

Efek Pilot Pollution Dan Cell Breathing Terhadap Performansi Jaringan WCDMA

Neilcy T. Mooniarsih

Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
e-mail : neilcyte@gmail.com

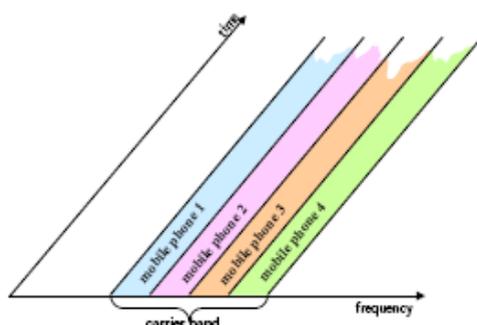
Abstract– Permasalahan yang sering dijumpai pada jaringan yang menggunakan multiple access CDMA, dalam hal ini WCDMA adalah cell breathing dan pilot pollution. Sinyal pilot merupakan sinyal yang dijadikan sebagai acuan oleh mobile station untuk mengenali dan membedakan identitas dari masing-masing base station. Pilot pollution disebabkan oleh adanya 3 atau lebih sinyal dengan daya yang hampir sama pada suatu area, yang mana interferensi (I_o) akan meningkat ketika mobile station menangkap sinyal-sinyal pilot tersebut dalam waktu yang bersamaan sehingga menyebabkan level E_b/I_o yang terukur oleh pengguna dari base station menjadi menurun. Sedangkan cell breathing merupakan fenomena membesar dan mengecilnya cakupan sel. Pada penelitian ini dibahas tentang pengaruh efek pilot pollution dan cell breathing pada daerah “ambiguitas”, dan parameter yang digunakan untuk mengukur kinerja tersebut yaitu kapasitas sel, total kepadatan interferensi, kenaikan daya noise akibat efek pilot, serta kontrol daya yang tidak sempurna.

Keywords– Cell Breathing, Pilot Breathing, dan Jaringan WCDMA.

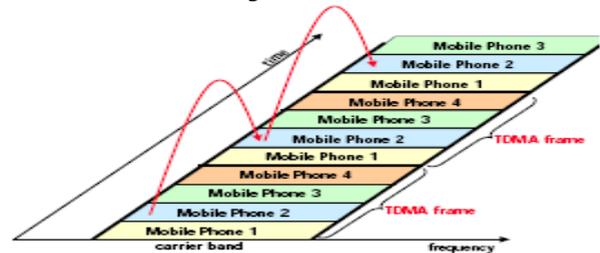
1. Pendahuluan

CDMA adalah teknik modulasi dan multiple access berdasarkan teknik spread spectrum direct sequence dimana pengiriman sinyal menduduki lebar pita frekuensi melebihi spektrum minimal yang dibutuhkan. Teknik spread spectrum pada awalnya digunakan untuk kebutuhan militer karena memiliki kelebihan mampu mengatasi jamming dengan baik. Pada tahun 1995 teknik access CDMA mulai digunakan secara komersial terutama setelah diluncurkan IS-95 pada tahun 1992 oleh Qualcomm.

