

**PENGARUH JUMLAH PELANGGAN TERHADAP  
PROSES *ADMISSION CONTROL* DI SISTEM WCDMA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**SUHARYONO**  
**NIM. 0001060383-63**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
MALANG  
2007**

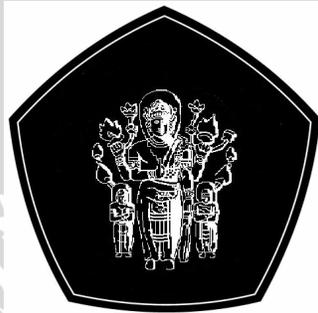
repository.ub.ac

**PENGARUH JUMLAH PELANGGAN TERHADAP  
PROSES *ADMISSION CONTROL* DI SISTEM WCDMA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



Disusun oleh :

**SUHARYONO**  
**NIM. 0001060383-63**

Telah diperiksa dan disetujui oleh  
Dosen Pembimbing :

Ir. Endah Budi P, MT.  
NIP. 131 839 362

Herman Tolle, ST. MT.  
NIP. 132 283 206



repository.ub.ac

**PENGARUH JUMLAH PELANGGAN TERHADAP  
PROSES *ADMISSION CONTROL* DI SISTEM WCDMA**

Disusun oleh:

**SUHARYONO**  
**NIM. 0001060383-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 30 Maret 2007

**Majelis Penguji:**

**Ir. Wahyu Adi Priyono, MS.**  
**NIP. 131 759 602**

**Ir. Erfan Achmad Dahlan**  
**NIP. 132 206 465**

**Ali Mustofa, ST, MT.**  
**NIP. 132 258 187**

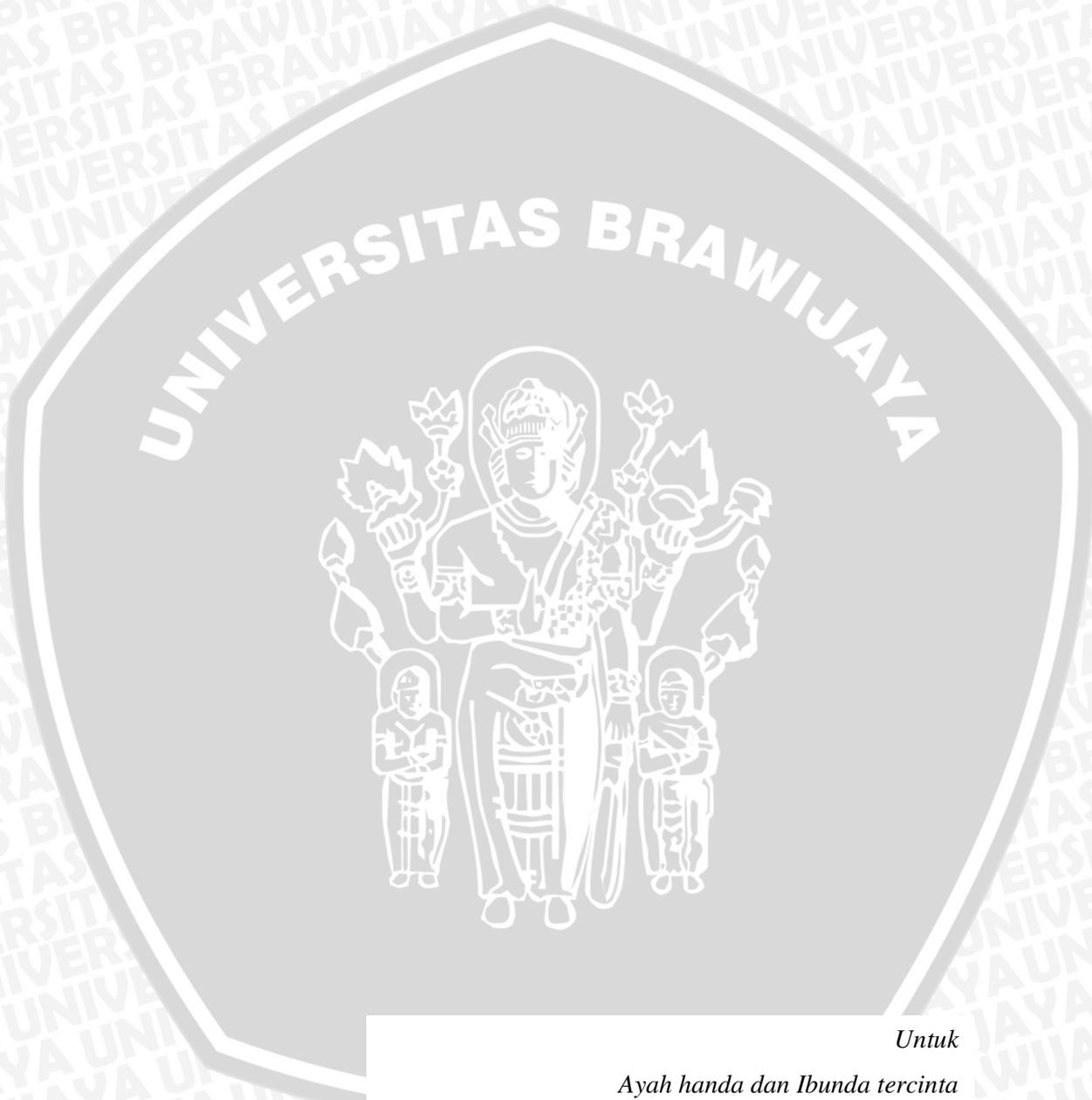
**Rudy Yuwono, ST, MSc**  
**NIP. 132 206 528**

Mengetahui:  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Ir. Purwanto, MT.**  
**NIP. 131 574 847**

رِضَا الرَّبِّ فِي رِضَا الْوَالِدَيْنِ وَسَخَطُ الرَّبِّ فِي سَخَطِ الْوَالِدَيْنِ . (رواه الترمذی)

“Seorang akan mendapat ridho Tuhan apabila ridho orangtuanya, dan mendapat murka Tuhan apabila dimurkai orang tuanya.” (H.R. Tarmidzi)



Untuk

Ayah handa dan Ibunda tercinta

Saudara-saudaraku tersayang,

dan teman-temanku

“Hormatilah orangtuamu dan gurumu karena

tanpamereka apalah artinya dirimu”

Semoga ALLAH SWT ridho dengan Skripsiku

## PENGANTAR

Alhamdulillahirrobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Jumlah Pelanggan Terhadap Proses Admission Control di Sistem WCDMA" yang merupakan sebagian syarat kelulusan dalam memperoleh gelar kesarjanaan di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Bapak H. Masnari dan Ibu Hj. Kalimah yang telah memberikan dukungan baik finansial, moril serta do'a untuk dapat segera menyelesaikan skripsi ini.
2. Ir. Purwanto MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
3. Ir. Wahyu Adi Priyono MS, selaku KKDK Telekomunikasi yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan proposal skripsi ini.
4. Ir. Endah Budi Purnomowati, MT. dan Herman Tolle, ST. MT., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam membimbing dan memberi arahan untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
6. Seluruh teman-teman Elektro, khususnya reguler 2000 atas kekompakan, dukungan, dan semangat yang diberikan.
7. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu dan telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari ketidaksempurnaan dalam skripsi yang telah diselesaikan, sehingga masih sangat mengharapkan kritik, saran dan masukan dari pembaca untuk dapat memperbaiki segala kekurangan di dalam skripsi ini. Akhirnya semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna terutama bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.

Malang, 30 Maret 2007

Suharyono

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAKSI</b> .....	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Ruang Lingkup.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK SELULER</b>	
2.1 Umum .....	4
2.2 Konsep Sistem Komunikasi Bergerak Seluler.....	5
2.3 Konsep Sistem Komunikasi Bergerak Seluler WCDMA.....	6
2.4 Konsep Dasar UMTS .....	7
2.5 Daerah Layanan dan Struktur Sel UMTS.....	8
2.6 Arsitektur UMTS .....	10
2.7 <i>Radio Network Functionality</i> .....	13
2.7.1 Kontrol Daya.....	13
2.7.2 Kontrol <i>Handover</i> .....	14
2.7.3 Kontrol <i>Admission</i> .....	16
2.7.4 Kontrol Beban ( <i>Load Control</i> ).....	16
2.8 Sistem Akses Jamak.....	17
2.8.1 <i>Frequency Division Multiple Accses</i> .....	17
2.8.2 <i>Time Division Multiple Access</i> .....	18
2.8.3 <i>Code Division Multiple Access</i> .....	18

	iii
2.8.4 Perbandingan Akses Jamak.....	19
2.9 Interferensi.....	20
2.9.1 Interferensi kanal bersebelahan.....	20
2.9.2 Interferensi <i>co-channel</i> .....	21
2.10 Parameter Sistem WCDMA Seluler.....	22
2.10.1 <i>Processing Gain</i> ( $G_p$ ).....	22
2.10.2 <i>Receive Signal Level</i> (RSL).....	22
2.10.3 <i>Signal to Interference Ratio</i> (SIR).....	23
2.10.4 Rugi-rugi Propagasi Hata.....	25
<b>BAB III UPLINK ADMISSION CONTROL SISTEM WCDMA</b>	
3.1. <i>Wideband Code Division Multiple Access</i> (WCDMA).....	27
3.2 Aplikasi Layanan WCDMA.....	29
3.3 WCDMA <i>Air Interface</i> .....	29
3.3.1 Spektrum Frekuensi.....	30
3.3.2 Alokasi Frekuensi.....	32
3.3.3 Struktur Kanal.....	33
3.3.3.1 Kanal Fisik ( <i>Physical Channel</i> ).....	33
3.3.3.2 Kanal Pembawa ( <i>Transport Channel</i> ).....	34
3.4 Kapasitas Sistem Seluler WCDMA.....	34
3.4.1 Model Interferensi.....	34
3.4.1.1 <i>Intra-cell Interference</i> .....	35
3.4.1.2 <i>Inter-cell Interference</i> .....	36
3.4.1.3 Model Interferensi pada Struktur <i>Multicell</i> .....	37
3.4.2 Kapasitas Kanal WCDMA.....	39
3.5 Strategi <i>Admission Control</i> .....	41
3.5.1 <i>Admission Control</i> Berdasarkan SIR.....	43
3.5.2 <i>Admission Control</i> Berdasarkan Daya Total.....	44
<b>BAB IV METODOLOGI</b>	
4.1 Kajian Pustaka.....	46
4.2 Pengumpulan Data.....	46
4.3 Analisis Data.....	47
4.4 Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	47

