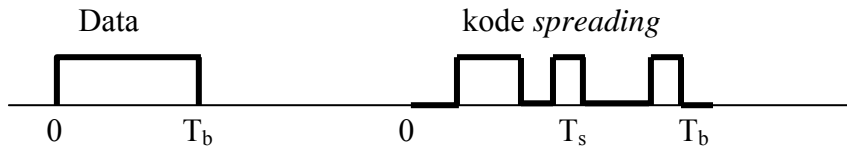
### **LANDASAN TEORI**

Akhir tahun 2006, terdapat beberapa operator CDMA yang telah *launching* layanan CDMA 2000-1x EV-DO di beberapa kota di Indonesia. Pelanggan yang berada di Jakarta dan sekitarnya, kini juga telah dapat menikmati akses CDMA EV-DO *volume base* dengan kecepatan rata-rata 500 Kbps (kecepatan maksimal 2,4 Mbps). Oleh karena itu penulis ingin lebih mensosialisasikan perkembangan CDMA 2000-1x EV-DO lebih lanjut dengan menganalisa *variable* yang mempengaruhi kualitas sinyalnya. Dengan kecepatan yang fantastis, *mobile* dan *wireless broadband* ini telah mampu memenuhi kebutuhan masyarakat masa kini bahkan memenuhi selera dunia *entertainment*. CDMA 2000-1x EV-DO khususnya yang dikelola oleh operator CDMA PT Mobile-8 Telecom yang saat ini mengoperasikan sistem EV-DO untuk area Jabodetabek, beberapa titik di Bandung, Surabaya dan Yogyakarta. Operator ini telah menghadirkan berbagai aplikasi canggih seperti *mobile internet* kecepatan tinggi, *video streaming*, *traffic monitoring* dan masih banyak lagi yang melebihi kemampuan GSM 2G.

Sistem CDMA 2000-1x EV-DO adalah salah satu sistem jaringan komunikasi yang berbasis CDMA pada 3G. Sistem CDMA 2000-1x EV-DO merupakan fase kedua dari perkembangan CDMA 2000-1x yang menawarkan kompatibilitas yang lengkap sebagaimana dimiliki CDMA 2000.

## 2. 1. PRINSIP DASAR CDMA

Prinsip dasar metode CDMA diperlihatkan pada gambar 2.1 yang menunjukkan fungsi waktu dari suatu data hasil *sampling* (data digital). Fungsi data ini kemudian dikalikan dengan suatu barisan kode tertentu (kode *sequence*).

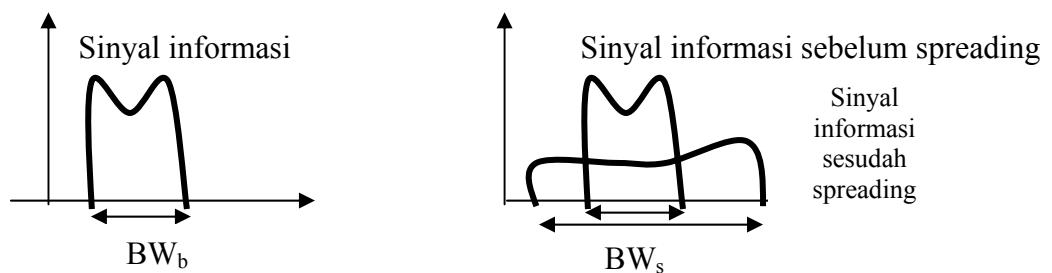


Gambar 2.1 Fungsi waktu dari data *sampling*

Sinyal data yang tadinya memiliki lebar bit  $T_b$  (misalnya dari hasil *sampling*) setelah proses *spreading* ini memiliki beberapa chip dengan lebar  $T_s$  yang mana perbandingan kedua waktu ini adalah faktor *spreading*.

$$SF = \frac{T_b}{T_s} = \frac{BW_s}{BW_b} \dots\dots\dots(2.1)$$

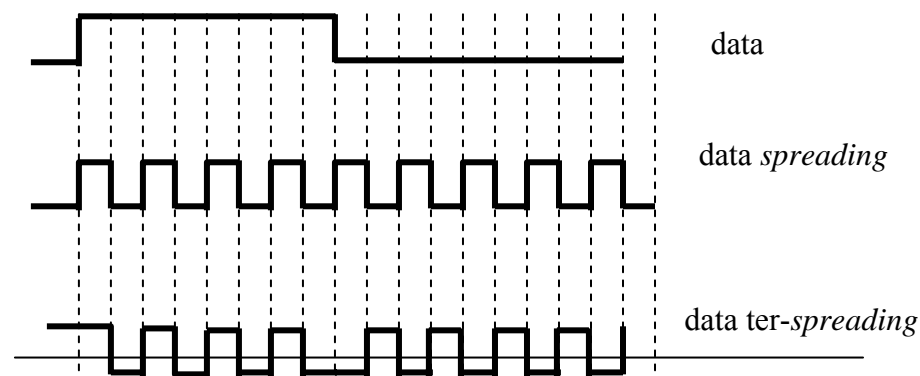
Sinyal yang ter-*spreading* ini memiliki rate yang jauh lebih besar dari sinyal data sebelumnya (karena terjadi perubahan yang lebih sering dalam tenggang waktu yang sama) sehingga secara spektral sinyal ini juga memiliki lebar yang lebih besar, yang pembesarannya sesuai dengan faktor *spreading* diatas (gambar 2.1).



Gambar 2.2 Sinyal informasi yang melalui proses *spreading*

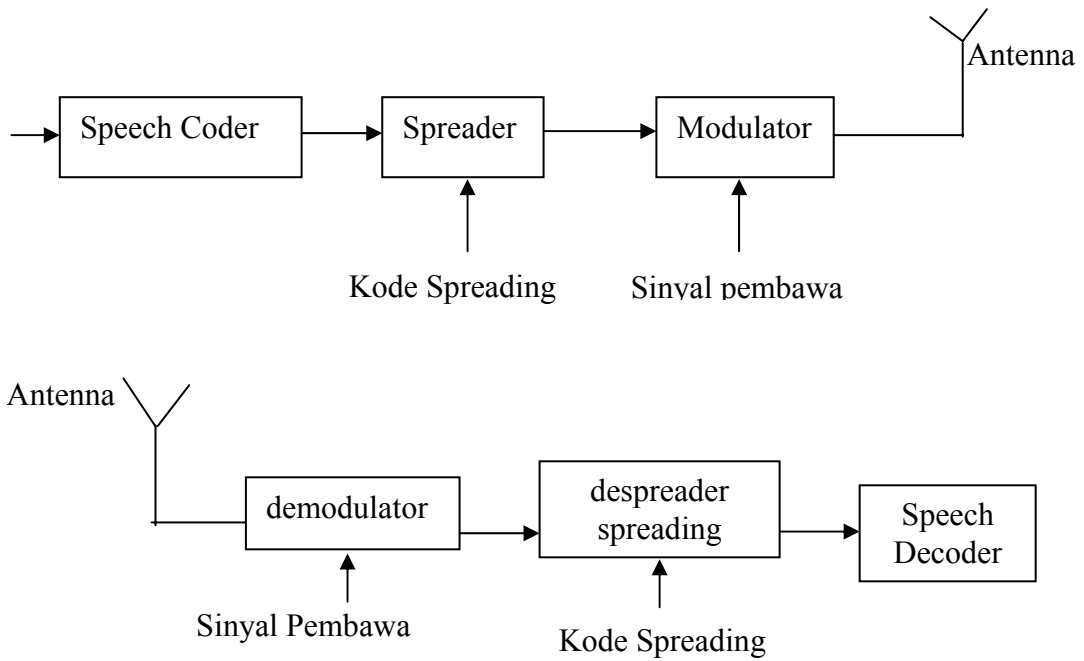
Misalnya sebuah sinyal audio digital yang dihasilkan dari sebuah *speech coder* (ADC) mempunyai bit rate 16 Kbps, jika faktor *spreading* sebesar 64 (jadi setiap bit dari *speech coder* akan di-*spread* menjadi 64 bit), maka data rate dari sinyal tadi

setelah proses *spreading* adalah  $16 \text{ Kbps} \times 64 = 1024 \text{ Kbps}$ . Jadi sinyal yang dikirimkan ini akan mengambil spektrum frekuensi yang 64 kali lebih besar dari yang dibutuhkan dengan FDMA. Gambar 2.3 menunjukkan proses *spreading* sebuah data, bit 1 dan 0 dengan  $SF = 8$ , yang mana kode *pe-spreading* yang digunakan 1-11-11-11-1. Data setelah *spreading* (data *ter-spreading*) mempunyai bentuk sama seperti bentuk kode *spreading* untuk bit 1, dan invers dari kode *spreading* itu jika bit 0.



Gambar 2.3 Proses *spreading* sebuah data

Pada gambar 2.4 dapat dilihat proses *spreading* di sebuah pemancar. Proses *spreading* adalah proses modulasi dari suatu sinyal data dengan sinyal pembawa yang berbentuk pola kode-kode tertentu. Proses *de-spreading* adalah proses demodulasi, yaitu perkalian  $n$  data yang datang dengan sinyal berkarakter sama yang digunakan pada proses *spreading* (kode *sequence*). Dengan perkalian ini akan didapatkan kembali data audio digital aslinya, bahkan dengan sebuah faktor penguatan sebesar faktor *spreading* dalam contoh diatas(yaitu 8) atau sekitar 18,1 dB. (lihat gambar 2.2)

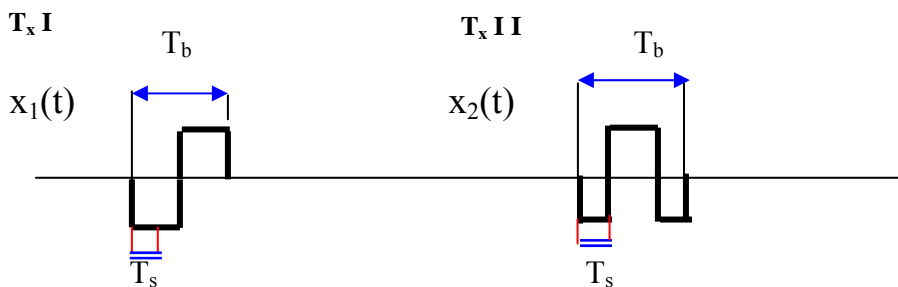


Gambar 2.4 Proses *spreading de-spreading*

Dalam CDMA, setiap pengguna boleh memakai frekuensi yang sama pada waktu yang sama. Agar tidak terjadi interferensi pengguna yang berbeda harus memakai kode *spreading* yang berbeda. Dua buah sinyal akan saling *independent* (sehingga tidak terjadi interferensi) jika keduanya saling orthogonal.

$$\int x_i(t)x_j(t)dt = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0 & \text{jika } i \neq j \end{cases} \dots\dots\dots(2.2)$$

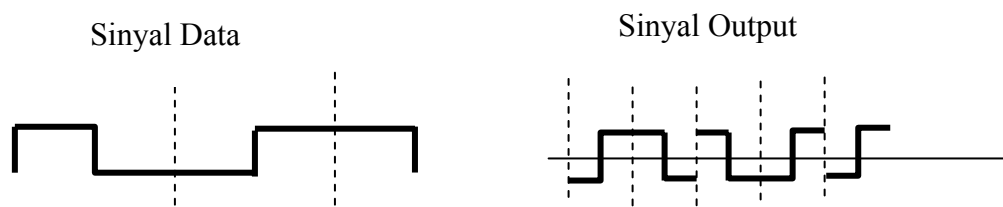
Misalnya dengan menggunakan sinyal digital untuk  $x_i(t)$  dan  $x_j(t)$ , sinyal-sinyal diilustrasikan pada gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2.5 Sinyal yang saling orthogonal

Jadi  $x_1(t) = (-1 -1 1 1)$  dan  $x_2(t) = (-1 1 1 -1)$ . Kedua bentuk sinyal ini saling orthogonal karena  $(-1).(-1)+(-1).(1)+(1).(1)+(1).(-1)=0$ . Misalkan data yang dikirimkan oleh dua

buah pemancar  $x_1$  dan  $x_2$  adalah 1 0 0 1 1, dengan menggunakan kode-kode *spreading* seperti di atas (yaitu  $x_1=0011$  dan  $x_2=0110$ ). Jika suatu receiver hanya ingin berkomunikasi dengan pemancar 1, maka :



Gambar 2.6 Sinyal data yang dikalikan dengan kode *spreading*

## 2.2 BEBERAPA PERBANDINGAN CDMA DAN TDMA

- 1) **Suara digital CDMA lebih jernih**
- 2) **Kapasitas**

Pengamatan secara teoritis tentang kapasitas CDMA menghasilkan suatu formula matematika yang sangat kompleks. CDMA memiliki kapasitas 30% lebih banyak daripada TDMA. Tidak menutup kemungkinan di masa yang akan datang, kapasitas ini akan bertambah besar. Untuk satu channel CDMA 2000-1x, kapasitasnya 8 kali kapasitas AMPS dan 4 kali kapasitas GSM sehingga investasi operator jauh lebih rendah. Pada CDMA One, kapasitas suara yang dihitung dalam erlang per sektor di ANTS (*Access Node Transceiver Station*) mencapai 52,5 erlang, pada GSM hanya 13,2 sampai 32,8 erlang. Pada CDMA 2000-1x, kapasitas per sektor antara 92,8-133,9 erlang. CDMA 2000-1x sudah sebanding dengan GSM generasi ketiga karena mampu mengirim data dengan kecepatan sampai 153,6 Kbps, sedangkan GSM maksimal hanya 64 Kbps. Bahkan, pada CDMA 2000-1x EV-DO (*Evolution Data Optimized*) mempunyai kapasitas 2,4 Mbps meskipun dalam praktek yang dicoba oleh Mobile-8, kecepatan yang dicapai sekitar 300-900 Kbps.