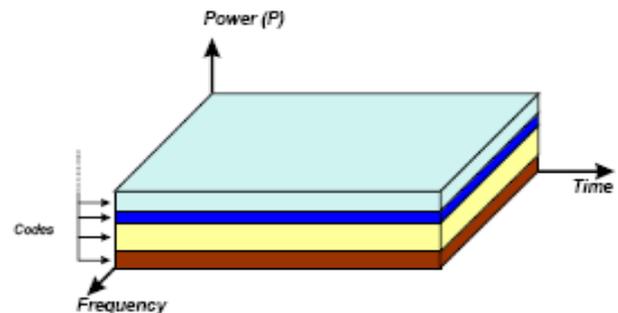
FDMA



TDMA Sistem Digital GSM IS-136



Sistem Digital IS-95 CDMA 2000 WCDMA

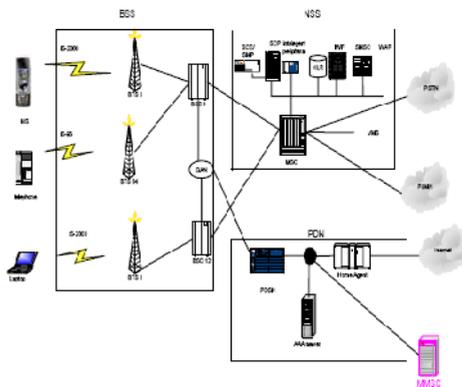


Gambar 1. Perkembangan Sistem CDMA

Pada daerah urban dimana jumlah pelanggan cukup besar maka tingkat interferensi yang terjadi juga besar. Hal ini akan menurunkan tingkat kualitas layanan komunikasi seluler. Untuk memecahkan masalah ini maka dilakukan pengaturan sinyal pilot base station yang mengacu pada *Cell Breathing*.

2. 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 dengan pengurangan multipath-fading, penawaran kapasitas dalam tiap cell dan kualitas suara yang lebih baik. Bandwidth yang luas juga membuat kemungkinan 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.



Gambar 2. Arsitektur WCDMA

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

Tabel.1. Hubungan antara carrier spacing dengan bit rate maksimum

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

2.1. Karakteristik Sistem WCDMA

Salah satu karakteristik yang terpenting dari WCDMA adalah kenyataan bahwa *power* merupakan *resource* yang dishare secara bersama-sama. Hal ini menjadikan sistem WCDMA sangat fleksibel dalam menyediakan paduan layanan dan layanan yang membutuhkan *variable bit rate*. *Radio Resource Management* dilakukan dengan mengalokasikan *power* untuk setiap user (*call*), dan untuk menjamin bahwa kualitas sinyal tidak melampaui batas maksimum *interference* yang telah ditentukan. Tidak ada alokasi kode maupun *time slot* yang dibutuhkan ketika terjadi perubahan *bit rate*. Hal ini berarti bahwa alokasi *physical channel* tidak terpengaruh pada saat terjadi perubahan *bit rate*. Sistem WCDMA tidak membutuhkan perencanaan frekuensi, dikarenakan setiap cell menggunakan frekuensi yang sama. Fleksibilitas dimiliki oleh system WCDMA, dikarenakan sistem ini menggunakan kode OVSF (*Orthogonal Variable Spreading Codes*) untuk *channelization* dari *user* yang berbeda.

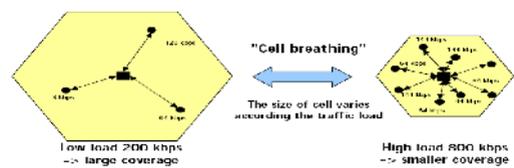
3. Performansi Jaringan WCDMA Terhadap Efek Pilot Pollution dan Cell Breathing

Kendala operasional yang dihadapi dalam penerapan yang dihadapi dalam penerapan seluler CDMA adalah tingkat *interferensi* yang terjadi sesuai dengan jumlah user pada sel tersebut. Dengan meningkatnya daya *interferensi* pada sel maka MS yang letaknya jauh dari BTS akan kehabisan daya pancar sehingga tidak dapat mempertahankan nilai E_b/N_o yang diisyaratkan dan hubungan akan tersebut.

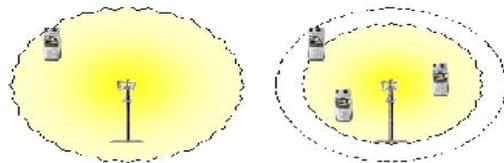
Hal diatas dapat diatasi dengan cara memindahkan sejumlah user aktif yang terletak pada daerah perbatasan sel menuju sel yang memiliki user aktif yang lebih rendah sehingga kapasitas sistem yang dicapai dapat lebih optimum. Untuk memindahkan user aktif tersebut diperlukan adanya pengaturan *signal pilot base station*.

3.1. Konsep Cell Breathing

Sel pada sistem CDMA mempunyai karakteristik berkerut (mengecil) ketika beban mendekati ambang beban maksimum yang bisa dilayani oleh *transmitter sel*. Hal ini menyebabkan pelanggan yang berada di perbatasan cakupan yang mulai mengkerut akan tidak mendapatkan layanan ketika terjadi pengkerutan. Untuk itu pelanggan tersebut harus dilimpahkan ke sel tetangga yang sedang mempunyai beban lebih ringan.