**BAB V ANALISIS ADMISSION CONTROL PADA SISTEM WCDMA**

5.1 Perhitungan *Link Budget* pada WCDMA ..... 49

    5.1.1 Perhitungan Radiasi Daya Pancar Isotropis Efektif (EIRP) ..... 49

    5.1.2 Perhitungan *Processing Gain* ( $G_p$ ) ..... 49

    5.1.3 Perhitungan *Thermal Noise* ( $N_0$ ) ..... 50

    5.1.4 Analisis Rugi-Rugi Propagasi (*Path Loss* ( $L_p$ )) ..... 50

    5.1.5 Analisis Daya Yang Diterima Node B (*Receive Signal Level*) ..... 51

5.2 Analisis Interferensi ..... 51

    5.2.1 Analisis *Intra-cell interference* ..... 51

    5.2.2 Analisis *Inter-cell interference* ..... 52

    5.2.3 Analisis Total Interferensi ..... 56

5.4 Analisis *Admission Control* ..... 56

    5.4.1 Analisis *Signal to Interference Ratio* (SIR) ..... 56

    5.4.2 Analisis *Admission Control* Berdasarkan SIR ..... 57

    5.4.3 Analisis *Admission Control* Berdasarkan Daya Total ..... 60

**BAB VI PENUTUP**

6.1. Kesimpulan ..... 64

6.2. Saran ..... 64

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

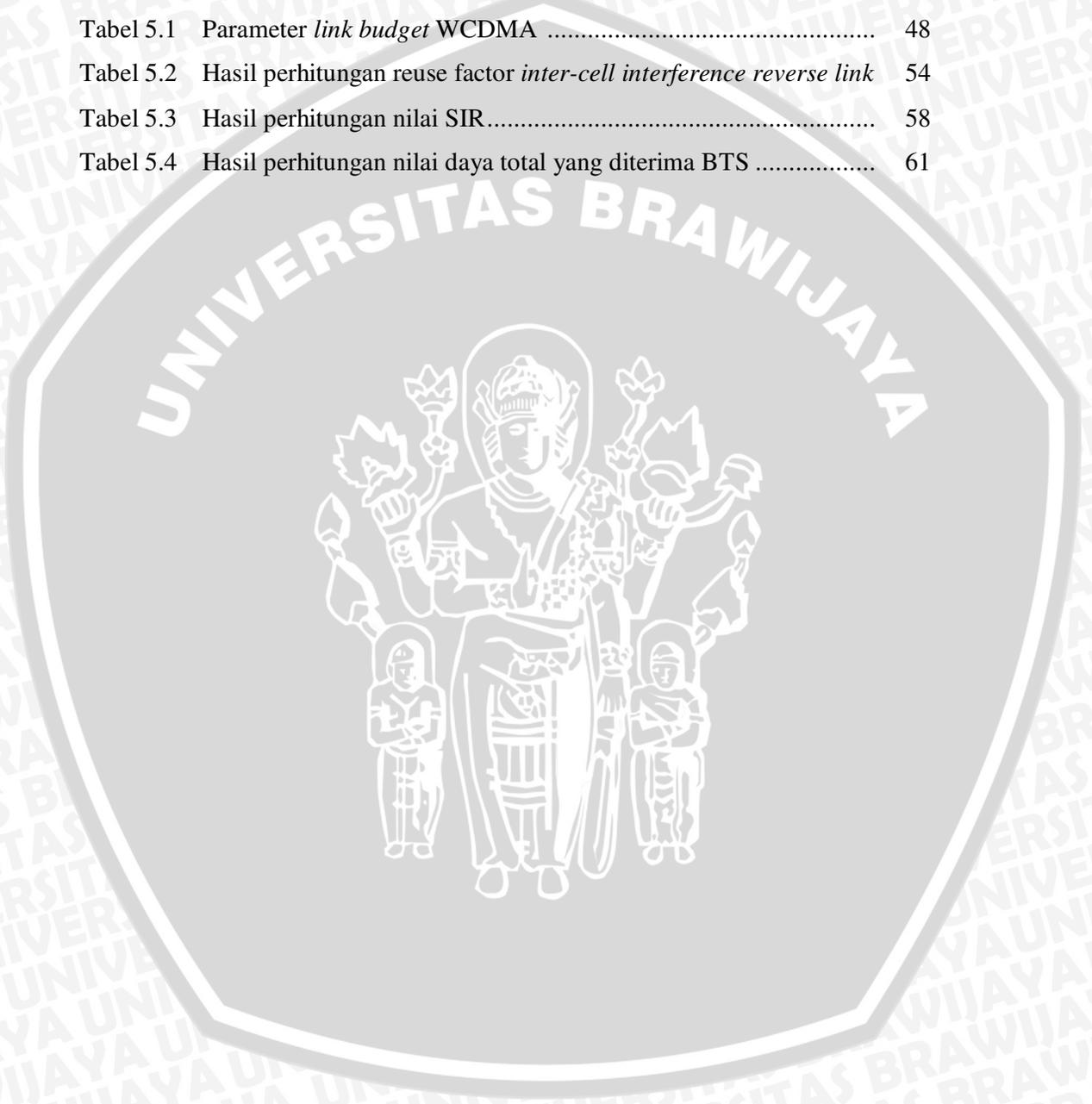


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perbedaan sistem seluler dengan system konvensional .....	6
Gambar 2.2	Skema perkembangan layanan sistem komunikasi seluler .....	7
Gambar 2.3	Zona Global UMTS .....	9
Gambar 2.4	Konfigurasi jaringan UMTS.....	11
Gambar 2.5	Lokasi setiap kontrol pada jaringan.....	13
Gambar 2.6	Kondisi tanpa kontrol daya pada sel tunggal .....	14
Gambar 2.7	<i>Soft handover</i> diantara dua base station .....	15
Gambar 2.8	Perbansingan antara <i>Hard handover</i> dengan <i>Soft handover</i> .....	16
Gambar 2.9	Ilustarsi sistem akses jamak yang berbeda.....	19
Gambar 2.10	Interferensi kanal bersebelahan ( <i>Adjacent co-chanel</i> ).....	21
Gambar 2.11	Interferensi <i>co-chanel</i> .....	21
Gambar 3.1	Perbansingan N-CDMA dan W-CDMA.....	28
Gambar 3.2	Alokasi spektrum dalam UTRA .....	30
Gambar 3.3	Perbedaan prinsip tansmisi UTRA TDD dan UTRA FDD.....	32
Gambar 3.4	Penggunaan frekuensi pada WCDMA.....	33
Gambar 3.5	Interferensi <i>revers link</i> untuk sel tunggal.....	35
Gambar 3.6	Konfigurasi sel jamak dan <i>inter-sector interference</i> .....	36
Gambar 3.7	Geometri interferensi <i>revese link</i> untuk sel jamak .....	37
Gambar 3.8(a)	<i>Ring</i> sistem <i>celluler</i> .....	38
Gambar 3.8(b)	Koordinat sistem <i>celluler</i> .....	39
Gambar 5.1	Grafik $d/R$ terhadap <i>reuse factor</i> .....	55
Gambar 5.2	Grafik perubahan SIR terhadap penambahan <i>user</i> .....	59
Gambar 5.3	Grafik perubahan $R_k$ terhadap penambahan <i>user</i> .....	59
Gambar 5.4	Grafik daya total yang diterima BTS.....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe sel dan Karakteristiknya.....	10
Tabel 3.1	Aplikasi layanan pada WCDMA.....	29
Tabel 5.1	Parameter <i>link budget</i> WCDMA .....	48
Tabel 5.2	Hasil perhitungan reuse factor <i>inter-cell interference reverse link</i> .....	54
Tabel 5.3	Hasil perhitungan nilai SIR.....	58
Tabel 5.4	Hasil perhitungan nilai daya total yang diterima BTS .....	61



## ABSTRAKSI

**SUHARYONO**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, Februari 2007, *Pengaruh Jumlah Pelanggan Terhadap Proses Admission Control di Sistem WCDMA*. Dosen Pembimbing: Ir. Endah Budi Purnomowati, MT dan Herman Tolle, ST. MT.

Kelebihan beban dalam sistem komunikasi seluler WCDMA menjadi suatu permasalahan karena kualitas layanan akan mengalami penurunan sampai dibawah level yang direncanakan, jika interferensi yang terjadi didalam sel terlalu banyak. Oleh karena itu dibutuhkan suatu algoritma yang mengatur sumber sinyal, untuk membatasi besar interferensi dalam sel agar sistem WCDMA mampu beroperasi pada *signal-to-interference ratio* (SIR) rendah. Admission control merupakan suatu mekanisme untuk mengatur sumber radio agar sistem tidak kelebihan beban, dengan membatasi jumlah pelanggan.

Analisis pengaruh jumlah pelanggan terhadap proses *admission control* dilakukan dengan menghitung interferensi yang disebabkan oleh banyaknya jumlah pelanggan baik dalam satu sel maupun dari sel lain. Proses *admission control* dengan metode *signal-to-interference ratio* (SIR) dan daya total. Pelanggan baru akan tidak diterima (*blocking*) apabila total daya sudah melebihi daya yang ditetapkan atau SIR pelanggan lebih kecil dari *SIR-threshold* yang ditetapkan

Hasil akhir dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya jarak penginterferensi maka nilai *reuse factor* semakin turun dan nilai daya interferensinya juga turun. Nilai *reuse factor* yang diperoleh dari 100 sel adalah 0,33. Pada admission control berdasarkan SIR penurunan nilai SIR dibatasi oleh nilai *SIR-threshold* sehingga diperoleh jumlah maksimum *user* sebesar 105 *user*. Nilai *SIR-threshold* 0,010046 dan nilai *user* ke-105 sebesar 0,010078. Pada admission control berdasarkan daya total penambahan daya total dibatasi oleh nilai *daya-threshold* yang nilainya sebesar  $2,378 \times 10^{-13}$  W. Dengan dibatasi oleh nilai *daya-threshold* maka diperoleh jumlah maksimum *user* sebesar 105, nilai daya total pada saat *user* berjumlah 105 ditambah daya *request* sebesar  $2,374 \times 10^{-13}$  W.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi bergerak merupakan teknologi komunikasi yang sekarang berkembang sangat pesat. Peningkatan secara signifikan dalam jumlah pelanggan dan *traffic*, memerlukan *bandwidth* yang lebih besar untuk aplikasi *game*, *download* musik dan *video streaming*. Untuk mengatasi permintaan yang sebegitu besar perlu adanya *bandwidth* baru dan teknologi baru, maka para pengembang membuat suatu teknologi baru yaitu *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA).