### 3) **Jangkauan (*Coverage Area*)**

Dalam kondisi parameter pemancar(yang terdiri dari daya pancar dan antenna) serta sensitivitas receiver yang sama, CDMA mempunyai jangkauan yang lebih jauh dibandingkan TDMA. Untuk CDMA frekuensi 1900 MHz, jangkauan ANTS mencapai 2 Km sedangkan CDMA 800 MHz memiliki jangkauan 5-6 Km.

### 4) **Sektorisasi**

Dengan melakukan sektorisasi pada sel, setiap sel dibagi menjadi sektor berbentuk juring-juring sehingga kapasitas sistem CDMA akan diperbesar dengan faktor 2 sampai 3. Tiap sektor BTS GSM dapat digunakan oleh 20-43 pelanggan bersamaan, tiap sector pada ANTS CDMA One dapat digunakan oleh 63 pelanggan dan pada CDMA 2000-1x dapat digunakan oleh lebih banyak pelanggan, yaitu antara 105-147 pelanggan.

### 5) **Perencanaan frekuensi**

CDMA tidak memerlukan frekuensi, karena setiap band frekuensi selalu bisa dipergunakan di setiap sel. CDMA hanya memerlukan kode-kode yang bisa meminimalkan efek interferensi antara pengguna-pengguna yang memakai frekuensi yang sama. Kemungkinan *drop call* yang lebih sedikit daripada GSM karena semua frekuensi CDMA yang besarnya 1,25 MHz disebarkan sekaligus oleh tiap ANTSnya(*spread spectrum*), tidak dipecah-pecah dalam frekuensi kecil-kecil seperti pada GSM karena bandwidth frekuensi yang sempit ini digunakan lagi pada BTS yang lain(*reuse*). Dengan kelebihan ini, CDMA dikenal sebagai seluler yang dapat berpindah ANTS secara halus (*soft handsoff*). GSM membagi frekuensi menjadi masing-masing 20 KHz dan tiap BTS yang bertetangga memancarkan frekuensi yang berbeda. Frekuensi yang

digunakan suatu BTS akan digunakan lagi(*reuse*) oleh BTS lain yang jauh agar kapasitasnya dapat ditingkatkan.

**6) Resiko**

Sistem komunikasi TDMA telah banyak digunakan dan sukses. Pengembangan CDMA yang terus menerus menimbulkan resiko yang semakin meningkat, misalnya keterlambatan pengiriman peralatan sehingga sistem yang dibangun tidak memberikan kapasitas yang diharapkan. Seiring dengan waktu, dengan diperlihatkannya kesuksesan yang dicapai dalam fasa studi dan test, resiko ini secara perlahan terus berkurang dan kepercayaan terhadap teknik CDMA menjadi bertambah.

**7) Pembiayaan**

Peralatan yang menggunakan sistem CDMA membutuhkan pembiayaan yang lebih besar dibandingkan dengan sistem TDMA. Tetapi karena CDMA memiliki kapasitas sistem yang lebih besar maka dibutuhkan lebih sedikit *Base Station* sehingga pembiayaan sistem secara keseluruhan juga terkompensasi. Sejauh mana kompensasi ini akan menguntungkan tergantung dari dimana sistem ini akan dibangun.

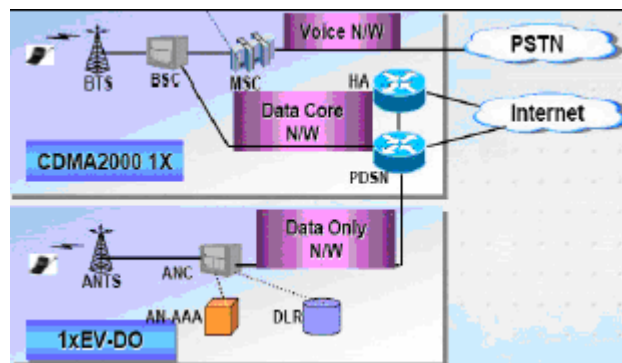
**8) Berbagai aplikasi CDMA 2000-1x EV-DO**

CDMA juga menghadirkan berbagai aplikasi canggih semisal LBS (*Location Based Service*) pemetaan, *mobile internet* berkecepatan tinggi, pesan multimedia, permainan (*games*), gambar, konferensi video, dan beberapa aplikasi lain yang melebihi kemampuan GSM.

### BAB. III

#### KONSEP SISTEM CDMA 2000-1x EV-DO

Evolusi teknologi CDMA diawali dengan lahirnya standard IS-95A pada tahun 1995, yang kemudian dilanjutkan dengan IS-95B pada tahun 1999 dan pada tahun yang sama ditetapkan standard CDMA 2000 rel. 0 atau dikenal dengan CDMA 2000-1x. Selanjutnya CDMA 2000-1x revisi C dan D yang disebut CDMA EV-DV.



Gambar 3.1 Konsep jaringan CDMA 2000-1x dan EV-DO

Jaringan CDMA 2000-1x seperti pada gambar diatas terdiri dari MSC (*Main Switching Centre*) untuk proses panggilan telepon, BSC(*Base Station Controller*) untuk pengendali trafik dan juga pengendali beban BTS. BTS sebagai titik kontak antara jaringan dan user. Disamping itu masih terdapat HLR(*Home Location Register*) yang berfungsi mencatat data pelanggan, PDSN(*Packet Data Service Node*) yang menghubungkan pelanggan dengan jaringan internet/server. Sedangkan 1x EV-DO tidak memerlukan MSC karena obyektifnya hanya memberi layanan data bukan suara. Dengan demikian jaringan lebih sederhana dan penamaan perangkat mengalami penyesuaian, BTS diganti dengan ANTS(*Access Node Transceiver Station*), BSC diganti dengan ANC(*Access Node Controller*). Pada EV-DO terdapat DLR(*Data Location Register*) dan AN-AAA(*Access Node and Authentication Authorization And Accounting*) yang berfungsi menyimpan *IP address* dari setiap

user, memberi otorisasi dan pencatatan user atas layanan tertentu. Beberapa perbedaan mendasar antara CDMA 2000-1x dan EV-DO adalah dalam hal metode akses. Pada CDMA 2000-1x, *forward* dan *reverse link* menggunakan metode CDMA sedangkan CDMA EV-DO, *forward link* dengan metode TDMA(kecuali untuk *control* dan *broadcast channel*) dan *reverse link* menggunakan metode CDMA. CDMA 2000-1x menggunakan *power control* agar level sinyal setiap user akan sama ketika sampai di ANTS sedangkan pada EV-DO tidak menggunakan *power control*.

Tabel 3.1 Perbedaan mendasar antara CDMA 2000-1x dan CDMA 2000-1x EV-DO

<b>Jenis CDMA</b>	<b>Metode Akses Forward Link</b>	<b>Metode Akses Return Link</b>	<b>Power Control</b>
CDMA 2000-1x	CDMA	CDMA	Digunakan
CDMA 2000-1x EV-DO	TDMA	CDMA	Tidak

### 3.1 KONSEP DAN KINERJA SPEKTRUM TERSEBAR

Sistem telekomunikasi dengan teknologi spektrum tersebar pada awalnya dikembangkan di kalangan militer karena memiliki sifat-sifat istimewa yang cocok diterapkan pada bidang tersebut, yaitu tahan terhadap derau, mampu menembus *jamming* dan kerahasiaan data yang tinggi. Sistem spektrum tersebar memiliki keistimewaan yang khas yaitu sinyal yang ditransmisikan memiliki *bandwidth* yang jauh lebih besar dari *bandwidth* informasi, dimana penyebaran spektrum tersebut dilakukan oleh fungsi penyebar tersendiri yang tidak tergantung pada informasi yang disampaikan. Konsep komunikasi spektrum tersebar didasarkan pada teori C.E. Shannon untuk kapasitas saluran, yaitu :

$$C = W \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right) \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana  $C$  : kapasitas kanal transmisi(bit/detik)

$W$  : bandwidth frekuensi transmisi(Hz)

$N$  : daya derau (Watt)

$S$  : daya sinyal (Watt)

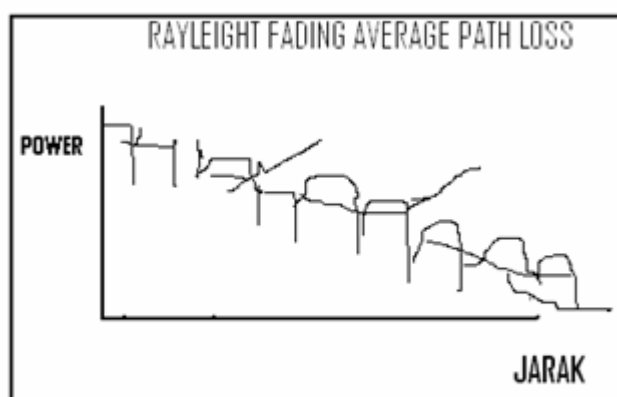
Dari teori tersebut, diketahui bahwa untuk menyalurkan informasi yang lebih besar pada saluran berderau dapat ditempuh dengan cara konvensional dimana  $W$  kecil dan  $S/N$  besar atau cara penyebaran spektrum dimana  $W$  besar dan  $S/N$  kecil. Sistem spektrum tersebar yang paling banyak diaplikasikan sekarang ini adalah *Direct Sequence*. Pada sistem ini sinyal pembawa dimodulasi secara langsung oleh data terkode. Sebagai pengkode data dipakai deret kode(kode *sequence*) yang memiliki sifat random.