Gambar 3. Cell Breathing



Gambar 4. Perubahan cakupan karena fenomena cell shrinking (cell breathing).

3. 2. Sinyal Pilot

Pilot pollution disebabkan oleh adanya 3 atau lebih *signal pilot* dengan daya yang hampir sama pada suatu area, yang mana *interferensi* (I_o) pada daerah *downlink* akan meningkat ketika *mobile station* menangkap sinyal – sinyal *pilot* tersebut dalam waktu yang bersamaan sehingga menyebabkan level E_b/I_o yang teurukur oleh pengguna ke *base station* yang melayani menjadi menurun. Untuk mengetahuinya dapat digunakan persamaan :

$$N - 1 = \frac{W/R}{\rho(1+f) \cdot \frac{E_b}{(N_o - I_o)}} \approx N \tag{1}$$

Dimana :

- N-1 : Total Kepadatan Interferensi (dB)
- W : Bandwidth (Hz)
- ρ : Rata-rata aktivitas suara atau data
- f : Daya sinyal (dB)
- E_b : Energi per bit (dB)
- N_o : Noise (dB)
- I_o : Interferensi (dB)
- R : Kecepatan data (Kbps)

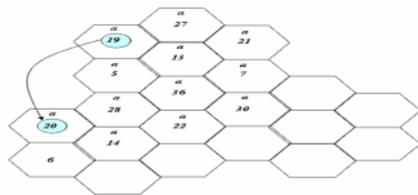
Pilot set atau kanal *pilot* diidentifikasi oleh *pilot offset* dan penempatan *frekuensi*.

- *Active set*
- *Candidate set*
- *Neighbor set*
- *Remaining set*

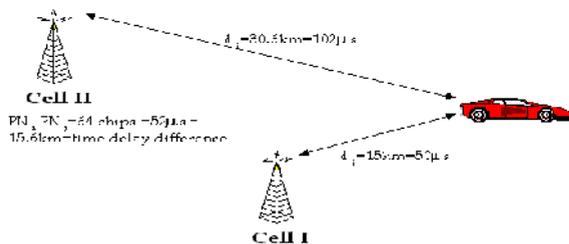
3. 3. Alokasi PN Offset

Jika sinyal dari dua sel yang kebetulan mempunyai PN offset yang berdekatan mengalami tunda propagasi ke suatu MS maka akan terjadi ambiguitas deteksi PN offset. MS akan kesulitan melakukan akuisisi sistem karena tidak tahu sel mana yang sedang aktif melayaninya. Pada gambar dibawah digambarkan bahwa dua sinyal pilot dari dua sel yang mempunyai indeks PN offset yang berdekatan diterima oleh MS dalam interval 64 chip. Sistem penerima di MS akan bingung untuk menentukan mana sel yang berfungsi sebagai sel aktif dan mana sel kandidat. Ketika sinyal yang berasal dari sel aktif dianggap sebagai sel kandidat atau sel *neighbour* maka perintah handoff pun tidak bisa dilakukan akibatnya ketika dalam kondisi panggilan (*busy*) akan terjadi *drop call*.

□ Contoh pengaturan PILOT_PN



Gambar 5. Contoh Pengaturan PILOT_PN

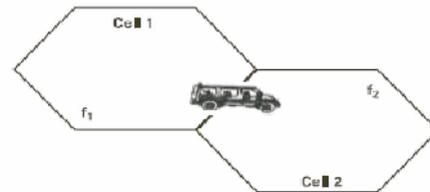


Gambar 6. Ambiguitas identifikasi sel karena Pilot Polution

3. 4. Handover

Handover adalah proses pengalihan kanal *traffic* secara otomatis pada MS yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan bahwa *handover* pada dasarnya adalah sebuah ‘call’ koneksi yang bergerak dari satu sel ke sel lainnya. Proses ini memerlukan alat pendeteksi untuk mengubah status *dedicated node* (persiapan *handover*) dan alat untuk *switch* komunikasi yang sedang berlangsung dari suatu kanal pada sel tertentu ke kanal yang lain pada sel yang lain. Keputusan untuk sebuah *handover* dibuat oleh BSC, yaitu dengan mengevaluasi secara permanent pengukuran yang

diambil oleh BTS dan MS. *Handover* terjadi karena kualitas atau daya ratio turun di bawah nilai yang dispesifikasikan dalam BSC. Penurunan level sinyal ini dideteksi dari pengukuran yang dilakukan MS maupun BTS. Konsekuensinya *handover* ditujukan ke sel dengan sinyal lebih besar. Selain itu, *handover* dapat terjadi apabila *traffic* dari sel yang dituju sudah penuh. Saat MS melewati sel, dialihkan ke *neighbouring cell* dengan beban *traffic* yang lebih kecil