Penggunaan seluler WCDMA sudah memasuki generasi ke tiga atau dikenal IMT 2000 (*International Mobile Telecommunications System*). Sistem ini berbeda dengan sistem CDMA pita sempit (*narrow band*). CDMA pita lebar bekerja pada frekuensi 2 MHz, 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 kini sudah menerapkan teknologi WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) pada gelombang 5 MHz.

Sistem komunikasi ini membutuhkan pengontrolan untuk menjaga kelebihan beban. *Admission control* merupakan suatu mekanisme untuk mengatur sumber radio agar tidak kelebihan beban pada suatu hubungan dengan membatasi jumlah pelanggan. Ketika kapasitas hampir penuh sistem radio seluler masih menerima pelanggan lain yang akan mengganggu kualitas layanan untuk setiap pelanggan. Oleh karena itu, *admission control* penting sekali. Inti dalam permasalahan ini adalah interferensi yang disebabkan oleh pelanggan lain pada sistem. Kemudian pelanggan akan diterima jika pelanggan dalam sel sudah sesuai dengan jumlah *user* yang ditentukan.

*Admission control* merupakan suatu metode untuk memproses pelanggan yang akan mengakses agar tidak kelebihan pelanggan/beban. Kelebihan beban dalam sistem akan mengurangi kualitas layanan, suara tidak baik atau data yang dikirim ada yang hilang. Banyak metode yang digunakan dalam *admission control*, dalam penyusunan tugas akhir ini akan digunakan dua metode: *admission control* berdasarkan daya maksimum dan *admission control* berdasarkan *Signal to Interferensi Ratio* (SIR).

Strategi *admission control* digunakan agar tidak terjadi kelebihan beban yang akan mengurangi kualitas layanan dari setiap pelanggan. Pelanggan baru akan tidak diterima (*blocking*) apabila total daya sudah melebihi daya yang ditetapkan atau SIR pelanggan lebih kecil dari SIR *threshold* yang ditetapkan.

Teknologi kontrol jumlah pelanggan ini untuk aplikasi telekomunikasi pada WCDMA layanan multimedia, yang berfungsi untuk menghindari kelebihan beban dalam sistem.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka perumusan masalah dalam tulisan ini dititikberatkan pada:

1. Bagaimana perhitungan interferensi yang diterima *base station*.
2. Bagaimana perhitungan kapasitas jumlah pelanggan WCDMA yang diterima *base station*.
3. Bagaimana perhitungan SIR *threshold* dan daya *threshold* maksimum.
4. Bagaimana analisis dengan strategi *admission control* berdasarkan *Signal to Interference Ratio* (SIR) dan daya maksimum.

## 1.3 Ruang Lingkup

Mengacu pada rumusan masalah di atas, maka pembahasan dalam skripsi ini di titik beratkan pada:

1. Sistem seluler yang digunakan adalah sistem WCDMA
2. Analisis dilakukan dengan menggunakan *admission control* pada *reverse link*.
3. Pembahasan hanya untuk kontrol daya sempurna (*perfect power control*).
4. Pembahasan hanya untuk aplikasi *voice*.

## 1.4 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis pengaruh jumlah pelanggan pada proses *admission control* di sistem WCDMA dalam pelayanan komunikasi seluler.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan tugas akhir ini dibagi dalam enam bab yaitu:

- BAB I. PENDAHULUAN, yang membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.
- BAB II. SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK SELULER WCDMA, yang berisi kajian teori mengenai sistem komunikasi bergerak seluler WCDMA yang meliputi konsep sistem komunikasi bergerak seluler, daerah layanan UMTS, arsitektur UMTS, radio network functionality, *multiple access*, interferensi dan parameter WCDMA.
- BAB III. *UPLINK ADMISSION CONTROL* PADA SISTEM WCDMA, yang berisi kajian teori mengenai WCDMA, aplikasi layanan, WCDMA air interface, kapasitas sistem WCDMA dan strategi *admission control*.
- BAB IV. METODOLOGI, yang berisi cara-cara dalam menyusun dan menganalisa tugas akhir.
- BAB V. ANALISIS *ADMISSION CONTROL* PADA SISTEM WCDMA, yang berisi analisis *admission control* berdasarkan SIR (*Signal to Interferensi Ratio*) dan analisis *admission control* berdasarkan daya maksimum.
- BAB VI. PENUTUP, yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang dilakukan.

## BAB II

### SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK SELULER WCDMA

#### 2.1 Umum

Di dalam sistem komunikasi radio bergerak seluler membagi daerah komunikasi menjadi daerah-daerah atau sel-sel dengan radius jangkauan tertentu. Sistem yang pada awalnya didominasi oleh teknologi analog ini terus berkembang pesat sampai ditemukannya teknik digital yang memberikan kemajuan dalam hal pemrosesan sinyal sehingga dihasilkan sistem dengan unjuk kerja yang semakin baik.

Sistem komunikasi bergerak juga dituntut untuk dapat menjamin kontinuitas pelayanan seperti halnya sistem telepon tetap, bukan saja pada saat pengguna diam melainkan juga pada saat pengguna bergerak, dengan melibatkan banyak parameter-parameter yang didasarkan pada sifat dari kanal radio dengan kualitas yang khusus (*Jörg Ebersächer, 1999 : 7*).

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang berjalan dengan sangat pesat dewasa ini dengan berbagai jenis layanan baru mulai bermunculan, sehingga pemakaian jaringan membutuhkan sistem yang berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar. Kebutuhan akses informasi yang cepat akan terus berkembang tersebut dipengaruhi dengan adanya kebutuhan fleksibilitas dan produktifitas yang lebih tinggi, untuk aplikasi internet, multimedia, video dan aplikasi lainnya yang membutuhkan kapasitas besar dan kecepatan tinggi. Kebutuhan-kebutuhan tersebut setidaknya akan terpenuhi dengan munculnya sistem komunikasi generasi ke-3.

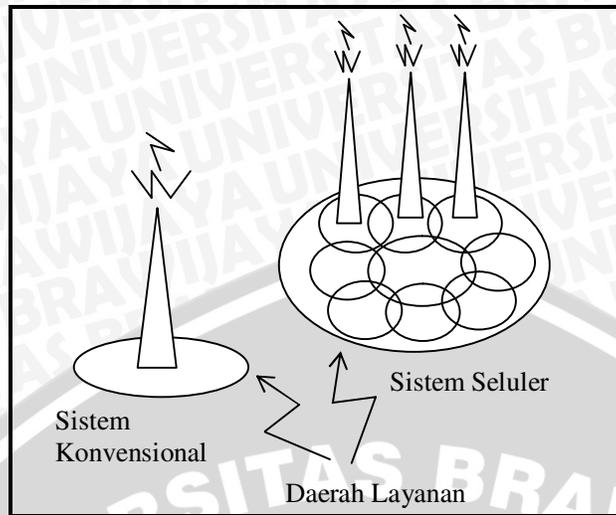
WCDMA (*Wideband Code Devision Multiple Access*) mendominasi teknologi telekomunikasi generasi ke-3, layanan teknologi ini akan menambah performansi dibandingkan dengan standar *wireless* yang ada sekarang. WCDMA sangat mendukung baik untuk komunikasi paket dan *circuit switched* yang berkapasitas besar dan kecepatan tinggi.

## 2.2 Konsep Sistem Komunikasi Bergerak Seluler

Sistem komunikasi dengan menggunakan konsep seluler banyak digunakan pada sistem komunikasi bergerak. Istilah seluler mengandung pengertian yaitu sel-sel dengan radius tertentu yang mencakupi suatu area. Sistem komunikasi bergerak adalah komunikasi yang terjadi antara dua orang yang salah satu atau keduanya bergerak dan dihubungkan oleh suatu terminal tetap yang disebut *Base Transceiver Station* (BTS). Dalam sistem telekomunikasi bergerak seluler, seluruh wilayah pelayanannya dibagi menjadi beberapa wilayah yang disebut sel seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Tiap sel dicatu oleh BTS yang diletakkan di tengah maupun di sudut sel. Bila BTS diletakkan ditengah sel maka antena yang digunakan adalah antena *omnidirectional* sedang bila diletakkan di sudut maka digunakan antena jenis *directional*. Dibanding dengan sistem telepon bergerak konvensional, sistem seluler mempunyai beberapa keuntungan, yaitu kapasitas pelanggan yang lebih besar dan efisien dalam penggunaan lebar pita frekuensi karena adanya pengulangan frekuensi. (Lee, 1995)

Mengenai daerah pelayanannya seperti terlihat pada Gambar 2.1. Daerah cakupan ini adalah memperkecil resiko suatu unit bergerak meninggalkan *zona* dan kehilangan sinyal pembicaraan. Bila suatu unit bergerak sampai melewati batas daerah cakupan, maka pembicaraan akan terputus dan proses pemanggilan ulang harus dilakukan untuk melakukan pembicaraan pada *zona* lain.

Sedang keberadaan sistem *radio* seluler dikerenakan kebutuhan akan tersedianya pelayanan telepon bergerak dalam jangkauan nasional bukan untuk daerah tertentu saja. Sistem komunikasi bergerak seluler membagi wilayah pelayanan yang akan dijangkau menjadi beberapa *zona-zona* wilayah cakupan yang kecil yang disebut sel. Tiap sel dilayani oleh sebuah *base station*. Inti sistem komunikasi bergerak adalah konsep pengulangan frekuensi (*frequency reuse*). Kanal-kanal dengan frekuensi yang sama dapat digunakan kembali secara berulang pada sel-sel tetangga lain yang terpisah pada jarak tertentu. Hal ini dilakukan untuk mencapai efisiensi spektrum dan kapasitas kanal yang tinggi.