## **3.2 MASALAH-MASALAH PENERAPAN CDMA DALAM KOMUNIKASI SELULAR**

### **3.2.1 Masalah *Near-Far***

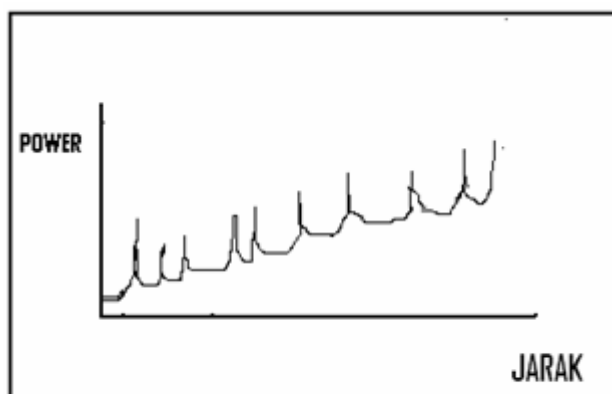
Masalah utama dalam implementasi *direct-sequence* CDMA adalah masalah "*near-far*". Masalah ini terjadi karena semua sinyal dipancarkan pada *bandwidth* yang sama dan dalam waktu yang sama sehingga daya dari mobile station yang lebih kuat akan menutupi daya dari mobile station yang lebih lemah. Jika terdapat  $M$  mobile station yang jaraknya terhadap penerima bervariasi tetapi daya pancar sama dalam suatu lingkungan akses jamak, maka mobile- $j$  yang berjarak lebih dekat akan tiba di penerima lebih kuat dan menutupi sinyal mobile- $i$  yang berjarak lebih jauh terhadap penerima. Pembatas dari performansi sistem dan jumlah mobile station yang dapat berbicara bersama adalah fungsi dari kemampuan sistem untuk mengatasi masalah *near-far* ini. Level daya semua sinyal yang sampai pada penerima harus sama (atau berbeda antara 1 sampai 2 dB). Masalah ini pada CDMA 2000-1x

dapat diatasi dengan penggunaan *power control* dinamis untuk menyamakan level sinyal terima. Jadi untuk sistem selular CDMA daya pancar masing-masing mobile station harus dapat dikontrol (dapat berubah-ubah). Apabila semua sinyal tiba dengan level daya yang sama akan diperoleh kapasitas sistem maksimum untuk perbandingan sinyal terhadap interferensi tertentu. Daya pancar mobile station berdasarkan daya yang diterima. Daya terima ini tergantung pada redaman propagasi dan *shadowing*.



**DAYA YANG DITERIMA OLEH PELANGGAN**

Gambar 3.2.a. Daya yang diterima oleh pelanggan



**DAYA YANG DIPANCARKAN OLEH MOBILE**

Gambar 3.2.b. Daya yang dipancarkan oleh mobile



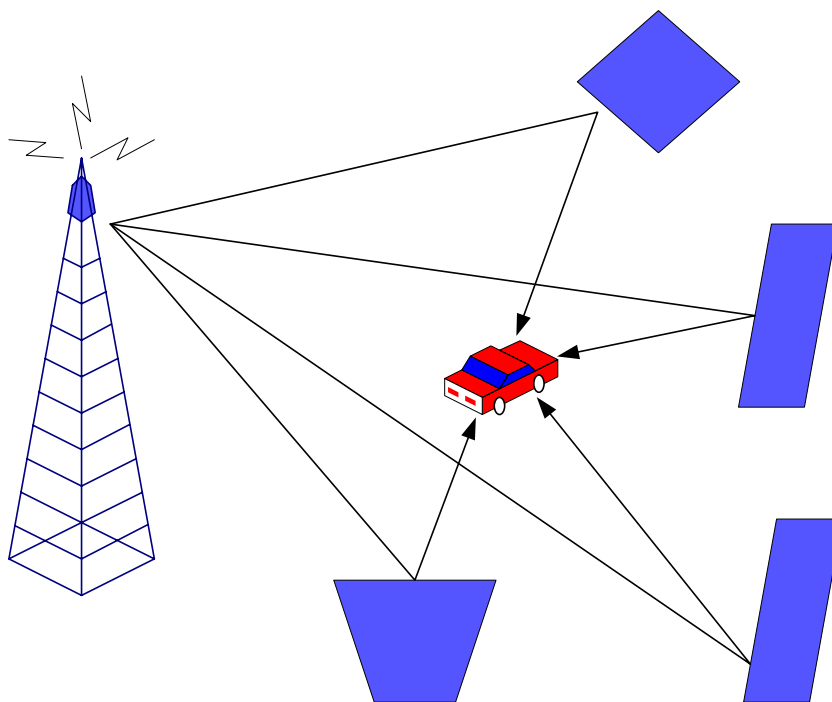
Gambar 3.2.c. Daya yang diterima oleh sel

Gambar diatas menunjukkan daya pancar mobile station naik atau turun secara proporsional dengan daya terima. Akibatnya daya yang diterima pada *base station* relatif konstan.

### 3.2.2. *Multipath Fading*

Dalam komunikasi selular pada umumnya sinyal yang sampai di antena penerima *mobile station* tidak hanya berasal dari lintasan langsung tetapi juga lintasan pantul. Jadi yang sampai itu merupakan penjumlahan dari banyak sinyal. Karena panjang setiap lintasan tidak sama maka masing-masing sinyal mengalami *delay* yang berbeda-beda sehingga informasi ini akan mengalami *delay spread*( $\tau$ ). Sinyal CDMA bersifat kebal terhadap lintasan jamak(*multipath*) jika perbedaan waktu antar lintasan(*delay spread*) lebih besar dari waktu chip ( $\tau > T_c$ ). Tetapi jika suatu lintasan memiliki *delay spread* lebih kecil dari waktu chip ( $\tau < T_c$ ) maka lintasan ini tidak ditekan oleh *Processing Gain* dan dapat mengakibatkan interferensi yang sangat merusak. Jika laju bit 1,2288 Mbps maka waktu chip adalah  $1/1,2288$  Mbps  $\approx 1 \mu s$ . Jadi sinyal yang berasal dari lintasan lain akan membahayakan jika *delay spread*nya lebih kecil dari  $1 \mu s$ .

Nilai khusus *delay spread* untuk daerah urban berkisar 2-5  $\mu\text{s}$  dan dapat menyebabkan interferensi intersymbol(ISI). *Multipath fading* ini dapat pula menyebabkan variasi sinyal terima yang sangat besar karena sinyal-sinyal tersebut dapat saling menguatkan maupun saling melemahkan. Variasi sinyal ini disebut sebagai *Rayleigh Fading*. Secara statistik, sinyal terima akan berada 10 dB dibawah *local-mean* dalam 10% lokasi dan 20 dB dibawah local-mean untuk 1% lokasi. Hal ini dapat mengakibatkan rusaknya sebagian besar informasi.



Gambar 3.3 Sinyal *Multipath*

Dengan adanya *multipath* maka akan diperoleh tambahan noise pada sistem apabila *delay spread* lebih besar daripada waktu chip. Peningkatan performansi dapat dilakukan apabila lintasan-lintasan yang tiba pada penerima dapat dideteksi secara terpisah dan kemudian digabungkan secara *koheren*(disamakan fasenya). Penerima seperti ini disebut sebagai *rake receiver*.



### 3.3. SIFAT-SIFAT CDMA

#### 3.3.1. *Multi Diversitas*

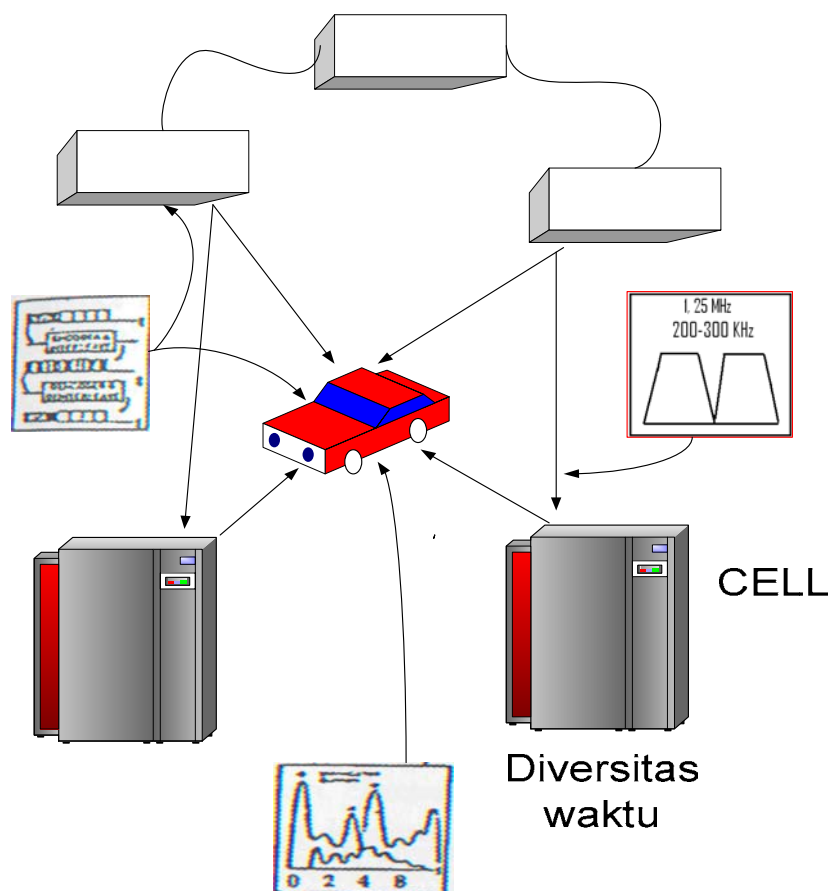
Pada sistem *bandwidth* sempit seperti modulasi analog FM yang digunakan dalam generasi pertama dalam sistem selular, adanya *multipath fading* akan menghasilkan *fading* yang sangat besar. Dengan modulasi CDMA yang merupakan modulasi *bandwidth* lebar, sinyal-sinyal beda lintasan(*multipath*) dapat diterima secara terpisah dengan *rake receiver*. Hal ini menyebabkan berkurangnya efek *multipath fading*. Meskipun demikian *multipath fading* ini tidak benar-benar dapat dihilangkan karena terdapat *multipath* yang tidak dapat diproses oleh demodulator. *Multipath* seperti ini kadang-kadang dapat muncul dan menghasilkan *fading*.

*Diversitas* adalah usaha untuk mengurangi *fading*. Terdapat 3 tipe *diversitas* yang sering digunakan yaitu *diversitas* waktu, frekuensi dan ruang. *Diversitas* waktu dapat dilakukan dengan jalan *interleaving* dan koreksi kesalahan. Dalam sistem CDMA, *diversitas* frekuensi dilakukan dengan menyebar spektrum pada *bandwidth* yang jauh lebih besar. Efek dari *fading* pada spektrum frekuensi biasanya hanya mempengaruhi 200-300 KHz bagian dari sinyal.

Tipe *diversitas* sebagai berikut :

- *Diversitas* waktu: *interleaving* simbol, deteksi dan koreksi kesalahan
- *Diversitas* frekuensi: sinyal dengan *bandwidth* lebih lebar dari 1,25 MHz
- *Diversitas* ruang: antena penerima lebih dari satu, penerima rake dan *multiple sel site(hand off)*

*Diversitas* pada CDMA ditunjukkan oleh gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Diversitas* pada CDMA

### 3.3.2 Daya Pancar Yang Rendah

Dalam rangka peningkatan kapasitas, hal penting adalah menurunkan  $E_b/N_0$  untuk mengatasi derau dan interferensi. Ini berarti terjadi penurunan level daya pancar yang dibutuhkan. Penurunan ini menyebabkan berkurangnya biaya dan memungkinkan *mobile station* dengan daya rendah dapat beroperasi pada jarak yang lebih jauh dibandingkan pada analog/TDMA untuk level daya yang sama. Pengurangan persyaratan daya pancar akan meningkatkan kemampuan cakupan sel dan berarti pengurangan jumlah sel yang dibutuhkan untuk mencakup wilayah tertentu. Keuntungan lain yang diperoleh adalah pengurangan daya rata-rata yang

dipancarkan sebagai akibat realisasi kontrol daya pada CDMA. Pada sistem *bandwidth* sempit, harus selalu dipancarkan daya yang cukup untuk mengatasi *fading* yang muncul tiba-tiba. CDMA menggunakan kontrol daya untuk menyediakan daya yang dibutuhkan hanya pada waktu dibutuhkan, level daya tinggi dipancarkan hanya pada saat ada *fading* sehingga mengurangi daya rata-rata yang ditransmisikan.

### **3.3.3. Keamanan(Privacy)**

Bentuk pengacakan pada CDMA memungkinkan tingkat *privacy* yang tinggi dan membuat sistem digital ini kebal terhadap *cross-talk*. Meskipun sistem CDMA sudah memiliki tingkat *privacy* yang tinggi, sistem ini masih tetap mungkin untuk dikembangkan dengan teknik pengacakan(*encryption*) yang ada.