Gambar 7. Mekanisme Handover

Mekanisme *handover* yang digunakan pada pengontrolan *sinyal pilot* adalah sebagai berikut:

- Ketika suatu sel CDMA sedang padat dan *interferensi* yang muncul cukup untuk menurunkan E_b/N_0 dibawah nilai *threshold g*, *base station* mulai menurunkan daya *sinyal pilot*.
- Pengguna yang terletak pada daerah *overlapping* antar sel akan melakukan *handover* menuju sel dengan *sinyal pilot* yang lebih tinggi.
- *Sinyal pilot* tidak boleh turun hingga tak terbatas untuk menjaga daerah *overlapping* antar sel yang berguna saat terjadinya *handover*.
- Daya *sinyal pilot* akan naik secara perlahan-lahan kembali jika E_b/N_0 telah berada diatas *nilai threshold g*.
- Permintaan *handover* tetap menjadi prioritas utama dibandingkan dengan permintaan pembicaraan yang baru.

3. 4. 1. Tipe Handover

- *Intra cell handover*
- *Intra-BSC handover*
- *Intra-MS*
- *Inter-MS* *handover* (*handover* antar dua *MSC*).

3. 4. 2. Soft Handover dan Hard Handover

Menurut Toni Janevski (2003 : 275) ada beberapa pendekatan desain pada *Handover* untuk memecahkan beberapa permasalahan yang mendasar, antara lain :

- 1) *Hard Handover*.
- 2) *Soft Handover*.

Soft Handover memungkinkan kedua sel, baik sel asal ataupun sel baru untuk melayani *Mobile Station* (MS) secara bersama-sama selama transisi *Handover*. Transisinya adalah ketika *Mobile Station* (MS) bergerak dari sel asal ke sel baru dan akhirnya berada di sel baru. Hal ini dimungkinkan karena semua sel memakai frekuensi kerja yang sama. *Soft Handover* selain mengurangi kemungkinan putusnya pembicaraan juga menyebabkan proses *Handover* berjalan dengan halus

sehingga tidak mengganggu pengguna. Dalam sistem analog dan digital TDMA dilakukan pemutusan hubungan sebelum fungsi *switching* berhasil dilakukan (*break – before – make switching function*) sementara pada *Code Division Multiple Access* (CDMA) hubungan dengan sel lama tidak diputuskan sampai *Mobile Station* (MS) benar-benar mantap dilayani oleh sel yang baru (*make – before – break switching function*).

Setelah sebuah panggilan dilakukan, *Mobile Station* (MS) selalu mencek sel-sel tetangga untuk menentukan apakah sinyal dari sel yang lain cukup besar jika dibandingkan dengan sinyal dari sel asal. Jika hal ini terjadi, ini merupakan indikasi bahwa *Mobile Station* (MS) telah memasuki daerah cakupan sel yang baru dan *Handover* dapat mulai dilakukan. *Mobile Station* (MS) mengirim pesan (*control message*) ke *Mobile Transmitter Station Operation* (MTSO) yang menunjukkan sinyal dari sel baru semakin menguat. *Mobile Transmitter Station Operation* (MTSO) melakukan *Handover* dengan menyediakan sebuah *link* kepada *Mobile Station* (MS) melalui sel baru tetapi *link* yang lama tetap dipertahankan. Sementara *Mobile Station* (MS) berada pada daerah perbatasan antara kedua sel, panggilan dilayani oleh kedua sel site, hal ini menyebabkan berkurangnya efek *ping – pong* atau mengulang permohonan untuk menangani kembali panggilan diantara kedua sel *site*. Sel asal akan memutuskan hubungan jika *Mobile Station* (MS) sudah sungguh-sungguh mantap dilayani oleh sel yang baru.

3. 4. 3 Faktor Kegagalan Handover

- Peningkatan jumlah panggilan (*call_attempt*).
- Interferensi.