**Gambar 2.1** : Perbedaan sistem seluler dengan sistem konvensional  
(Sumber: Lee, 1995:15)

### 2.3 Konsep Sistem Komunikasi Bergerak Seluler WCDMA

Sistem komunikasi bergerak seluler WCDMA adalah suatu sistem komunikasi bergerak yang menggunakan konsep seluler dan menggunakan teknik *Code Division Multiple Access* di dalamnya. Teknologi *Code Division Multiple Access* adalah suatu metode akses dimana *user* yang banyak menggunakan kanal yang sama untuk melakukan pertukaran informasi (komunikasi). Penggunaan kanal yang sama memiliki arti bahwa setiap *user* menggunakan frekuensi yang sama untuk berkomunikasi. Karena menggunakan frekuensi yang sama, maka untuk membedakan *user* yang satu dengan yang lainnya sistem CDMA menggunakan teknik *spread spectrum*.

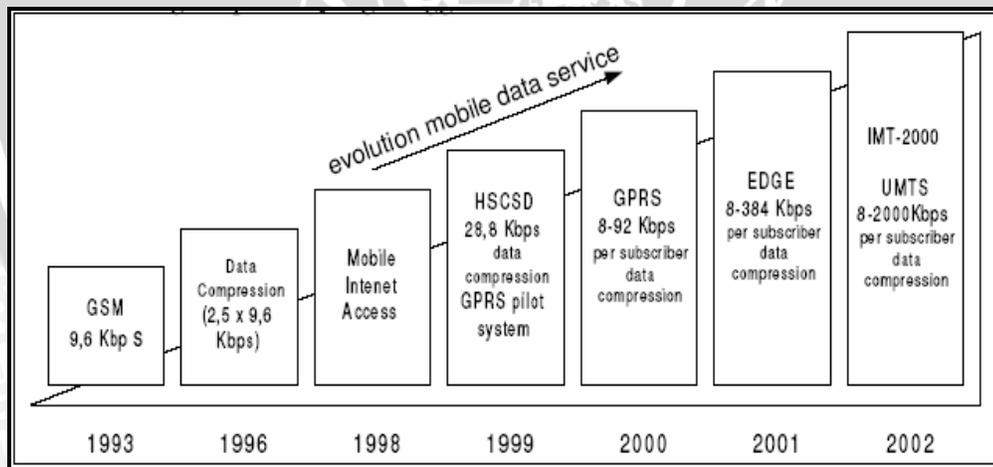
Jika kita berbicara sistem komunikasi bergerak maka kita harus mengetahui alokasi *bandwidth* yang digunakan pada sistem tersebut, begitu juga alokasi untuk sistem WCDMA. *Bandwidth* sendiri merupakan lebar frekuensi atau alokasi frekuensi yang digunakan dalam sistem untuk saling bertukar informasi antara *base station* dengan *mobile station*. Pada sistem WCDMA *bandwidth* yang digunakan umumnya adalah 5 MHz atau lebih. WCDMA menyediakan berbagai jenis layanan komunikasi, khususnya layanan multimedia dan paket data berkecepatan tinggi juga memiliki kapasitas yang besar.

## 2.4 Konsep Dasar UMTS

Agar mampu memenuhi tuntutan akan nilai tambah pada layanan-layanan generasi ketiga, UMTS harus memenuhi beberapa persyaratan diantaranya adalah (UMTS Forum):

- Integrasi layanan residen, perkantoran, dan seluler dalam satu sistem tunggal yang berbasis pada satu perangkat pengguna.
- Keamanan komunikasi yang terjamin.
- Kemampuan menyediakan layanan multimedia yang bervariasi.
- Memiliki kapasitas dan efisiensi penggunaan spektrum yang tinggi untuk mendukung penetrasi pasar.
- Cakupan radio secara global.
- Memungkinkan mengakses ke berbagai layanan dengan satu tipe terminal.

Kriteria-kriteria tersebut menunjukkan bahwa sistem UMTS didesain untuk *multi service* (berbagai layanan), *multi operator* (operator yang beragam) dan *multi operation environment* (lingkungan operasi yang berbeda-beda).



**Gambar 2.2 :** Skema perkembangan layanan sistem komunikasi seluler  
(Sumber : Forum UMTS. Report No. 1, 1999)

Jika dalam sistem GSM pada umumnya masih menggunakan *circuit switch* untuk transmisi, maka dalam UMTS menggunakan dua macam *switch mode* :

1. *Circuit Switch (CS)* yaitu suatu *mode* transfer dimana fungsi *switching* dan transmisi dikirim dengan alokasi tetap.

2. *Packet Switch (PS)* yaitu suatu *mode* transfer dimana fungsi *switching* dan transmisi dikirim dalam bentuk paket, sehingga memungkinkan untuk *sharing* dengan jaringan lainnya.

## 2.5 Daerah Layanan dan Struktur Sel UMTS

UMTS menawarkan cakupan radio global meliputi seluruh dunia. Untuk itu *UMTS Radio Access Network (URAN)* dibangun dengan cara *hierarchical* dalam *layer* bermacam-macam cakupan. Sebuah *layer* tertinggi akan melingkupi suatu area yang geografis lebih besar dibanding sebuah *layer* yang lebih rendah.

Di dalam *layer* paling tinggi akan ada satelit yang mencakup keseluruhan bumi, lapisan yang lebih rendah membentuk *UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)*. Mereka dibagi menjadi makro, mikro dan *picolayer*. Masing-masing *layer* dibagi menjadi sel. *Level* hierarki yang terendah adalah sel yang terkecil.

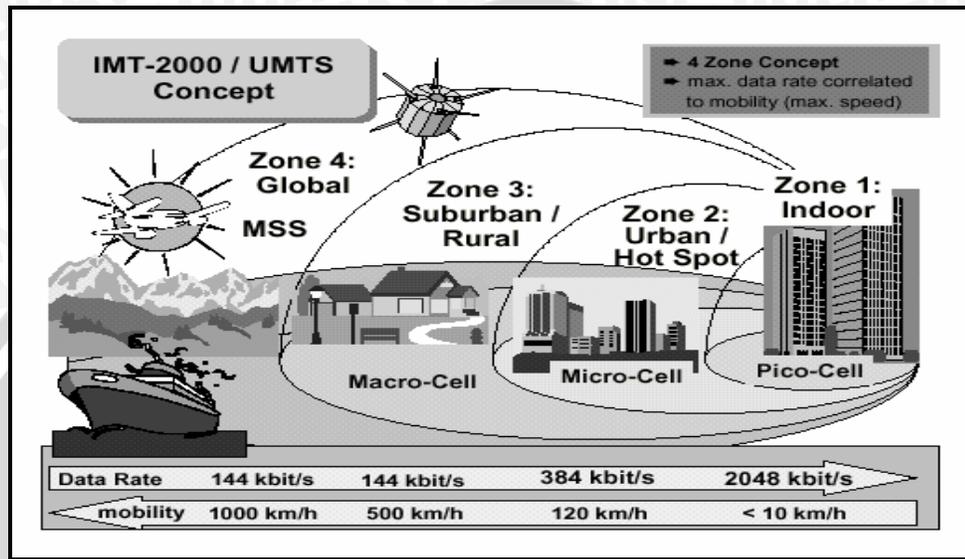
Sel terkecil melayani kepadatan *user* yang tinggi. Oleh karena itu *macro cells* digunakan untuk cakupan wilayah yang luas, penambahan *micro cells* dipasang di dalam area dengan kepadatan penduduk tertinggi dan *pico cells* di dalam bangunan dan untuk itu disebut "*hot spot*" (Thomas. Neubauer, 1998).

Spektrum yang dapat digunakan oleh UMTS adalah terbatas. Penanganan lingkungan yang berbeda-beda dengan berbagai macam kepadatan pengguna *mobile* memerlukan beberapa tipe dan ukuran sel. Untuk tujuan inilah maka *service area* UMTS dibagi kedalam 4 zona dengan cakupan, mobilitas, dan *data rate* yang berbeda (seperti dalam Gambar 2.3).

### **Zone 1: Indoor, Outdoor dengan cakupan yang kecil**

*Zone 1* sesuai dengan area layanan dalam ruangan dengan terminal yang bersifat tetap atau kecepatan pejalan kaki (kurang dari 10 km/jam) dan pemakai sangat banyak. Pada cakupan kecepatan sangat rendah ini, data transmisi akan mencakup sampai 2048 kbit/s. Area layanan UMTS pada *zone 1* disebut *Pico Cell*. Yang area layanannya adalah 10 m di sekitar *base station*.

Contoh area layanan ini adalah kantor, lantai dari suatu bangunan, wilayah hunian pribadi, permintaan yang dituntut adalah hubungan pembicaraan dengan kualitas yang sangat tinggi, *video telephony* dan *video conference*, transfer dengan ukuran *file* yang besar, akses *Internet* dan *Intranet*.



Gambar 2.3. Zona Global UMTS (Sumber : Ericsson)

### Zone 2: Urban

Zone 2 didasarkan pada penyediaan layanan area urban di daerah *hotspot* dengan pemakai banyak (jumlah pemakai kurang dari zona 1). Cakupan mobilitas tidak berubah, yaitu mencakup kecepatan pejalan kaki (kurang dari 10 km/jam) atau kecepatan rendah 120 km/h. Pada cakupan kecepatan ini, data transmisi mencakup sampai 2048 kbit/s atau 384 kbit/s. Area layanan UMTS pada zone 2 disebut *Micro Cell*. melayani area pada beberapa 100 m di sekitar *base station*. Contoh dari area layanan ini adalah *airport terminal*, stasiun kereta api, bursa saham, tempat publik, dan area kota besar. Layanan yang diminta sama dengan zone 1 ditambah *telematic service* dan informasi lokasi.