### **3.3.4. Soft Handoff**

*Soft Handoff* memungkinkan sel asal maupun sel baru untuk melayani *mobile station* secara bersama selama transisi *handoff*. Transisinya adalah ketika *mobile station* bergerak dari sel asal ke sel baru dan akhirnya berada dalam sel baru. Hal ini dimungkinkan karena semua sel memakai frekuensi kerja yang sama. *Soft Handoff* selain mengurangi kemungkinan putusnya akses data juga menyebabkan proses *handoff* berjalan dengan halus sehingga tidak mengganggu user. Pada CDMA, pemutusan hubungan dengan sel lama tidak dilakukan sebelum *mobile station* benar-benar dilayani oleh sel yang baru(*make-before-break switching function*).

### **3.3.5 Kapasitas**

Pada pengulangan frekuensi selular, interferensi dapat diterima dengan tujuan meningkatkan kapasitas tetapi interferensi ini harus dikendalikan. Sifat CDMA yang lebih mentolerir interferensi membuat pengulangan frekuensi dilakukan dengan efektif. Pada modulasi *bandwidth* sempit, pengulangan frekuensinya tidak

efektif karena persyaratan untuk memperoleh C/I sekitar 18 dB. Hal ini mengakibatkan kanal yang dipakai dalam satu sel tidak boleh dipakai oleh sel yang berdekatan. Pada CDMA, kapasitas yang besar diperoleh terutama karena frekuensi yang sama dapat digunakan oleh semua sel.

### **3.3.6 Soft Capacity**

Pada sistem selular sekarang, spektrum yang ada dibagi-bagi oleh sel-sel, misalkan pada sistem FM analog tiga sektor terdapat maksimum 57 kanal. Apabila permintaan layanan meningkat, pemanggil ke-58 harus diberikan sinyal sibuk. Tidak ada cara yang dapat dilakukan untuk menambah satu sinyal pun pada kondisi semua kanal terpakai. Pada sistem CDMA, hubungan antara jumlah pengguna dengan tingkat pelayanan (*Grade Of Service*) tidak begitu tajam, sebagai contoh operator dari sistem dapat mengizinkan meningkatnya *bit error rate* sampai batas toleransi tertentu dengan demikian terjadi peningkatan jumlah pelanggan yang dapat dilayani selama jam tersibuk. Kemampuan ini sangat berguna khususnya untuk mencegah terjadinya pemutusan akses data pada proses *handoff* karena kekurangan kanal. Pada CDMA, akses data tetap dapat dilayani dengan peningkatan *error rate* yang masih dapat diterima sampai panggilan lain berakhir.

Dibandingkan dengan sistem-sistem data lain termasuk data 3G 1x, GPRS dan EDGE, sistem 2000-1x EV-DO dapat mencapai efisiensi spektral lebih tinggi. Kelebihan ini merupakan hasil dari beberapa teknik optimalisasi transmisi data.

### **3.4. KUNCI KEUNGGULAN CDMA 2000-1x EV-DO**

#### **3.4.1 Kombinasi TDMA dan CDMA**

Dengan sistem CDMA 2000-1x EV-DO, tiap pelanggan dapat mengirim data secara bersamaan dengan menggunakan power *Base Station* maksimum dan teknik *multiplexing* berdasarkan waktu. Tiap detik dibagi menjadi 600 *time slot* (1 *time slot* adalah 1,67 ms) dan sistem ini menentukan pelanggan mana yang akan mengirim data pada perbatasan *time slot*. Pada standar sistem EVDO rel. 0, terdapat 13 data rate yang support. Jumlah bit yang dikirim dalam sebuah paket dan jumlah *time slot* yang diperlukan untuk paket ini tergantung pada data rate dan dirangkum pada tabel 3.2. Sementara teknik *multiplex* berdasar waktu mungkin sesuai *burst nature* dari data paket, keuntungan *reuse* frekuensi pada setiap sektor pada CDMA juga sangat diharapkan. Untuk mencapai tujuan ini, data dari tiap *time slot* selanjutnya diacak dan disebar dengan menggunakan *PN sequence unique* ke sektor.

#### **3.4.2 Adaptasi Modulasi, Pengkodean Dan Data Rate**

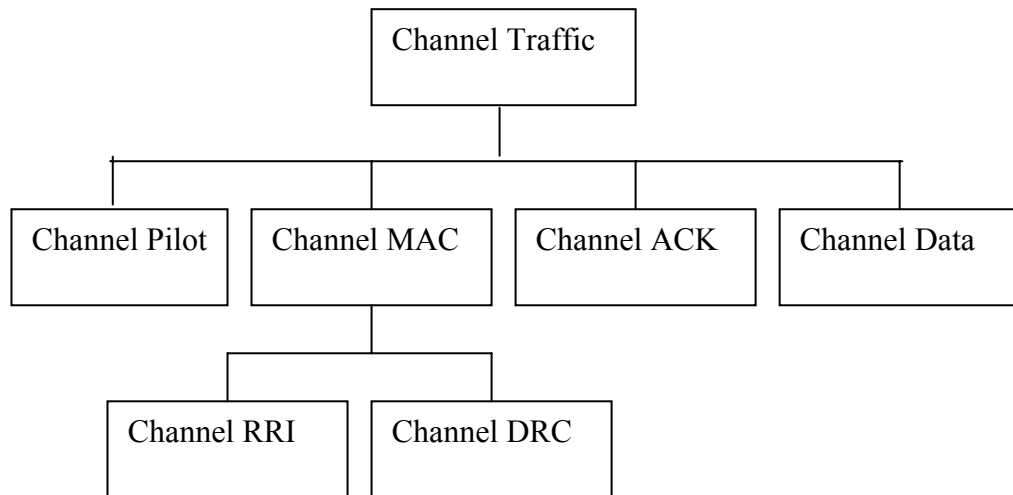
Dibawah lingkungan mobile wireless, Kondisi RF berubah signifikan tiap waktu. Ketika kondisi RF bagus, tidak banyak proteksi pengkodean yang diperlukan dan modulasi dengan konstelasi tinggi dapat digunakan. Ini menuntun pada transmisi data rate tinggi untuk *time slot* yang diperlukan. Untuk memaksimalkan observasi ini, kondisi RF secara konstan dimonitor oleh handset EV-DO. Berdasarkan pengukuran RF, handset menentukan modulasi yang semestinya, pengkodean dan data rate yang support dalam tiap *time slot* seperti pada tabel 3.2. Informasi ini kemudian ditransmisikan pada *reverse link* untuk menginformasikan kepada *Base Station* dengan menggunakan channel DRC(*Data Rate Control*). Channel DRC

merupakan sebuah channel yang terdiri dari 4 bit yang memungkinkan 13 data rate dapat didefinisikan.

Tabel 3.2 Standarisasi Data Rate

DRC index	Data Rate (Kbps)	Slot yang diperlukan	Bit Per Paket	Code Rate	Modulasi
0	0	0	0	-	-
1	38,4	16	1024	1/5	QPSK
2	76,8	8	1024	1/5	QPSK
3	153,6	4	1024	1/5	QPSK
4	307,2	2	1024	1/5	QPSK
5	307,2L	4	2048	1/5	QPSK
6	614,4	1	1024	1/3	QPSK
7	614,4L	2	2048	1/3	QPSK
8	921,6	2	3072	1/3	QPSK
9	1228,8	1	2048	1/3	8-PSK
10	1228,8L	2	4096	1/3	8-PSK
11	1843,2	1	3072	1/3	16-QAM
12	2457,6	1	4096	1/3	16-QAM

Pada standar CDMA 2000-1x EV-DO Release.0, terdapat 13 rate yang didefinisikan dengan DRC index dari 0 sampai 12, dimana DRC index 0 koresponden ke 0 Kbps. Struktur channel trafik *reverse link* terlihat pada gambar 3.5 dibawah. Dari gambar 3.5, pilot digunakan untuk membantu *demodulasi koheren* dan *tracking*. Channel *Reverse Link Rate Indicate*(RRI) digunakan untuk menginformasikan kepada *Base Station* tentang data rate yang sedang dikirim menuju handset. Terlihat jelas, ini akan menguntungkan untuk menemukan distribusi data rate apa yang mungkin akan menggunakan adaptasi data rate dari pengukuran di lapangan.



Gambar 3.5 Struktur Channel trafik *Reverse Link*

### 3.5. FREKUENSI *HOPPING*

Frekuensi *hopping* adalah salah satu teknik *spread spectrum*, yaitu suatu jenis modulasi dimana lebar bidang transmisi yang digunakan jauh lebih besar dari pada lebar bidang minimum yang dibutuhkan untuk mentransmisikan informasi, sementara tidak ada kaitan langsung antara *bandwidth* sinyal keluaran dengan modulasi oleh sinyal informasinya. Dengan adanya pemodulasian, sinyal informasi akan ditebarkan pada daerah frekuensi yang cukup lebar. Pada frekuensi *hopping*, proses penebaran dilakukan dengan mengubah-ubah frekuensi gelombang pembawa secara periodik. Daerah sinyal informasi ditebarkan tergantung pada sinyal penebar, dimana sinyal penebar ini dihasilkan oleh suatu pensintesis frekuensi yang dikendalikan oleh suatu urutan kode penebar. Suatu transmisi *spread-spectrum* menawarkan 3 keuntungan utama pada transmisi frekuensi tetap :

- 1) Sinyal *Spread-spectrum* sangat kebal terhadap noise and interferensi. Proses pengumpulan kembali suatu sinyal tersebar juga sekaligus membuang noise

dan interferensi sehingga menyebabkan noise dan interferensi kembali ke *ground*.

- 2) Sinyal *Spread-spectrum* sulit untuk dihadang. Suara sinyal *Frequency-Hop spread-spectrum* seperti suatu *noise burst* seketika atau hanya suatu kenaikan dalam noise background untuk kode-kode *Frequency-Hop* pendek pada beberapa penerima *bandwidth* sempit kecuali suatu penerima *spread-spectrum*. *Frequency-Hop* menggunakan channel yang sama persis dengan yang digunakan pada pemancar.
- 3) Transmisi *Spread-spectrum* dapat membagi suatu band frekuensi dengan beberapa tipe transmisi konvensional dengan sedikit interferensi. Sinyal-sinyal *spread-spectrum* menambahkan noise minimal kepada komunikasi frekuensi sempit dan sebaliknya. Sebagai hasilnya, *bandwidth* dapat dipergunakan dengan lebih efisien.

### 3.6 PENGARUH C/I(CARRIER TO INTERFERENCE RATIO)

Dalam CDMA, terdapat 2 buah nilai CIRF(*Co-channel Interference Reduction Factor*) yaitu *Adjacent CIRF* dan *Self CIRF*.

*Adjacent CIRF*,  $Q_a = \frac{\text{DirectSequence}}{R} = 2$ , berarti kanal radio yang sama dapat

digunakan pada sel-sel bertetangga secara langsung, sedangkan *Self CIRF*,  $q_s = 1$ .

Deretan kode yang berbeda menggunakan kanal radio yang sama untuk membawa kanal trafik yang berbeda. C/I yang diterima oleh penerima berhubungan dengan  $E_b/I_0$  baseband dengan persamaan :

$$C/I = \left( \frac{E_b}{I_0} \right) \left( \frac{R_b}{B_c} \right) \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana  $E_b$  = Energi Per Bit



$I_0$  = Daya Interferensi Per Hertz

$R_b$  = Laju Bit Per Detik

$B_c$  = Bandwidth Kanal Radio Dalam Hertz (1,25 MHz)

Pada CDMA semua deretan kode, misalnya N buah akan memakai 1 kanal yang sama. Dalam 1 kanal radio, 1 deretan kode akan mengalami interferensi dari N-1 deretan kode lainnya. Sebagai hasilnya level interferensi selalu lebih tinggi dari level sinyal ( $C/I(1)$ ). Misalnya  $C/I$  yang dibutuhkan pada seluler CDMA dapat diperoleh dari persamaan 3.2 diatas.