Untuk mengetahui seberapa besar interferensi yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$I_o = \frac{(N - 1)P}{W} \tag{2}$$

Dimana :

- I_o : Interferensi (dB)
- N : Jumlah Kapasitas MS pada satu sel
- W : Bandwidth (Hz)
- P : Daya Pancar BTS (dB)

Dengan mengetahui E_b (energi per bit) sebelumnya, yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$E_b = \frac{P}{R} \tag{3}$$

Dimana :

- E_b : Energi per bit (dB)
- P : Daya terima MS (dB)
- R : Kecepatan Data (Kbps)

Maka setelah kedua persamaan telah diketahui, dapat dihitung total kepadatan interferensi. Maka persamaannya adalah sebagai berikut :

$$N - 1 = \frac{W/R}{E_b/I_o} \tag{4}$$

Untuk mengetahui kenaikan noise yang terjadi, dapat digunakan persamaan berikut :

$$\frac{P}{N_o W} = \frac{E_b}{(N_o - I_o)} \cdot \frac{R}{W} \cdot \left[\frac{\rho(N - 1)(1 - f)P}{N_o W} - 1 \right] \tag{5}$$

Dimana :

- N : Jumlah Kapasitas MS pada satu sel
- P : Daya pancar 1 kanal sel
- f : Daya sinyal (dB)
- E_b : Energi per bit (dB)
- N_o : Noise (dB)
- R : Kecepatan Data (Kbps)
- W : Bandwidth (Hz)

ρ : faktor aktivitas rata-rata suara atau data

- Propagasi.

Propagasi adalah pelemahan yang diperkirakan akan dialami sinyal dari *Base Station* (BS) ke *Mobile Station* (MS).

- *Fading*

Perubahan kuat sinyal yang terjadi akibat gangguan propagasi, seperti adanya pemantulan yang disebabkan oleh kontur alam, gedung, rumah, dan lain-lain.

3. 5. Power Control

Power control dalam sistem CDMA dibedakan atas *reverse power control* dan *forward power control*. *Power control reverse* ditujukan untuk mengontrol level daya pancar MS (*Mobile Station*), sedangkan *power control forward* digunakan untuk mengontrol level daya pancar BS (*Base Station*) Pada WCDMA menggunakan metode *fast power control* khususnya pada arah *reverse*. Periode peng-*update-an power control user* adalah 1500 kali setiap menit (1500KHz) yang lebih cepat daripada perubahan *pathloss user* dan juga bahkan lebih cepat dari perubahan kanal *fast reyleigh fading*. WCDMA menggunakan *open loop power control* untuk initial daya pertama kali yang harus dipancarkan oleh MS. Sedangkan selanjutnya, untuk arah *reverse* menggunakan *fast close loop power control*. Metode *closed loop power control* ini akan mampu mengontrol ketidakseimbangan daya *reverse* yang diterima oleh BS, Sedangkan pada arah *forward* menggunakan *close loop power control*. Alasannya bagaimana agar *user* yang berada di sisi *border* sel juga bisa mendapatkan sinyal dengan kualitas yang bagus, artinya memperkecil efek *other cell interference*. Fungsi *closed loop power control* pada arah *forward* juga member tambahan daya untuk menjaga Qos sinyal jika *error correcting code* tidak bekerja dengan baik.

Untuk menghitung kontrol daya yang tidak sempurna dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\left[\frac{E_b}{N_o + I_o} \right]_{\text{adjust}} = \frac{E_b}{N_o + I_o} \cdot e^{(\beta\sigma)^2/2} \tag{6}$$

Dimana :

- β : nilai konstanta setara $\ln(10)/10 = 0.23025$
- σ : standar deviasi dalam kondisi kontrol daya yang sempurna = 30^0
- E_b : Energi per bit (dB)
- N_o : Noise (dB) dan I_o : Interferensi (dB)

3.6. Parameter Performansi Jaringan WCDMA

Berikut ini beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur performansi jaringan :