### Zone 3: Sub Urban / Rural

Zone 3 melingkupi area urban, suburban, dan rural dengan kepadatan pemakai yang tidak terlalu banyak. Cakupan mobilitas adalah kecepatan di atas 120 km/jam atau kecepatan tinggi dengan maksimum 500 km/jam. Transmisi data mencakup sampai 384

kbit/s atau 144 kbit/s. Area layanan UMTS pada *zone 3* disebut *Macro Cell* yang dapat diperbandingkan dengan sel GSM yang normal. Layanan Area adalah beberapa km di sekitar *base station*. *Zone 3* akan digunakan sebanding dengan teknologi seluler sekarang termasuk layanan untuk semua trafik *terrestrial*.

#### **Zone 4: Global**

*Zone 4* meliputi seluruh area yang sangat luas yang tidak dicakup oleh *zone 1-3*, yaitu. area pedesaan, pegunungan, gurun pasir dan bahari pada kepadatan *user* yang rendah. Permintaan mobilitas dalam *zone 4* sangat berbeda dan terbentang dari yang tetap (bangunan tunggal, *remote measurement station*) melalui kecepatan medium (*terrestrial*, kendaraan bermotor, kapal laut) sampai kecepatan paling tinggi dengan 1000 km/jam pada maksimum (pesawat udara). Transmisi data mencakup sampai 144 kbit/s. *Zone 4* disebut *zone Global* dan akan dilayani oleh sistem satelit bergerak (MSS).

Adapun tipe-tipe sel yang ada adalah terlihat dalam Tabel 2.1 (UMTS Forum).

**Tabel 2.1** Tipe Sel dan Karakteristiknya

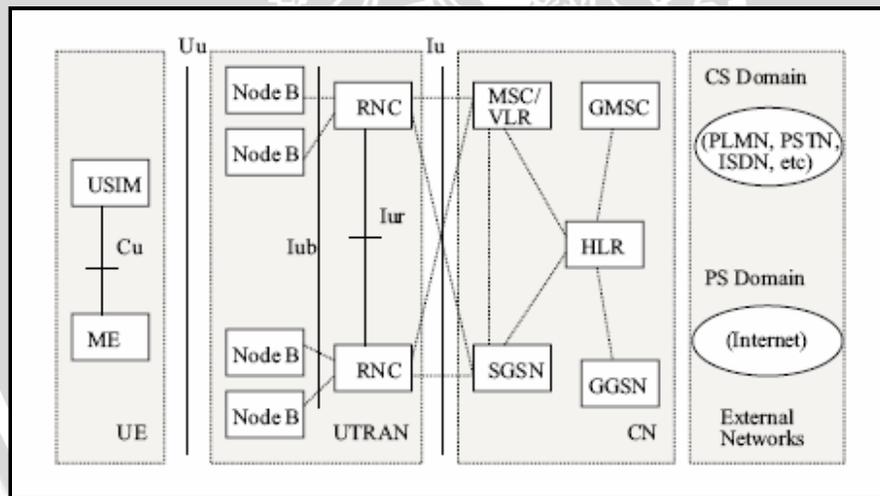
<b>Tipe Sel</b>	<b>Daerah Operasi</b>	<b>Jari-jari (km)</b>	<b>Mobilitas (kecepatan)</b>	<b>Kec. Max Data</b>
<i>Macro</i>	Urban, Sub urban dan Rural	1-30	Tinggi	384 Kbps
<i>Micro</i>	Urban dan Pusat Kota	0,02-0,4	Tinggi/Rendah	384 Kbps
<i>Pico cell</i>	Ruangan	0,001-0,1	Rendah	2 Mbps

Sumber : UMTS Forum

## **2.6 Arsitektur UMTS**

Generasi ke-3 (3G) UMTS termasuk *interface* yang diajukan oleh International Telecommunication Union (ITU) dan merupakan salah satu solusi teknologi yang dibutuhkan oleh *International Mobile Telephony 2000* (IMT-2000). Konfigurasi jaringan UMTS berdasarkan pada 3rd Generation Partnership Project (3GPP) terdiri dari beberapa bagian struktur seperti dalam Gambar 2.4.

1. *User Equipment (UE)*, mempunyai dua bagian utama yaitu:
  - a. *UMTS Subscriber Identify Module (USIM)*, adalah kartu pintar yang menangani identitas pelanggan, melakukan pengesahan algoritma dan beberapa informasi langganan yang dibutuhkan di terminal.
  - b. *Mobile Equipmen (ME)*, adalah radio terminal yang digunakan untuk komunikasi radio melalui *Uu interfece*.
2. *UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)*, mempunyai dua elemen yang berbeda, yaitu:
  - a. *Node B* atau *Base Station (BS)*, mengalirkan data antara lub dan *Uu interface* dan juga berpartisipasi di dalam pengaturan sumber radio.
  - b. *Radio Network Controller (RNC)*, memiliki dan mengontrol sumber radio di dalam domain, dimana BS terhubung dengannya. RNC adalah layanan poin akses untuk semua layanan UTRAN yang menyediakan untuk CN.



**Gambar 2.4** Konfigurasi Jaringan UMTS  
(Sumber : Holma, Hand Toskala, A "WCDMA for UMTS": 56)

3. *Core Network (CN)*, memiliki lima elemen penting, yaitu:
  - a. *Home Locatio Register (HLR)*, adalah database yang diletakan di dalam sistem pengguna yang menyimpan *copy master* dari profile layanan pengguna. Profile layanan tersebut antara lain terdiri dari daerah roaming terlarang dan informasi layanan seperti status dalam *call forwarding* dan *call forwarding number*.

Terbentuk ketika pengguna baru berlangganan dan tetap tersimpan selama pelanggan tersebut aktif.

- b. *Mobil Service Switching Center/Visitor Location Register (MSC/VLR)*, adalah *switch (MSC)* dan *database (VLR)* yang melayani UE di lokasi kejadian untuk layanan *Circuit Switched (CS)*. Fungsi dari MSC digunakan untuk men-*switch* hubungan CS. Fungsi dari VLR adalah menangani *copy* dari profile layanan pemakaian pengguna sama seperti UE menyimpan informasi berharga dalam pelayanan sistem. Bagian dari jaringan yang diakses melalui MSC/VLR selalu kearah domain CS.
- c. *Gateway Mobile Service Switching Center (GMSC)*, adalah *switch* pada point dimana UMTS PLMN dihubungkan ke jaringan CS eksternal. Semua CS yang masuk dan keluar harus berhubungan melauai GMSC.
- d. *Serving GPRS (General Packet Radio Service) Support Node (SGSN)*, mempunyai fungsi yang sama dengan MSC/VLR tetapi khusus digunakan untuk layanan *Packet Switched (PS)*.
- e. *Gateway GPRS Support Node (GGSN)*, fungsinya sangat mirip dengan GMSC tetapi diperuntukan untuk layanan PS.

4. *Eksternal Network*, dibagi menjadi dua grup, yaitu:

- a. *Circuit Switch (CS) Network*, memberikan hubungan circuit switched seperti layanan telepon. ISDN dan PSTN adalah contoh dari CS *network*.
- b. *Packet Switch (PS) Network*, memberikan hubungan untuk layanan paket data. Salah satu contohnya adalh internet.

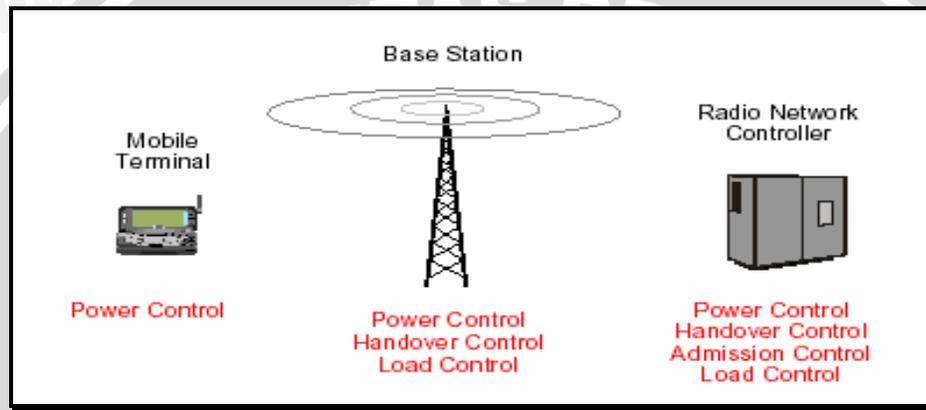
Interface antara elemen logical network seperti dijelaskan dibawah ini.

1. *Cu Interface*, adalah interface elektronik antara kartu pintar USIM dan ME (*Mobile Equipment*). *Interface* ini mengikuti format standar untuk kartu pintar.
2. *Uu Interface*, adalah *interface* radio CDMA. *Uu* adalah *interface* yang melalui akses UE yang merupakan bagian tetap dari sistem dan yang terpenting, *Uu* adalah interface yang terbuka pada UMTS.
3. *Iu Interface*, menghubungkan UTRAN dengan CN.
4. *Iur Interface*, open interface *Iur* mengijinkan soft handover antara RNC dari manufaktur yang berbeda.

5. Iub *Interface*, Iub menghubungkan BS dan RNC

## 2.7 Radio Network Functionality

Untuk mengoptimalkan operasi sebuah sistem wireless dari UE ke UTRAN dibutuhkan beberapa fungsi kontrol untuk mengontrol sinyal jaringan dan ada beberapa yang digunakan UE. Semua kontrol itu dibagi menjadi kontrol daya, handover, admission control dan load control. Gambar 2.5 menunjukkan beberapa kontrol pada jaringan.