Jika digunakan  $B_c = 1,25$  MHz,  $R_b = 8$  Kbps,  $E_b/I_0 = 7$  dB,

$$\begin{aligned} \text{Maka } C/I &= \frac{7dB \cdot 8Kbps}{1,25MHz} = \left( \frac{8}{1250} \right) \text{ant} \log 0,7 = 0,032 \\ &= 10 \log 0,032 = -0,15 \text{ dB} \end{aligned}$$

Jika digunakan  $B_c = 1,25$  MHz,  $R_b = 8$  Kbps,  $E_b/I_0 = 4,5$  dB

$$\begin{aligned} \text{Maka } C/I &= \frac{4,5dB \cdot 8Kbps}{1,25MHz} = \left( \frac{8}{1250} \right) \text{ant} \log 0,45 = 0,018 \\ &= 10 \log 0,018 = -17,44 \text{ dB} \end{aligned}$$

Untuk menentukan kualitas sinyal CDMA 2000-1x EV-DO dapat melalui parameter  $C/I$  (Carrier to interference).  $C/I$  adalah rasio daya sinyal  $P_r$  yang diterima base station dari *mobile station* itu sendiri dengan jumlah sinyal yang diterima oleh base station dari *mobile station* yang lain ditambah dengan noise. Persamaannya mirip dengan S/N namun pada penyebut parameter N ditambah dengan  $\sum P_r$  dari *mobile station* yang lain.  $\sum P_r$  other adalah jumlah daya pancar  $P_t$  yang diterima oleh base station dari *mobile station* yang lain.  $C/I$  menentukan *data rate forward*. *Mobile Station* mengukur  $C/I$  selama periode *burst pilot* kemudian baru menentukan data

rate mana yang akan diminta pada DRC. Nilai C/I pada EV-DO dapat melebihi +10 dB mendekati suatu sektor dan dapat mencapai -20 atau lebih rendah.

$$C/I = \frac{P_r L_p}{N + \sum_{i=1}^{N-1} P_{r,other}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Nilai C/I pada EV-DO dapat melebihi +10 dB mendekati suatu sektor dan dapat mencapai -20 dB atau lebih rendah mendekati perbatasan sel.

Tabel 3.3 Standar C/I berdasarkan DRC dan Rate dari QXDM

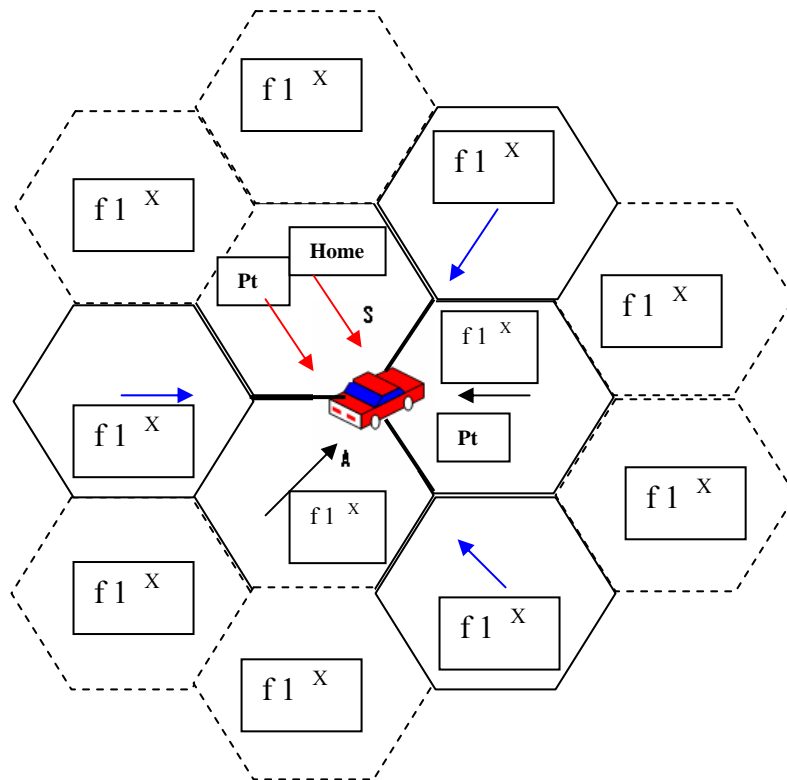
C/I Threshold (dB)	DRC	Rate (Kbps)
9.7	DRC 12	2457.6
7.5	DRC 11	1843.2
3.8	DRC 10	1228.8
3.7	DRC 9	1228.8
1.8	DRC 8	921.6
-0.8	DRC 7	614.4
-0.6	DRC 6	614.4
-3.8	DRC 5	307.2
-3.9	DRC 4	307.2
-6.8	DRC 3	153.6
-9.6	DRC 2	76.8
-12	DRC 1	38.4

Kapasitas radio dihitung dari perbandingan C/I kanal forward (C/I)<sub>s</sub> yang diterima oleh *mobile station* pada lingkaran terluar sel seperti yang ditunjukkan oleh dibawah ini.

$$(C/I)_s = \frac{\alpha R^{-4}}{\alpha(M-1)R^{-4} + \alpha.2M.R^{-4} + \alpha.3.M.(2R)^{-4} + \alpha.6M.(2,64R)^{-4}} \dots\dots(3.4)$$

$$= \frac{1}{(3,3123M - 1)}$$

Pada gambar 3.8 interferensi dari sel lain yang sangat jauh dan oleh sumber lain diabaikan.



Gambar 3.6. Sistem CDMA dan interferensinya

- Dimana
- A = interferensi dari pemakai lain dalam sel yang sama
  - B = interferensi dari dua sel tetangga terdekat
  - C = interferensi dari 3 sel *intermediate range*
  - D = interferensi dari 6 sel jauh (*distant cells*)
  - $\alpha$  = faktor konstanta

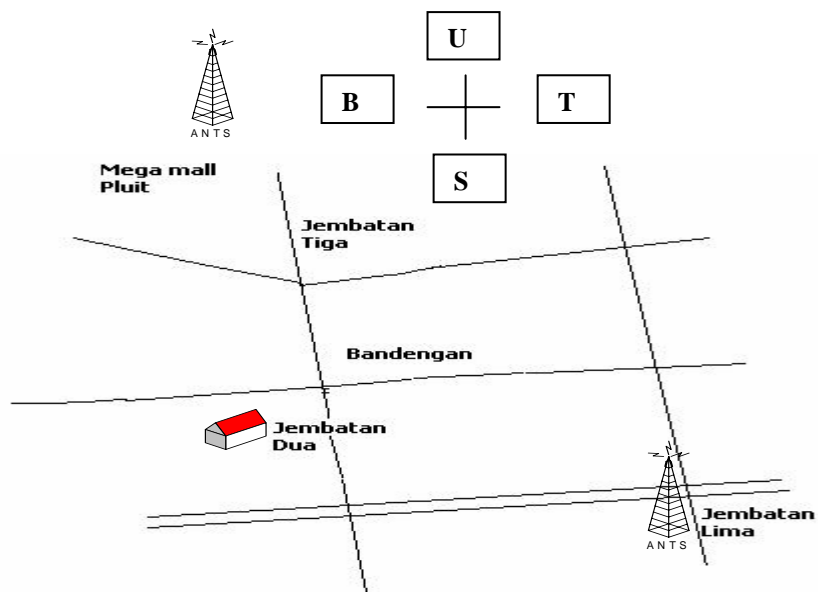
Yang terjadi sebenarnya pada CDMA yaitu pemakaian kode-kode korelatif untuk membedakan satu pengguna dengan pengguna lain. Sinyal-sinyal CDMA pada penerima dipisahkan dengan sebuah *correlator* yang hanya melakukan *despreading* spektrum pada sinyal yang sesuai. Sinyal-sinyal lain yang kodenya tidak cocok tidak di-*despread* dan sebagai hasilnya sinyal-sinyal itu hanya menjadi noise interferensi. Untuk menegaskan bahwa C/I sangat berkaitan dengan kapasitas yaitu pada sistem CDMA terdapat istilah *soft capacity*.

### 3.7 PENGARUH RSSI(*RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATION*)

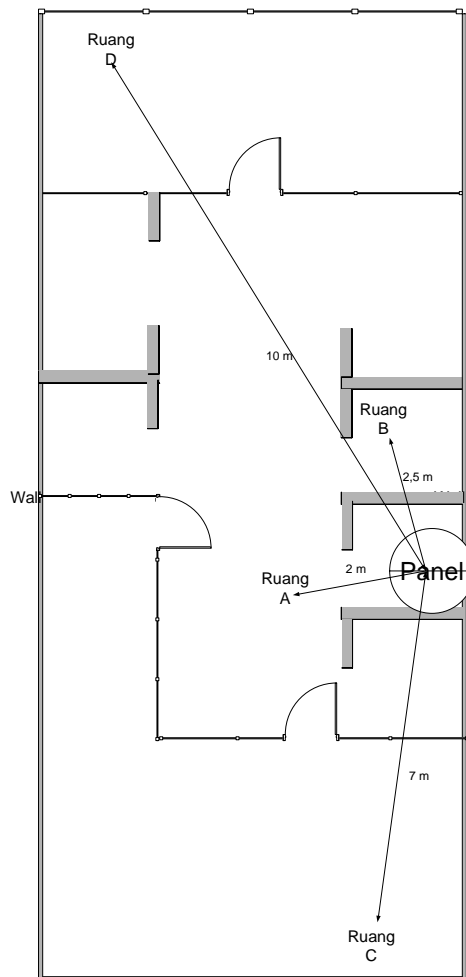
RSSI adalah suatu pengukuran kuat sinyal radio yang diterima (energy integral, bukan kualitas). RSSI merupakan standar pengukuran teknologi penerima radio secara umum, yang biasanya tak terlihat oleh user tetapi secara langsung diketahui oleh user *wireless*. RSSI dapat digunakan secara internal pada suatu *card* jaringan wireless untuk menentukan kapan jumlah energi radio pada channel dibawah suatu *threshold* pasti dimana *point card* network adalah *clear* untuk dikirim (CTS, *Clear to send*) sehingga sebuah paket informasi dapat dikirim. End User mungkin akan mengobservasi suatu nilai RSSI ketika mengukur kuat sinyal suatu jaringan wireless melalui pemakaian suatu alat untuk memonitor jaringan wireless seperti *Network Stumbler*. Pengukuran RSSI berkisar dari 0 to 255 tergantung tergantung vendor. RSSI berisi satu Byte nilai integer. Pada GSM, nilai 1 merupakan indikasi kuat sinyal minimum yang masih dapat dideteksi oleh *card wireless*, sedangkan nilai 0 indikasi *no signal*. Klasifikasi RSSI pada pemakaian modem EV-DO USB yang sedang digunakan adalah :

Tabel 3.4 Klasifikasi RSSI pada modem EV-DO USB Minimax

No	Range RSSI(dBm)	Kondisi Sinyal
1	-60 sampai -75	Kekuatan penuh
2	-76 sampai -90	OK
3	-91 sampai -110	Low signal
4	-111 sampai -255	No signal



Gambar 3.7 Lokasi ujicoba RSSI di sekitar ANTS Pluit dan ANTS Jembatan Lima



Gambar 3.8 Lokasi beberapa titik ujicoba RSSI di lantai 3 ruko MLW

### 3.8 LEVEL SINYAL TERIMA MINIMUM

Hubungan antara level sinyal terima minimum( $RSL_m$ ) yang diperlukan untuk menentukan *Bit Error Rate*( $BER$ ) tertentu adalah :

$$RSL_m = 10\log(k.T_0.R.NF) + E_b/N_0$$

$$RSL_m = E_b/N_0 - 204 + 10 \log(R) + NF_{dB}$$

Dimana :