- E_b/I_0 atau E_b/N_0 merupakan perbandingan antara energi tiap bit sinyal informasi terhadap sinyal interferensi atau sinyal derau (noise) yang menyertainya.
- FER (frame error rate) suatu perbandingan antara frame error terhadap frame yang diterima dengan baik.
- Merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur permasalahan kualitas suara dan cakupan layanan..
- Processing Gain. Ialah perbandingan antara lebar bandwidth sinyal pembawa (W) terhadap sinyal informasi yang dikirimkan dalam hal ini yang digunakan adalah vocoder rate atau rate set (R).
- Mean opinion score (MOS). Ialah representasi kualitas suara yang dilakukan dengan membandingkan antara vocoder satu dengan vocoder lainnya menurut opini pendengar secara rata – rata di dalam ruangan yang bebas interferensi suara dengan perlakuan yang sama, oleh orang yang sama dan dalam kondisi yang sama.
- Call success ratio. Atau rasio keberhasilan panggil didasarkan pada jumlah panggilan sukses terhadap total jumlah panggilan yang dilakukan.
- Service coverage. Atau cakupan layanan didasarkan pada kekuatan sinyal dan kemampuan jaringan dapat tetap mempertahankan kuat sinyal sebesar -100dBm atau lebih baik selama periode panggilan terjadi.

Kapasitas jangkauan kuas daerah yang terkena efek pilot pollution dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = \frac{W/R}{\left(\frac{E_b}{N_0 + I_0}\right)_{adjust}} \cdot F \cdot \left(\frac{1}{\rho}\right) \cdot G \quad (7)$$

Dimana :

F :Rasio interferensi luar sel terhadap dalam sel

G : Handover Gain (dB)

W : Bandwidth (Hz)

- Call Drop-out atau Drop call. Parameter ini didasarkan pada ketidakpastian jaringan mengalami putus hubungan saat terjadi panggilan oleh terminal MS oleh jaringan dalam waktu 100 detik selama periode panggilan untuk tiap terminal MS.
- Voice Quality atau kualitas suara didasarkan pada kemampuan jaringan memberikan tingkat kualitas suara yang dapat diterima dengan baik dengan metode MOS dan merupakan informasi komplemen dari cakupan layanan.

4. Analisa Efek Pilot Pollution dan Cell Breathing Terhadap Performansi Jaringan WCDMA

Pengalokasian *PN offset* yang tidak tepat serta jarak yang terlalu dekat akan mengakibatkan ‘ambiguitas’ atau dengan kata lain menyebabkan suatu BTS dalam

keadaan bingung dalam melayani suatu panggilan. Terlalu dekatnya jarak *pilot_inc* menyebabkan adanya pengguna pada tiap sel yang terkena *efek pilot pollution*, antara lain :

- Pada daya terima MS = -40 dB dan daya pancar 36 dB . Jumlah pengguna yang terkena *efek pilot pollution* adalah sebanyak 37 pengguna. Lebih tinggi dibandingkan yang lainnya dikarenakan tingkat kepadatan interferensi yang paling tinggi, yaitu $39,5996832\text{dB}$

Penulis menggunakan daya terima *mobile station* (MS) yang berbeda, sehingga mengakibatkan daya jangkau yang berbeda. Sehingga mengakibatkan suatu sel mengembang atau yang dinamakan *cell breathing*. Standar yang biasanya digunakan sejumlah operator dalam melayani *coverage area* nya adalah $8,176\text{ km}^2$ Pada daya terima MS = -40 dB dan daya pancar 36 dB , luas daerah menjadi $14,43877533\text{ km}^2$.

Minimum waktu tunda 1 offset dengan offset yang lainnya adalah $5,59\text{ km}$. Fenomena *cell breathing* mengakibatkan jarak antara BTS dengan *sinyal pilot* terlalu berdekatan atau yang disebut *pilot_inc*.

$$pilot_{inc} = \frac{D + 0.5W_A}{64} \quad (8)$$

Dimana D adalah *Adjacent Offset Alias* dengan D r W_A adalah jumlah sel pilot yang sama dalam 1 sel = 28 chip (*ketentuan link balancing perencanaan jaringan CDMA 2000 1x*)