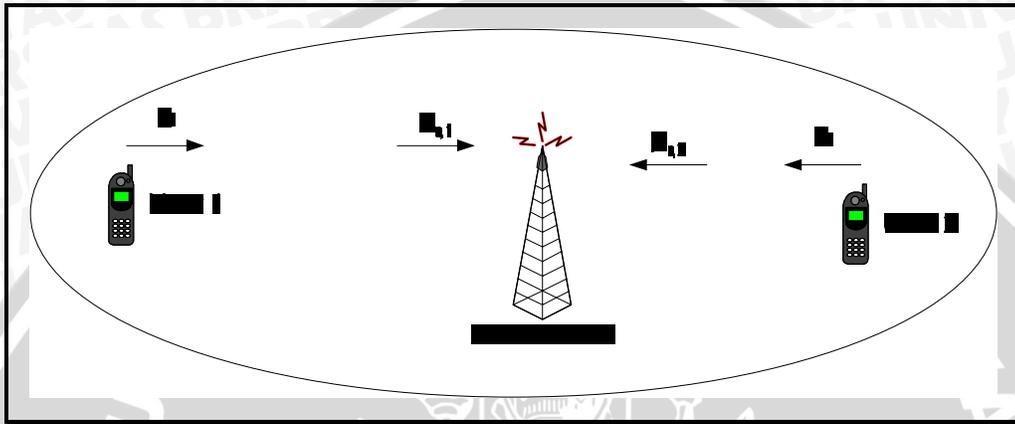


Gambar 2.5. Lokasi Setiap Kontrol pada Jaringan WCDMA  
(Sumber: Sumber: Yue Chen, 2003: 34)

### 2.7.1 Kontrol Daya

Kontrol daya mengatur daya transmisi dari UE dan base station, menghasilkan interferensi yang kecil dan jumlah pemakai yang lebih banyak pada sinyal carrier yang sama. Pengaturan daya transmisi membuat kapasitas menjadi lebih besar pada jaringan. Ilustrasi tanpa kontrol daya pada sel tunggal dapat dilihat dalam Gambar 2.6. Dimisalkan komunikasi antara *user* dan *base station* terjadi pada arah *uplink*. Terdapat dua buah *user* yang memiliki jarak yang berbeda terhadap *base station*. *User 2* memiliki jarak yang lebih dekat dengan *base station* bila dibandingkan dengan *user 1*. Pada kondisi tanpa kontrol daya, kedua *user* akan mengirimkan level daya yang sama yakni  $p_r$ , namun karena adanya perbedaan jarak, maka daya terima dari *user 2* atau  $p_{r,2}$  akan lebih besar bila dibandingkan dengan daya terima dari *user 1* atau  $p_{r,1}$ . Apabila diasumsikan bahwa perbedaan jarak  $p_{r,2}$  sepuluh kali lebih besar dari  $p_{r,1}$ , maka *user 1* akan mengalami suatu kerugian yang besar.

Apabila dimisalkan  $SNR$  (*Signal to Noise Ratio*) yang diperlukan atau  $(S/N)_{required}$  adalah  $(1/10)$ , maka kita dapat melihat perbedaan  $SNR$  dari kedua *user*. Maka  $SNR$  dari *user 2*,  $(S/N)_2$  akan menjadi 10, dan  $SNR$  dari *user 1*,  $(S/N)_1$  akan menjadi  $(1/10)$ . *User 2* memiliki  $SNR$  yang lebih besar dibandingkan dengan *user 1*. Ketidakadilan ini dikenal sebagai *near far problem* pada sistem CDMA.



**Gambar 2.6** Kondisi tanpa kontrol daya pada sel tunggal  
(Sumber: Samuel C Yang, 1998:83)

Kontrol daya merupakan suatu cara dimana daya pancar tiap pemakai diatur sedemikian rupa sehingga daya diterima dari masing-masing pemakai pada *base station* sama antara satu pemakai dengan pemakai yang lain. Di dalam sel, jika daya pancar dari tiap pemakai diatur sedemikain (masing-masing pemakai mentransmisikan daya yang berbeda) sehingga daya yang diterima dari tiap pemakai sama yaitu yakni  $p_r$ , maka semakin banyak pula *user-user* yang dapat diakomodasi oleh sel tersebut, dengan kata lain kapasitas sistem akan meningkat.

### 2.7.2 Kontrol Handover

*Mobile station* (MS) bergerak dalam area pelayanan. Ketika panggilan aktif, kombinasi MS, BS dan RNC mengatur komunikasi antara BS dan MS yang akan memelihara radio *link* yang terjadi. Proses dimana MS bergerak kekanal trafik baru disebut proses *handover*. *Handover* pada sistem seluler analog diproses oleh perintah MS untuk menggunakan frekuensi baru. Gambar 2. menunjukkan *hendover* diantara *base station*.

Sesuai dengan karakteristik komunikasi *spread spektrum* pada sistem WCDMA, sistem dapat menerima transmisi pada dua atau lebih BS dan MS dapat menerima transmisi dari dua atau lebih BS. Dengan kemampuan ini, proses *handover* mungkin terjadi dari BS ke BS yang lain atau dari satu antena sektorisasi ke antena sektorisasi yang lain pada BS yang sama, tanpa gangguan yang nampak dalam komunikasi.

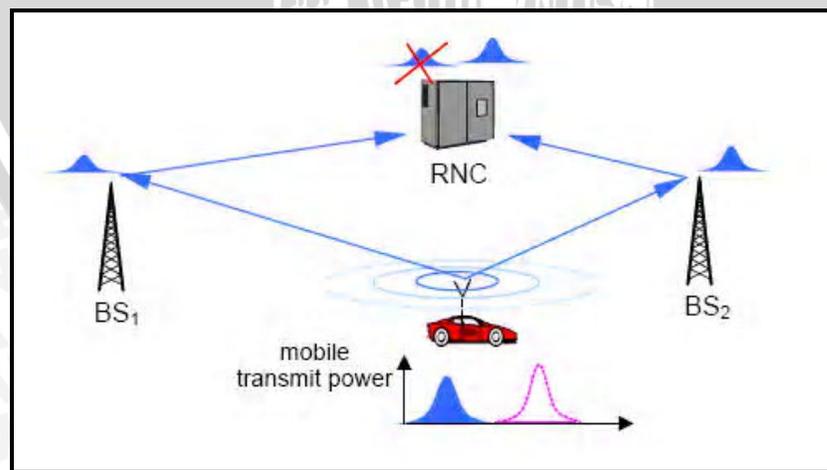
Ada beberapa tipe *handover* dalam sistem seluler diantaranya:

1. *Hard handover*

*Hard handover* terjadi ketika dua BS tidak sinkron atau tidak berada pada frekuensi yang sama dan gangguan dalam suara dan data terjadi. *Hard handover* dapat terjadi ketika lebih dari satu frekuensi yang digunakan atau dua BS yang berbeda sistem. Proses *Hard handover* dapat juga terjadi ketika tidak ada pelayanan BS yang tersedia dan MS harus diarahkan ke kanal seluler analog.

2. *Soft handover*

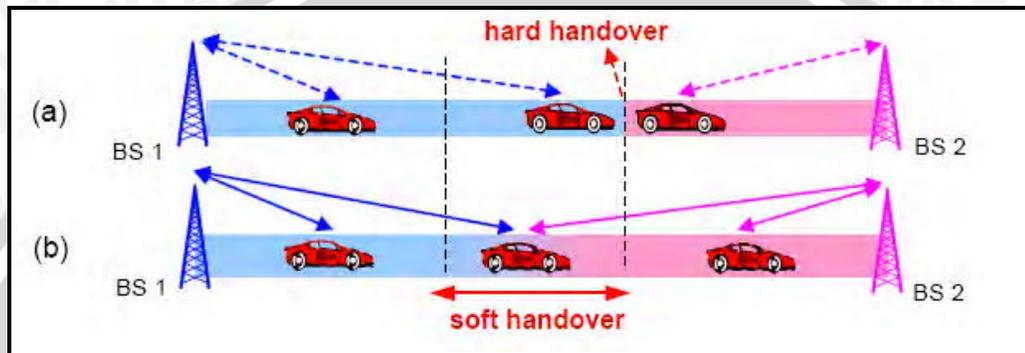
*Soft handover* terjadi ketika BS yang baru memulai komunikasi dengan MS walaupun MS masih berkomunikasi dengan BS yang lama. RNC mengkombinasikan sinyal yang diterima dari kedua BS untuk memproses sinyal yang tidak terputus. MS akan menerima transmisi dari dua BS seperti *multipath* dan *rake receiver* dan akan memproses keluaran menjadi satu sinyal.



**Gambar 2.7** *Soft handover* diantara dua base station  
(Sumber: Yue Chen, 2003: 51)

### 3. Softer handover

*Softer handover* terjadi ketika MS mengalami *handover* antara dua sektor yang berbeda pada BS yang sama. Khususnya sebuah BS ditentukan dengan antena transmisi dan penerima pada sektor  $60^{\circ}$  dan  $120^{\circ}$ . *Softer handover* adalah sebuah *Soft handover* antara dua sektor di dalam satu sel. *Softer handover* berguna untuk menunjukan sebuah sektor sebagai sektor utama.



Gambar 2.8 Perbandingan antara *Hard handover* dan *Soft handover*  
(Sumber: Yue Chen, 2003: 46)

#### 2.7.3 Kontrol Admission

*Admission control* mempunyai fungsi untuk menghindari kelebihan beban pada sistem dan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan yang direncanakan. Ketika sebuah pelanggan baru meminta access jaringan, *admission control* memperkirakan beban jaringan dan berdasarkan perkiraan beban yang baru. Pelanggan yang lain diperbolehkan atau tidak diperbolehkan untuk mengakses. Dengan ini operator dapat memaksimalkan pemakaian jaringan didalam satu level jaringan yang berkualitas, yaitu level yang tergantung pada jenis layanan atau informasi yang dibutuhkan pelanggan. Banyak metode yang digunakan dalam *admission control*, dalam penyusunan tugas akhir ini akan digunakan dua metode: *admission control* berdasarkan daya maksimum dan *admission control* berdasarkan interferensi. *Admission control* akan dibahas lebih lanjut pada Bab III.

#### 2.7.4 Kontrol Beban (*Load Control*)

Meskipun *admission control* yang efisien digunakan, *overload* masih tetap terjadi, yang mana sebagian disebabkan oleh para pelanggan yang bergerak dari area

yang satu ke area yang lain. Jika masih tetap kelebihan beban, ada empat tindakan yang dilakukan kontrol beban. Pertama, kontrol beban diaktifkan dan mengurangi bit rate selain aplikasi *real time* untuk mencegah beban berlebihan. Kedua, jika pengurangan aktivitas *bite rate* tidak cukup. Kontrol beban memicu pemindahan inter dan intra frekuensi, yang mana beberapa pelanggan bergerak ke frekuensi yang lebih sedikit terisi. Ketiga, memindahkan beberapa pelanggan ke GSM. Langkah selanjutnya menghentikan koneksi dan menjaga kualitas dari koneksi yang tersisa.