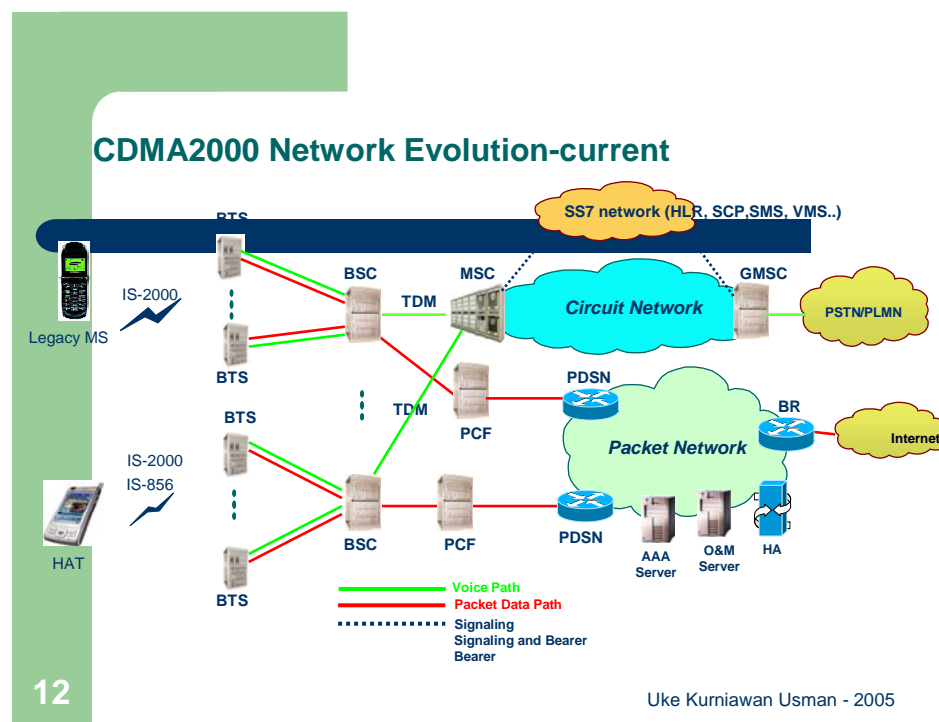
$K$  = Konstanta Boltzmann =  $1,3805 \times 10^{-23}$  J/K

$T$  = Temperatur absolut(Kelvin)

$R$  = Laju Bit Per detik(bps)

$NF_{dB}$  = Noise Figure(dB)

$E_b/N_0$  = Perbandingan energi per bit terhadap rapat spektral derau(dB)



Gambar 3.9. Network CDMA 2000 *Evolution-Current*

#### Arsitektur EVDO :

- Implementasi EV-DO sama dengan sistem arsitektur 2000-1x tetapi tanpa menggunakan MSC.

- EV-DO menggunakan frekuensi carrier 1.25 MHz (MC-1x)
- Ketika user mengirimkan data, paket-paket data akan dikirim dari device wireless melalui air interface menuju ANTS. Paket-paket data kemudian diteruskan ke BSC. BSC akan meneruskan data ke PCF yang kemudian akan diteruskan ke PSDN.
- Untuk menerima data, paket-paket data untuk user akan disiapkan pada jaringan IP provider kemudian diteruskan oleh PDSN ke PCF/BSC
- Cell site, tower, antena membagi frekuensi *carrier* antara 1x dan 1xEV-DO.
- 1xEV-DO dapat mencapai *peak rate* 2.4Mbps pada *forward link* (dari BS ke device), dan 153.6 Kbps pada *reverse link* (dari device ke BS)
- 1x dan 1xEV-DO menggunakan PDSN yang sama pada network.

### 3.9. PERFORMANSI TEORITIS KANAL REVERSE CDMA

Sepanjang perbandingan sinyal terhadap interferensi untuk masing-masing user cukup, tiap user akan memperoleh kualitas akses data yang baik. Tetapi kualitas akses data akan menurun jika jumlah user ditambahkan pada kanal. Jadi penambahan user pada kanal akan menurunkan perbandingan sinyal terhadap noise untuk seluruh user pada saat itu. Analisa kasus terbaik dapat dilakukan dengan asumsi hanya terdapat satu sel dan power control bekerja ideal sehingga semua sinyal tiba di *Base Station* dengan daya yang sama. Perbandingan sinyal terhadap noise sebagai fungsi jumlah user.

- 1) Perbandingan sinyal terhadap noise,  $E_b/N_t$ , berhubungan dengan perbandingan sinyal terhadap interferensi output. Jika  $A_1$  adalah amplitudo sinyal yang diinginkan,  $A_i$  adalah amplitudo sinyal interferensi pengguna  $i$ ,  $E_b$  adalah energi bit terima dan  $N_T$  adalah kerapatan spektral noise total.

$$\frac{E_b}{N_t} = \frac{\frac{A_1^2 T_b}{2}}{N_0 + \sum_{i=2}^M \frac{A_i^2}{3} T_c} = \frac{\frac{A_1^2}{2}}{N_0 \frac{1}{T_b} + \left[ \sum_{i=2}^M \frac{A_i^2}{3} \right] \frac{T_c}{T_b}} = \frac{\frac{A_1^2}{2}}{\left[ \sum_{i=2}^M \frac{A_i^2}{3} \right] \frac{T_c}{T_b}}$$

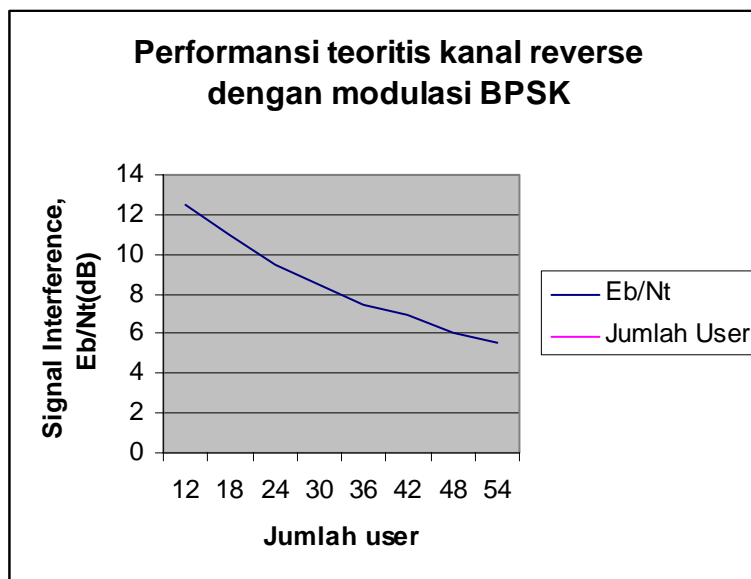
$$= \frac{\text{daya sinyal}}{\text{daya interferensi} / G} \dots\dots\dots(3.5)$$

Pada persamaan diatas harga  $N_0$  diabaikan. Semua daya interferensi dikurangi oleh adanya *Processing Gain*,  $G = T_b/T_c = \text{durasi bit} / \text{durasi chip}$

2) Apabila diasumsikan level daya semua user adalah sama,  $A_i = A_j$ , sehingga :

$$\frac{E_b}{N_t} = \frac{\frac{A_1^2 T_b}{2}}{(M - 1) \frac{A_1^2}{3} T_c} = \frac{3G}{2(M - 1)} \dots\dots\dots(3.6)$$

Gambar 3.10 menunjukkan perbandingan  $E_b/N_t$  terhadap jumlah user untuk  $G = 128$ .



Gambar 3.10. Performansi teoritis kanal reverse dengan modulasi BPSK<sup>1</sup>

Dalam sistem digital seperti TDMA dan CDMA, *speech* dikodekan menjadi data digital yang disebut *frame* dengan durasi frame 20 ms. *Frame* ini dipancarkan dan kemudian didekodekan kembali menjadi sinyal *speech* pada penerima. Kualitas

<sup>1</sup> . Dari buku Sistem Seluler CDMA, Graha Ilmu, karangan Gatot Santoso hal. 70.

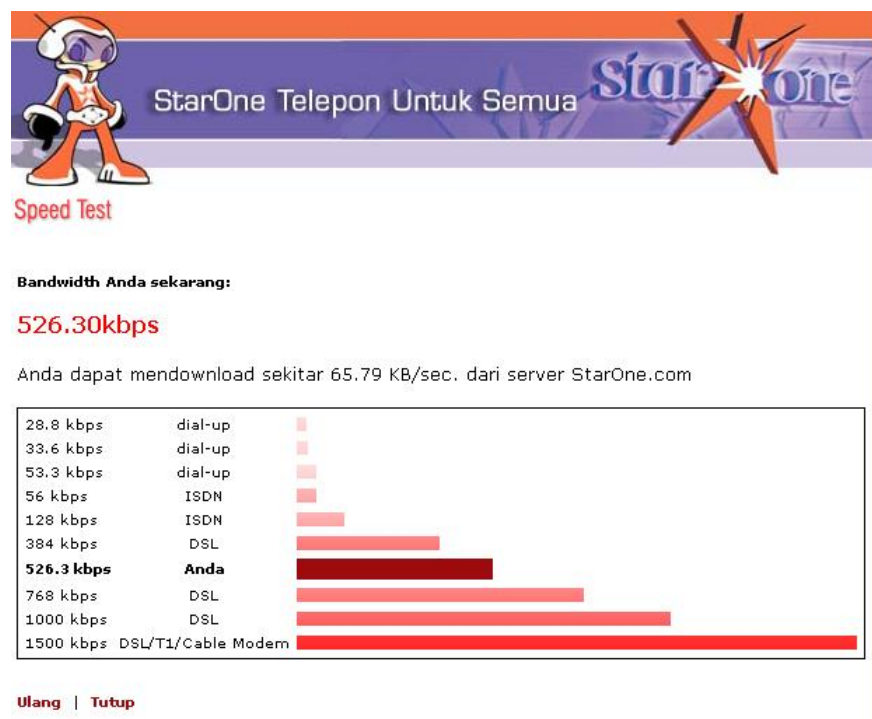


proses decode merupakan fungsi perbandingan sinyal terhadap interferensi dari *frame* yang diterima. Jika perbandingan sinyal terhadap interferensi menurun maka kemungkinan akan diperoleh *frame* salah yang meningkat. Kualitas data yang diperoleh berhubungan langsung dengan FER.

### 3.10. APLIKASI TEKNOLOGI CDMA 2000-1x EV-DO

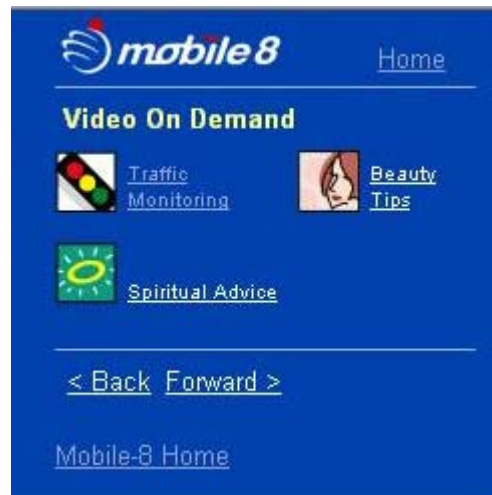
- ✓ Akses data khususnya untuk *downlink* dan *uplink* data dengan kecepatan hingga 2,4 Mbps (untuk *downlink*) dan hingga 153,6 Kbps (untuk *uplink*). Semakin baik kondisi RF suatu daerah (C/I dan RSSI serta antenna level) akan sebanding dengan hasil kecepatan akses data. Dengan akses data yang cepat dapat digunakan untuk *e-commerce*, *internet banking*, *streaming* musik dan video.

Berikut ini adalah salah satu hasil pengukuran speed melalui [www.mystarone.com](http://www.mystarone.com)



Gambar 3.11. Grafik pengukuran speed akses data CDMA 2000-1x EV-DO

- ✓ *Video On Demand* untuk menikmati video klip atau rekaman video yang lain



Gambar 3.12. *Video streaming* PT Mobile-8 Telecom

- ✓ *Traffic Monitoring* untuk mengetahui kondisi lalu lintas pada titik-titik jalan tertentu yang sudah dipasang kamera oleh PT Mobile-8 Telecom sebagai *Service Provider* CDMA 2000 1x EV-DO.