5. Kesimpulan

1. Kondisi E_b/N_0 dalam kondisi *traffic* normal yaitu -7 dB , sedangkan dalam perhitungan yang telah dilakukan terjadi dalam kondisi *light traffic loading* E_b/N_0 dibawah -1 dB , yaitu terjadi keadaan *pilot pollution*, dimana terlalu banyak sektor yang overlap mengakibatkan E_b/N_0 akan semakin kecil.
2. *Interferensi* (I_0) dengan daya pancar BTS 36 dB sebesar $1.2890625 \cdot 10^{-03}\text{ dB}$.
3. Dengan tingginya nilai *interferensi* dan *noise* mengakibatkan terjadinya soft handover agar tidak terjadi gagal panggilan. Kecilnya nilai E_b/N_0 memberikan performansi (unjuk kerja) yang kurang maksimal pada suatu BTS.
4. Kontrol daya yang tidak sempurna terjadi pada daerah dengan daya terima MS (*mobile station*) – 90 dB yaitu sebesar $60,92326059\text{ dBw}$, dengan kenaikan daya *noise* sebesar $-4,210029574 \cdot 10^{-07}\text{ dB}$ per tiap sel nya.
5. Pengalokasian *PN Offset* yang tidak tepat serta jarak yang terlalu dekat akan mengakibatkan ‘ambiguitas’ atau dengan kata lain menyebabkan suatu BTS dalam keadaan bingung dalam melayani suatu panggilan. Terlalu dekatnya jarak *pilot_inc* menyebabkan adanya pengguna pada tiap sel yang terkena *efek pilot pollution*. Minimum waktu tunda 1 *offset* dengan *offset* yang lainnya adalah $5,59\text{ km}$.

6. Menggunakan daya terima *mobile station* (MS) yang berbeda dengan daya pancar BTS yang maksimal, sehingga mengakibatkan daya jangkauan yang berbeda. Sehingga mengakibatkan suatu sel mengembang atau yang dinamakan *cell breathing*. Standar yang biasanya digunakan sejumlah operator dalam melayani *coverage area* nya adalah 8, 176 km²

Referensi :

- [1]. Nachwan Muffi A, 2003, Sistem Komunikasi Bergerak, Jakarta.
- [2]. Suhada, IR dan Shigeki Shoji, Teknik Telekomunikasi, cetakan kelima, PT Pradnya paramitha, Jakarta, 1991.
- [3]. Witjaksono Bogi, IR, MT dan Adriansyah Mufti Nachwan, ST, buku pegangan STT Telkom Bandung, Bandung 2001.
- [4]. <http://www.IEC.ORG>, Web Proforum Tutorial Cellular Communication.
- [5]. Motorola, Inc, CDMA/CDMA2000 1X RF Palaning guide.
- [6]. Ketcum, J.,M. Wallace, and R Walton, "CDMA Network Deployment of 8 Kbps and 13 Kbps Voice service, "Proc. Of Internatonal Conf. On UPC, IEEE, 1996.
- [7]. Ferdian, Mustahar dan Fitri Yuli Zulkifli, " Analisis Performansi Radio Base Station Control (RBS) Flexi di Base Station Control (BSC) Kota 2 Jakarta Barat Untuk Trafik Suara dan Data", April 2005
- [8]. Dahlman Erik, Gudmunson Bjorn, Nilsson Mats, and Skold Johan, "UMTS/IMT-2000 Based on Wideband CDMA", IEEE Communication Magazine, September 1998.
- [9]. Rianto, Yan, "IMT-2000: Komunikasi di Mana Saja, Kapan Saja", Elektro Indonesia, No.21, Mei/Juni 1998.
- [10]. Hendra Prasetya, F.X, dan Dian Rachmawati "Analisis Trafik 2000 1X", Semarang 2007.

Biografi

Neilcy T. Mooniarsih, Dosen Fakultas Teknik jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura sejak tahun 1995. Beralamat di Komplek Untan Jalan M. Husni Thamrin P 40 Pontianak. Kelahiran di Pontianak 19 September 1969 bersekolah di Pontianak (SDN 7 tamat 1982, SMPN XIII tamat 1985, SMAN I tamat 1988). Sarjana Teknik Elektro Untan tamat 1995. Menyelesaikan Program S2 Teknik Elektro pada Universitas Gadjah Mada pada tahun 2003. Membina mata kuliah Kalkulus, Matematika Teknik I, Matematika Teknik II, dan Sistem Telekomunikasi di Pogram Studi Teknik Elektro dan Teknik Informatika di Fakultas Teknik Untan.