## 2.8 Sistem Akses Jamak

Sistem akses jamak (*multiple access*) adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat melayani pelanggan dengan cara saling membagi akses ke rangkaian telepon radio. Pada prinsipnya, sistem akses jamak dapat melayani lebih banyak pelanggan dibandingkan sistem kanal tunggal. Pada sistem kanal tunggal dibatasi untuk satu kanal radio hanya digunakan untuk satu pelanggan pada sembarang waktu, sedangkan pelanggan lain harus menunggu sampai kanal tersebut kosong (Calhoun, 1992 : 320).

Tujuan utama penggunaan sistem radio akses jamak adalah untuk memberikan pemanfaatan spektrum dengan lebih efisien, sehingga lebih banyak pelanggan yang dapat mengakses kanal tunggal. Pengaksesan kanal tunggal ini dilakukan berdasarkan pembagian frekuensi, waktu dan kode. Untuk dapat saling berhubungan, dua pelanggan harus mengakses frekuensi, waktu atau kode yang tepat.

Ada tiga jenis metoda akses jamak, yaitu; metoda akses jamak berdasarkan pembagian frekuensi, *Frequency Division Multiple Accses* (FDMA), metoda akses jamak berdasarkan pembagian waktu, *Time Division Multiple Accses* (TDMA) dan metoda akses jamak berdasarkan pengkodean, *Code Division Multiple Accses* (CDMA).

### 2.8.1 *Frequency Division Multiple Accses*

Metoda akses jamak berdasarkan pembagian frekuensi diterapkan sebagai kanal jamak tiap pembawa (*multiple canal per carrier*), dimana beberapa kanal informasi yang dimultiplek berdasarkan frekuensi memodulasi gelombang pembawa. Hasil modulasi ini disebut sebagai kanal tunggal tiap pembawa (*Single Channel Per Carrier*, SCPC), tiap-tiap kanal pembawa memodulasi gelombang pembawa yang berbeda.

Gelombang-gelombang pembawa ini dijumlahkan untuk menghasilkan sinyal FDMA (Young, 1994 : 741).

Pada umumnya FDMA digunakan pada operasi telepon analog yang diaplikasikan pada satelit. Pada mode pengiriman dan penerimaan melalui satelit digunakan mode SCPC, satu kanal untuk setiap frekuensi pembawa (*carrier*), pada operasi telepon mode pengiriman dan penerimaan digunakan mode *Frequency Division Multiplexing* (FDM) (Lee, 1993 : 394).

### 2.8.2. *Time Division Multiple Access*

Metoda akses jamak berdasarkan pembagian waktu adalah metoda akses yang membagi waktu akses di antara semua pelanggan dan tiap pelanggan menggunakan semua lebar pita sistem untuk mengirimkan informasi dengan diatur oleh stasiun induk (Young, 1994 : 744).

Spektrum yang tersedia digunakan oleh tiap pelanggan dalam waktu yang singkat (*burst*), untuk mengirimkan informasi sebanyak mungkin. Tiap pelanggan mendapatkan kesempatan mengirimkan dan menerima informasi berdasarkan *burst* waktu yang datang secara periodik.

*Burst* yang diterima pelanggan dikemas dalam bingkai-bingkai (*frame*) yang berisi slot-slot waktu (*time-slot*). Tiap pelanggan dalam sistem mendapat satu *burst* waktu tiap bingkai dan lamanya *burst* bervariasi mengikuti perubahan pola kepadatan pelanggan (Young, 1994 : 744).

### 2.8.3 *Code Division Multiple Access.*

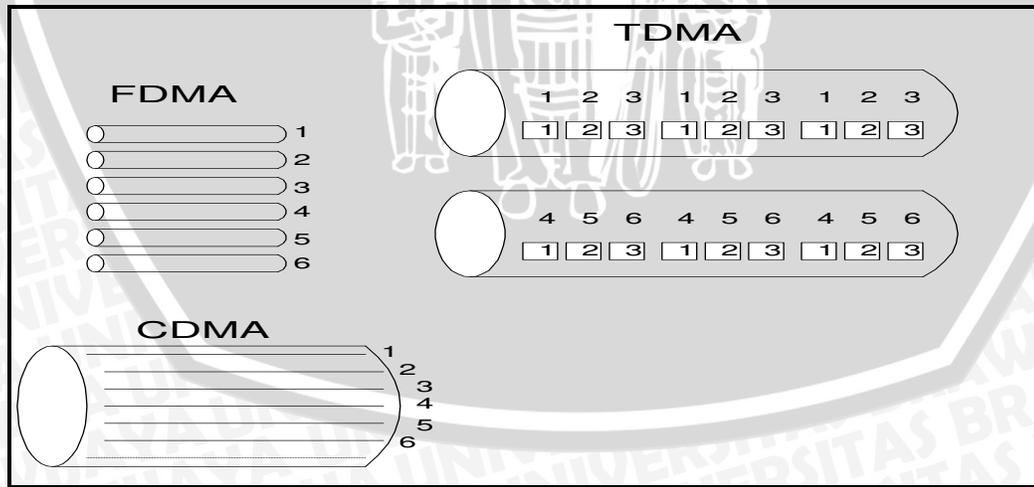
CDMA juga sering disebut metoda *spread-spectrum multiple access*, merupakan satu bentuk operasi digital pita lebar (*wideband*) yang mempunyai potensi diterapkan secara luas di masa mendatang. Dalam sistem ini digunakan satu frekuensi pembawa yang dimodulasi oleh sinyal informasi dari banyak pelanggan. Jika dalam TDMA tiap-tiap pelanggan ditempatkan dalam slot-slot waktu, maka dalam CDMA tiap-tiap pelanggan-pelanggan memanfaatkan frekuensi pembawa dengan menggunakan kode modulasi yang berbeda-beda (Winch, 1993 : 422).

Dalam metoda CDMA peningkatan kapasitas didasarkan pada berapa besar interferensi dari sinyal yang diijinkan. Karena semua pelanggan harus membagi kanal radio yang sama maka jika satu pelanggan menggunakan daya lebih besar daripada yang dibutuhkan, akan menyebabkan berkurangnya kapasitas kanal (Lee, 1995 : 601).

### 2.8.4 Perbandingan Akses Jamak

Salah satu ide dasar dalam perancangan sistem telepon selular adalah pertimbangan mengenai kebutuhan kapasitas yang tinggi. Penentuan kapasitas kanal ditentukan dengan menerapkan teknik akses jamak. Di antara ketiga teknik akses jamak yang ada (FDMA, TDMA, dan CDMA) kapasitas yang disediakan berbeda satu dengan yang lainnya. Selain itu dengan konsep pengulangan frekuensi (*reuse frequency*) kapasitas sistem dapat ditingkatkan.

Pada Gambar 2.9. dimisalkan ada 6 kanal yang tersedia dalam suatu sel. Untuk metoda akses FDMA digunakan 6 kanal frekuensi untuk melayani 6 pelanggan. Pada metoda akses TDMA lebar pita kanalnya tiga kali lebih besar daripada metoda akses FDMA sehingga untuk 2 kanal metoda akses TDMA, lebar pitanya sama dengan 6 kanal pada metoda FDMA. Masing-masing kanal TDMA menyediakan 3 slot waktu sehingga keseluruhannya tersedia 6 slot waktu yang digunakan untuk melayani 6 pelanggan.



Gambar 2.9 Ilustrasi sistem akses jamak yang berbeda  
(Sumber : Lee, 1993 : 304)

Pada CDMA terdapat suatu kanal besar yang mempunyai lebar pita sama dengan 6 kanal FDMA. Kanal CDMA itu dapat menyediakan 6 deretan kode untuk melayani 6 pelanggan. Dalam sistem analog hanya metoda akses FDMA yang dapat diterapkan.

## 2.9 Interferensi

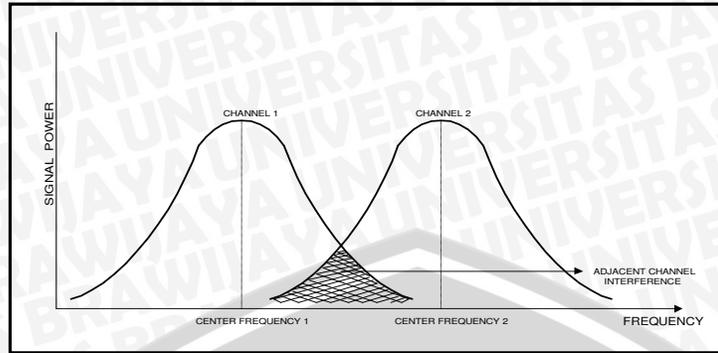
Dalam sistem telekomunikasi radio terdapat dua parameter yang membatasi kemampuan sistem yaitu derau (*noise*) dan interferensi. Jika hanya terdapat dua perlengkapan komunikasi pemancar-penerima (*transceiver*) dalam satu daerah, maka deraulah yang dominan membatasi unjuk kerja sistem. Jika salah satu atau kedua unit itu bergerak, maka unjuk kerja juga dipengaruhi oleh *multipath fading*.

Jika dalam suatu daerah mempunyai beberapa unit komunikasi pemancar-penerima (*transceiver*) dan beberapa pemakai menggunakan kanal yang sama atau menggunakan kanal yang berdekatan, maka unjuk kerja sistem dipengaruhi oleh interferensi baik interferensi kanal yang sama (*co-channel interference*) maupun interferensi kanal yang berdekatan (*adjacent channel interference*).

Salah satu sistem yang memenuhi kondisi ini adalah sistem komunikasi selular yang memanfaatkan pemakaian frekuensi atau kanal yang sama pada daerah yang berdekatan. Dalam sistem selular, masing-masing pemancar-penerima tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik daerah sekitarnya, tetapi juga oleh sinyal yang secara simultan dihasilkan oleh sejumlah pemancar di daerah sekitarnya. Pengaruh interferensi pada sistem selular ini biasanya lebih besar daripada pengaruh derau.