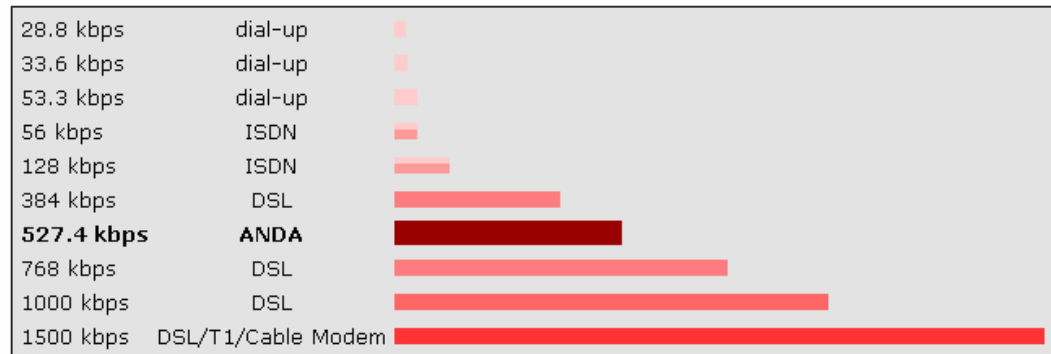


Gambar 3.13. *Traffic monitoring* di Tol Kebon Jeruk Jakarta Barat

Bandwidth reading anda saat ini:

**527.40kbps**

artinya kecepatan download anda adalah 65.92 KB/sec. melalui server kami.



Retest Close

Gambar 3.14. Grafik kecepatan saat proses *traffic monitoring*

- ✓ *Online Gaming*, Download Ringtone
- ✓ Aplikasi Access Point menggunakan Router wireless Netac T600

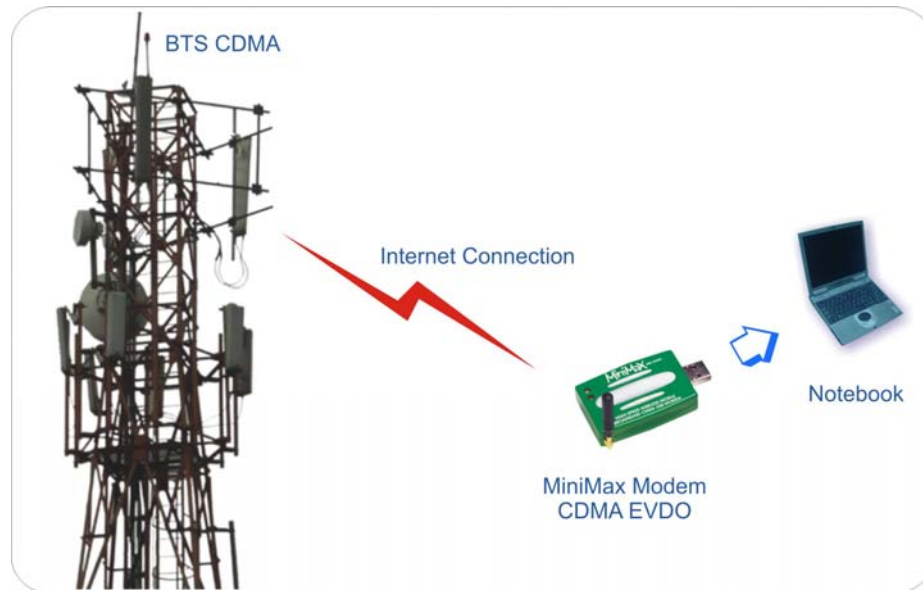
## BAB IV

### PENGUKURAN FAKTOR PERFORMANCE CDMA 2000-1x EV-DO

Dibawah ini adalah identifikasi sistem CDMA 2000-1x EV-DO release 0 yang sedang dianalisa.

Tabel 4.1. Status dinamik sinyal CDMA 2000-1x EV-DO

View: Status (Dynamic)	
<b>IS2000</b>	
Band Class	800 MHz Cellular
Frequency	507
Control Hold	
Active Set 0	
Active Set 1	
Active Set 2	
Active Set 3	
Active Set 4	
Active Set 5	
FSCH Rate	1X
RSCH	
FCH	
DCCH	
SCH	
<b>1xEVDO</b>	
Protocol State	Idle
Protocol Version	IS-856
Firmware Version	0x007D
RF Band	800 MHz Cellular
RF Channel	507
Long Code Mask I	0000000000000000...
Long Code Mask Q	0000000000000000...



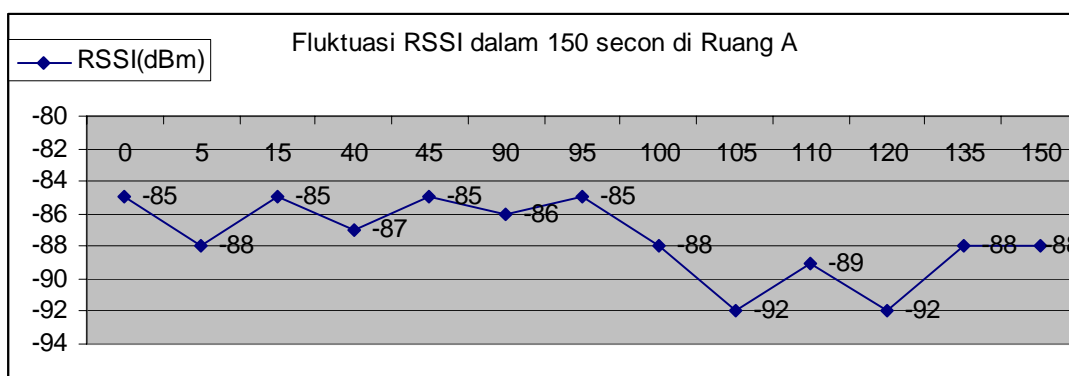
Gambar 4.1 Jaringan CDMA 2000-1x EV-DO untuk pengujian

Hasil pengukuran software QXDM memperlihatkan CDMA 2000-1x EV-DO rel. 0 berada pada RF Band 800 MHz serta RF channel 507, disebut versi IS-856. Pengukuran dengan menggunakan sistem 2000-1x EV-DO disediakan oleh operator CDMA PT Mobile-8 Telecom. Untuk melakukan pengukuran, sebuah modem EV-DO USB dihubungkan dengan laptop sehingga tersambung ke network EV-DO. Range frekuensi  $T_x$  antara 835,005 MHz sampai 844,995 MHz dan range  $R_x$  antara 880,005 MHz sampai 889,995 MHz. Durasi pengetesan yaitu 75 sampai 150 secon.

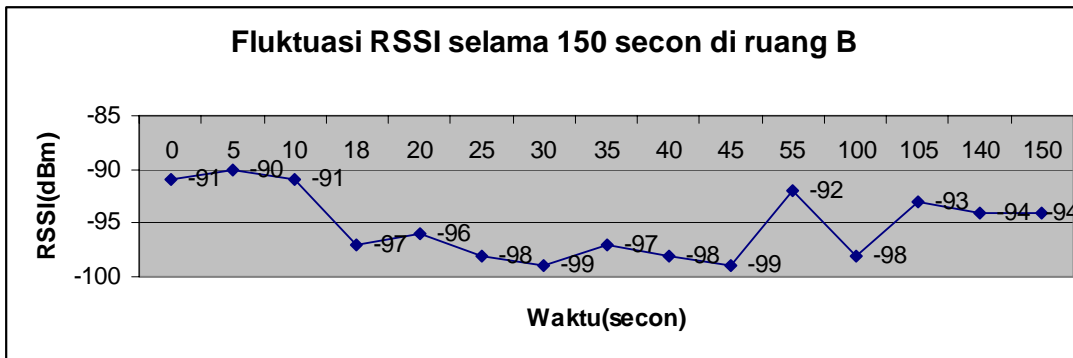
#### 4.1 PENGUKURAN RSSI(RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATION)

Tabel 4.2 Pengujian RSSI dengan variasi jarak user dari indoor repeater

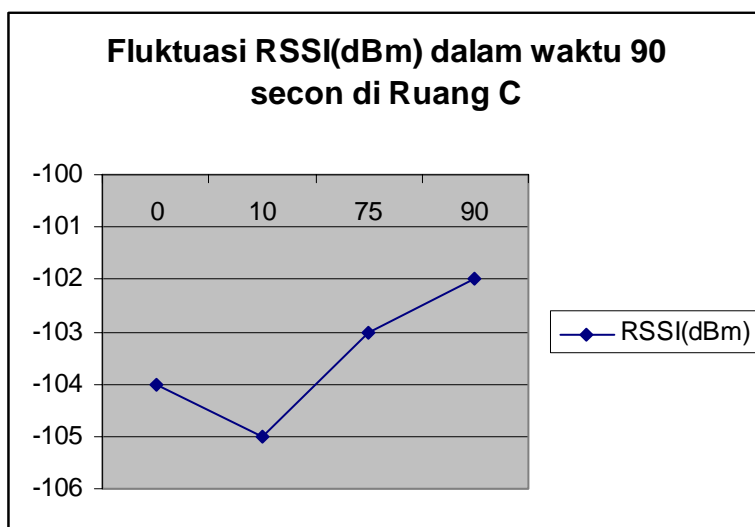
Lokasi	RSSI Mean,Stdev		Jarak user dari indoor repeater	Downlink	Uplink
Ruang A	-85 dBm		2 m	476,7 Kbps	128 Kbps
	Mean	-87,54 dBm			
	Stdev	-83 dBm			
Ruang B	-92 dBm		2,5 m	384,5 Kbps	148 Kbps
	Mean	-95,13 dBm			
	Stdev	-87,84 dBm			
Ruang C	-105 dBm		7 m	269,8 Kbps	128 Kbps
	Mean	-103.5 dBm			
	Stdev	-102.71 dBm			
Ruang D	-81 dBm		10 m	147,8 Kbps	137,2 Kbps
	Mean	-80.67 dBm			
	Stdev	-77,47 dBm			



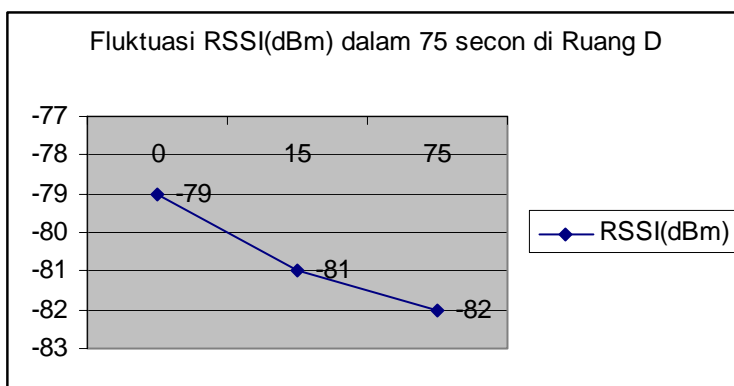
Gambar 4.2 Fluktuasi RSSI dalam selang waktu 150 secon di ruang A



Gambar 4.3 Fluktuasi RSSI dalam selang waktu 150 secon di ruang B



Gambar 4.4 Fluktuasi RSSI dalam selang waktu 90 secon di ruang C



Gambar 4.5 Fluktuasi RSSI dalam selang waktu 75 secon di ruang D

Analisa :

Pengetesan dalam ruangan menggunakan referensi indoor repeater. Semua ruang pada table 4.2 berlokasi di lantai 3 suatu ruko dengan jarak 1,5 Km dari ANTS EV-

DO Jembatan Lima dan 2 Km dari ANTS EV-DO Pluit. Ruang D berjarak paling jauh dari indoor repeater tetapi memiliki nilai RSSI paling besar (yaitu -81 dBm). Ini diakibatkan oleh efek *multipath* karena sinyal dalam ruko dipantulkan beberapa kali melalui dinding. Sesuai dengan sub bab 3.2.2, sinyal CDMA bersifat kebal terhadap lintasan jamak (*multipath*) jika perbedaan waktu antar lintasan (*delay spread*) lebih besar dari waktu chip ( $\tau > T_c$ ).

Lokasi ujicoba diambil dalam bangunan ruko sehingga efek pantulan lebih banyak tetapi dibantu oleh adanya indoor repeater. Dari keempat lokasi pada tabel 4.2 terlihat RSSI yang diperoleh terklasifikasi dalam level low signal sampai kategori OK. Ini merupakan pengaruh dari indoor repeater yang dipasang di lantai 4 dengan panel pada lantai 3. Secara umum, RSSI dipengaruhi oleh jarak. Nilai RSSI berbanding terbalik dengan jarak, seperti yang terlihat pada hasil ujicoba tabel 4.2 Ruang A, B dan C.

Kondisi RSSI bukan satu-satunya penentu tingkat kualitas atau kecepatan akses. Terbukti nilai RSSI yang lebih kecil yang diperoleh di ruang A, B dan C menghasilkan *speed* diatas 147,8 Kbps yang diperoleh di ruang D sedangkan kondisi RSSI yang lebih baik (yaitu -81 dBm) hanya memperoleh *speed* 147,8 Kbps. Kecepatan akses juga dipengaruhi oleh interferensi, faktor lingkungan (apakah user berada di puncak atau di lembah) serta jarak lokasi *mobile station* terhadap ANTS. Pengukuran RSSI menurut jarak *mobile station* terhadap ANTS terdekat sebagai berikut :



Tabel 4.3 Pengukuran RSSI dengan referensi ANTS

Lokasi	RSSI	Jarak user terhadap ANTS	Nama ANTS	Down link	Uplink
Pluit Karang Timur	-61 dBm	0.6 Km	ANTS Pluit	480 Kbps	115 Kbps
Jl Pluit Kencana	-79 dBm	1.3 Km	ANTS Pluit	375 Kbps	92 Kbps
Jembatan Dua	-84 dBm	1,5 Km	ANTS Jembatan lima	531 Kbps	139.2 Kbps
Pluit Karang Utara	-92 dBm	1.7 Km	ANTS Pluit	231 Kbps	69 Kbps
Pantai Indah Kapuk	-72 dBm	2 Km	ANTS Pluit	689 Kbps	144 Kbps

**Analisa :**

Lokasi Pantai Indah Kapuk berjarak paling jauh terhadap ANTS, tetapi diperoleh nilai RSSI -72 dBm (dalam range *full strength*) karena tidak terlalu banyaknya penghalang. Sementara pada lokasi yang lain diperoleh nilai RSSI yang sesuai dengan fungsi jarak. Sesuai tabel 4.3, selain lokasi Pantai Indah kapuk, sinyal yang diterima oleh user yang lebih dekat ANTS adalah lebih kuat. Hal ini adalah pengaruh efek *near-far*.

**4.2 PENGUKURAN C/I(CARRIER TO INTERFERENCE)**

Tabel 4. 4 Ujicoba empat user bersamaan

Ujicoba	Ujicoba I				Ujicoba II			
4 user	A	B	C	D	A	B	C	D
C/I	-3.1dB	-3.7dB	-3.2dB	-4.7dB	-3.1dB	-3.3dB	-3dB	-5.3dB
C/I rata-rata	-3,675 dB				-3,675 dB			
Speed DL	129.7 Kbps	107.4 Kbps	131.5 Kbps	110.9 Kbps	92.8 Kbps	115.2 Kbps	105.9 Kbps	113.3 Kbps
Total Speed	479.5 Kbps				427.2 Kbps			

Tabel 4.5 Ujicoba tiga user bersamaan

Ujicoba	Ujicoba I			Ujicoba II		
3 user	A	B	C	A	B	C
C/I	-3.5dB	-3.3dB	-3.7dB	-3.1dB	-3.3dB	-3dB
$\Delta$ C/I	-3,5 dB			-3,13 dB		
Speed DL	282.7 Kbps	191.1 Kbps	167.9 Kbps	205.7 Kbps	295.5 Kbps	171.4 Kbps
Total Speed	641.7 Kbps			672.6 Kbps		

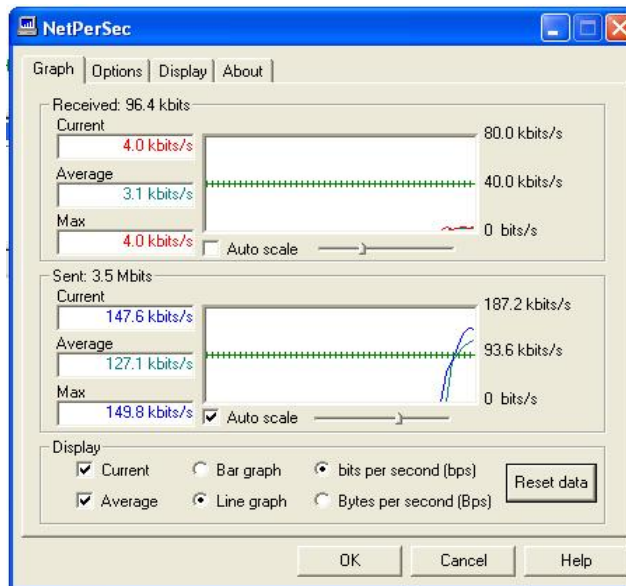
Analisa tabel 4.4 dan 4.5 :

Pada ujicoba I yang dilakukan oleh 3 user bersamaan, C/I rata-rata yang diperoleh adalah -3.5 dB, sedangkan pada ujicoba I oleh 4 user bersamaan, C/I rata-ratanya -3.675 dB. Salah satu variable utama yang mempengaruhi nilai C/I adalah jumlah user yang sedang melakukan akses internet. Nilai C/I berbanding terbalik dengan jumlah user sesuai dengan hasil perbandingan tabel 4.4 dan tabel 4.5. *Variable* lain yang mempengaruhi C/I yaitu jarak, pengaruh sinyal *interferer* serta kondisi network. C/I sangat berkaitan dengan kapasitas karena pada sistem CDMA terdapat istilah *soft capacity* seperti pada sub bab 3.3.6. Akses data tetap dapat dilayani dengan peningkatan C/I yang masih dapat diterima.

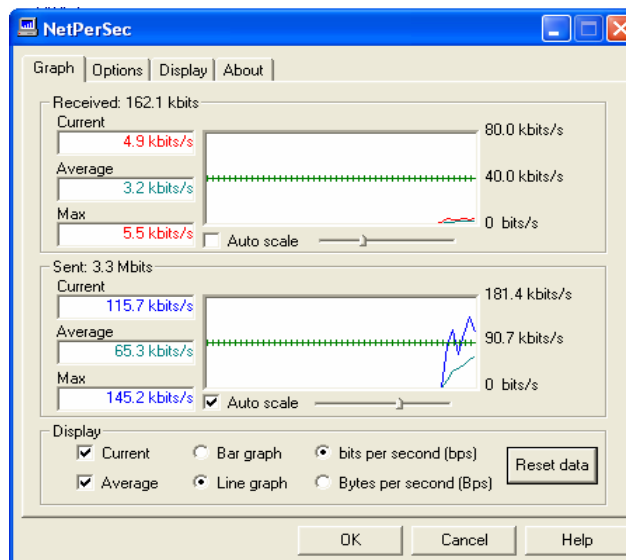
#### 4.3 PENGUKURAN SPEED YANG MENURUN PADA MULTIUSER

Tabel 4.6 Akses *downlink* dan *uplink*

Juml User	Downlink(Kbps)		Uplink(Kbps)	
1 user bergantian	446,10 Kbps	468,5 Kbps	94,9 Kbps	127,1 Kbps
2 user bersama	239,8 Kbps ; 252,8 Kbps		71,3 Kbps ; 65,3 Kbps	
3 user	171 Kbps; 168 Kbps; 171 Kbps		46 Kbps; 47 Kbps; 51Kbps	
4 user	128 Kbps; 129 Kbps; 132 Kbps; 131 Kbps		36 Kbps; 38 Kbps; 36 Kbps; 37 Kbps	
5 user	104 Kbps; 106 Kbps; 105 Kbps; 107Kbps; 103Kbps		32 Kbps; 29 Kbps; 28 Kbps ; 30Kbps; 29 Kbps	
6 user	92 Kbps; 88 Kbps; 91 Kbps; 95 Kbps; 93Kbps; 93 Kbps		25 Kbps;25 Kbps; 26 Kbps; 23 Kbps; 26 Kbps; 24 Kbps	
7 user	77Kbps; 75 Kbps; 76 Kbps; 78 Kbps; 74 Kbps; 73 Kbps; 79Kbps		18 Kbps; 19 Kbps; 20 Kbps 26 Kbps; 22 Kbps; 25 Kbps; 20 Kbps	
8 user	65 Kbps; 67 Kbps; 63Kbps; 64 Kbps; 66 Kbps; 69 Kbps; 62 Kbps; 66 Kbps		21 Kbps; 19 Kbps; 18 Kbps; 17 Kbps; 20Kbps; 19 Kbps; 20 Kbps; 19 Kbps	



Grafik 4.6. Uplink single user dengan speed rata-rata 127,1 Kbps



Grafik 4.7. Uplink 2 user bersamaan dengan speed rata-rata 65,3 Kbps

Grafik diatas diperoleh dari proses *upload* file 500 KB ke [data.mlwtelecom.com](http://data.mlwtelecom.com) dengan speed upload rata-rata 127,1 Kbps dan 65,3 Kbps.

Analisa tabel 4.6 :

Hal yang menjadi objek analisa adalah pada multiuser, speed *reverse link* menurun. Sesuai dengan sub bab 3.9, hal ini disebabkan oleh adanya penurunan  $E_b/N_t$  yang mengakibatkan FER yang meningkat. Sinyal yang diterima user akan masih dapat diterima jika  $E_b/N_t$  lebih besar dari 6 dB.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 KESIMPULAN

- 1) Dari tabel 4.2 untuk ruang A, B dan C serta tabel 4.3 kecuali lokasi Pantai Indah Kapuk, nilai RSSI berbanding terbalik dengan jarak, ini sesuai dengan efek *Near-far* pada sub bab 3.2.1.
- 2) Dari tabel 4.4 dan 4.5, nilai *C/I* berbanding terbalik dengan jumlah user tetapi dibatasi oleh *soft capacity*, sesuai dengan sub bab 3.3.6
- 3) Dari tabel 4.6, speed *reverse link* tiap user pada akses multiuser selalu menurun disebabkan oleh adanya penurunan  $E_b/N_t$  yang mengakibatkan FER yang meningkat, ini sesuai sub bab 3.9.
- 4) Dari tabel 4.3 untuk lokasi Jembatan dua, *downlink* mencapai 531 Kbps karena tiap pelanggan dapat mengirim data secara bersamaan dengan menggunakan power *Base Station* maksimum dan teknik multiplexing berdasarkan waktu sesuai sub bab 3.4.1.

## DAFTAR PUSTAKA

- ✚ 3GPP2 C.S0024 ver 4.0,"CDMA 2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification," 3GPP2, October 2002.
- ✚ 3rd Generation Partnership Project 2, "CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification," TIA/EIA/IS-856, Version 2.0, C.S0024, Oct. 27, 2000, <<http://www.3gpp2.org/>>.
- ✚ Dokumen Kajian Evolusi Jaringan CDMA 2000 1x, Telkom RDC, Desember 2004
- ✚ Dokumen Laporan Trial Teknologi Dan Aplikasi CDMA 2000 1xEVDO Telkom, Telkom RDC, Desember 2005
- ✚ P. Bender, P. Black, M. Grob, R. Padovani, N. Sindhushayana, and A. Viterbi, "CDMA/HDR: A Bandwidth-Efficient High-Speed Wireless Data Service for Nomadic Users," IEEE Commun. Mag., 38:7 (2000), 70–78.
- ✚ Q. Bi and S. Vitebsky, "Performance Analysis of 3G-1X EVDO High Data Rate System," IEEE Wireless Commun. and Networking Conf., (Orlando, FL, 2002). Vol.1, pp. 379–395.
- ✚ R.Parry,"CDMA2000 1x EVDO,"IEEE Potentials, vol. 21, no. 4, pp. 10-13, Oct.-Nov. 2002
- ✚ Santoso, Gatot, Sistem Selular CDMA, Edisi Pertama, Graha Ilmu, 2004
- ✚ Setiawan, Eddy, Uji Lapangan dan Pengukuran Performansi Teknologi 1x EV-DO release 0 di Bandung, <http://rachdian.pacific.net.id> 8 Juli 2006