### 2.9.1 Interferensi kanal bersebelahan (*adjanced interference*)

Interferensi kanal bersebelahan terjadi ketika energi sinyal dari suatu kanal memasuki kanal disebelahnya, atau karena filter yang digunakan terlalu lebar. Sinyal yang tidak diinginkan ini dapat berasal dari kanal dengan band frekuensi sebelahnya (dalam sel lain) (*next-channel interference*), maupun yang berasal dari kanal yang dioperasikan dalam satu sel atau sektor yang sama dan digunakan secara simultan pada satu *base station* (*neighboring channel interference*).

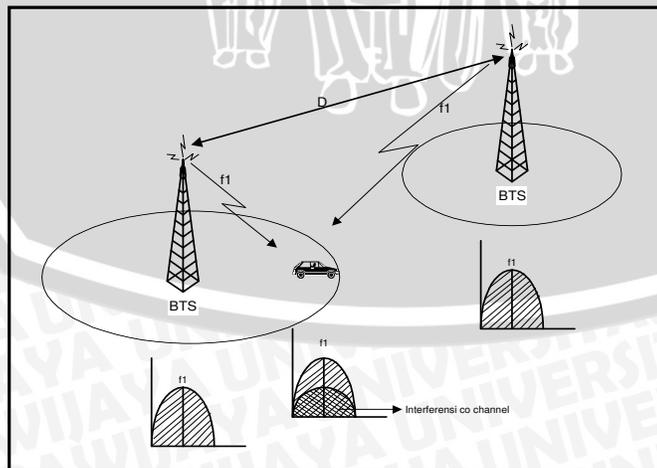


**Gambar 2.10** Interferensi kanal bersebelahan (*Adjacent co-channel*)  
(Sumber : George Calhoun, 1988 : 204)

### 2.9.2 Interferensi *co-channel* (*co-channel interference*)

Metoda penggunaan kembali frekuensi berguna untuk meningkatkan efisiensi dalam pemakaian spektrum frekuensi, tetapi hal ini akan menimbulkan interferensi *co-channel* yang disebabkan oleh kanal frekuensi yang sama digunakan secara berulang dalam sel-sel lain yang berbeda (*co-channel cell*).

Dari Gambar 2.11 terlihat bahwa sinyal yang diterima oleh *mobile station* bukan hanya berasal dari pemancar di pusat sel dimana *mobile station* tersebut berada, tetapi juga dari pemancar yang berasal dari sel dengan kanal frekuensi yang sama. Interferensi *co-channel* ini merupakan masalah utama dalam sistem komunikasi bergerak selular, sebab sinyal interferensi berada dalam *band* yang sama dengan sinyal yang diinginkan.



**Gambar 2.11** Interferensi *co-channel*  
(Sumber : George Calhoun, 1988 : 205)

Dalam WCDMA semua kanal trafik dilayani oleh sebuah kanal radio tunggal dalam setiap selnya. Adapun, jika sel memiliki  $m$  kanal, satu diantaranya  $m$  kanal trafik merupakan yang diinginkan dan sisanya  $m-1$  kanal trafik merupakan kanal interferensi.

## 2.10 Parameter Sistem WCDMA Seluler

### 2.10.1 Processing Gain

*Processing gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara *bandwith* kanal sinyal RF dengan *bandwith* informasi, sehingga  $G_p$  adalah:

$$G_p = \frac{W}{R_b} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$W$  = *bandwith* kanal RF (Hz)

$R_b$  = *bit rate* informasi (bps)

### 2.10.2 Receive Signal Level (RSL)

*Receive Signal Level* (RSL) adalah besarnya daya yang diterima *base station* untuk setiap pelanggan, besarnya RSL dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$RSL = EIRP + Gain\ BS + Gain\ Soft\ Handoff - Pathloss - Loss \quad (2.2)$$

Keterangan :

RSL = *Receive Signal Level* (dB)

EIRP = *Effective Isotropically Radiated Power* (dB)

*Gain BS* = *Gain* antena Node B (dBi)

*Gain Soft Handoff* = *Gain* antena Node saat terjadi soft handover (dB)

*Pathloss* = Rugi-rugi propagasi (dB)

*Loss* = Rugi-rugi dalam Node B (dB)

EIRP dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$EIRP = P_t + G_{ant} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$EIRP = \text{Effective Isotropically Radiated Power (dB)}$

$P_t = \text{Daya total yang dipancarkan antenna (dB)}$

$G_{ant} = \text{Penguatan daya isotropis antenna (dBi)}$

Persamaan EIRP juga dapat ditulis sebagai berikut (dilihat dari sisi UE) :

$$EIRP = \text{Daya UE} + \text{Gain Antena UE} - \text{Body Loss UE} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$EIRP = \text{Effective Isotropically Radiated Power (dB)}$

$\text{Daya UE} = \text{Daya pancar antenna UE atau MS (dB)}$

$\text{Gain Antena UE} = \text{Penguatan daya antenna UE atau MS (dBi)}$

$\text{Body Loss UE} = \text{Rugi-rugi dalam perangkat UE atau MS (dB)}$

### 2.10.3 Signal to Interference Ratio (SIR)

Dalam komunikasi digital, terdapat parameter yang sering digunakan yaitu  $E_b/I_o$ , atau energi sinyal per bit tiap kerapatan daya interferensi. Sebab ukuran ini ( $E_b/I_o$ ) dapat dihubungkan dengan *signal-to-interference ratio* (SIR) konvensional dengan mengetahui bahwa energi per bit sama dengan daya sinyal oemodulasi rata-rata dalam durasi tiap bit. (Yang, 1998:76)

$$E_b = S T \quad \text{dimana } T = 1/R_b$$

Keterangan:

$E_b = \text{energi per bit (Watt/Hz)}$

$S = \text{daya sinyal (Watt)}$

$T = \text{durasi waktu tiap bit (detik)}$

$R_b = \text{bit rate (bps)}$

Maka:

$$E_b = \frac{S}{R_b} \quad (2.5)$$

Kerapatan interferensi ( $I_o$ ) dapat ditunjukkan dengan:

$$I_o = \frac{I}{W} \tag{2.6}$$

Total daya interferensi ( $I$ ) yang diterima *base station* (BS) digunakan persamaan berikut:

$$I = I_{intra} + I_{inter} + N_o \tag{2.7}$$

Keterangan:

$I_{intra}$  = daya interferensi pada sel yang sama (Watt)

$I_{inter}$  = daya interferensi dari sel lain (Watt)

$N_o$  = *thermal noise* (Watt)

Untuk menentukan besarnya *thermal noise* dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$N_o = k.T.B \tag{2.8}$$

Keterangan :

$N_o$  = *thermal noise* (dB)

$k$  = konstanta Boltzman =  $1,38.10^{-23}$

$T$  = suhu kamar = 290 K

$B$  = *bandwidth* (Hz)

maka persamaan  $E_b/I_o$  adalah:

$$\frac{E_b}{I_o} = \left(\frac{S}{I}\right) \left(\frac{W}{R_b}\right) \tag{2.9}$$

*Signal to Interference Ratio* (SIR) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\left(\frac{S}{I}\right) = \frac{S}{I_{intra} + I_{inter} + \eta} = \frac{E_b/N_o}{W/R_b} \tag{2.10}$$

Keterangan:

$E_b/I_o$  = energi per bit tiap kerapatan interferensi



- $E_b$  = energi per bit (Watt/Hz)  
 $I_o$  = kerapatan interferensi (Watt/Hz)  
 $S$  = daya sinyal (Watt)  
 $W$  = (Hz)  
 $R_b$  = bit rate (bps)  
 $I$  = total daya interferensi (Watt)

#### 2.10.4 Rugi-rugi Propagasi Hata

Model Hata merupakan perumusan empiris untuk memperkirakan rugi-rugi lintasan yang sesuai, digunakan pada frekuensi kerja 150 MHz sampai 1500 MHz diterapkan pada daerah padat penduduk dan perkotaan. Persamaan rugi-rugi propagasi dari model Hata adalah sebagai berikut (Lee, Miller, 1998:187) :

- Perumusan untuk rugi-rugi lintasan pada daerah urban (kota) ditunjukkan sebagai berikut:

$$L_u = 69,55 + 26,16 \log f - 13,83 \log h_T - a(h_R) + [44,9 - 6,55 \log h_T] \log d \quad (2.11)$$

- Perumusan untuk rugi-rugi lintasan pada daerah suburban (pinggiran kota), standar dimodifikasi menjadi:

$$L_s = L_u - 2 \left[ \log \left( \frac{f}{28} \right)^2 - 5,4 \right] \text{ dB} \quad (2.12)$$

- Untuk rugi-rugi lintasan pada daerah rural (terbuka) adalah

$$L_r = L_u - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \quad (2.13)$$

Keterangan:

- $h_T$  = tinggi antena base station (m)  
 $h_R$  = tinggi antena penerima (m)  
 $f$  = frekuensi (Hz)  
 $d$  = jarak antara pemancar dan penerima (km)

Untuk daerah perkotaan yang luas wilayahnya dari kecil ke menengah, faktor korelasi MS diberikan sebagai berikut:

$$a(h_R) = (1,1 \log f - 0,7)h_R - (1,56 \log f - 0,8) \quad (2.14)$$

Untuk daerah perkotaan yang wilayahnya luas, persamaannya:

$$a(h_{MS}) = 8,29(\log 1,54 \cdot h_{MS})^2 - 1,1 \quad \text{untuk } f \leq 200 \text{ MHz} \quad (2.15)$$

$$a(h_{MS}) = 3,2(\log 11,75 \cdot h_{MS})^2 - 4,97 \quad \text{untuk } f \geq 400 \text{ MHz} \quad (2.16)$$

European Co-operative for scientific and Technical Research (Euro-COST) merumuskan COST-231 sebagai pengembangan perumusan rugi-rugi lintasan Hata, yang mempunyai frekuensi kerja sampai 2 GHz. Model rugi-rugi lintasan ini adalah

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log f - 13,83 \log h_T - a(h_R) + [44,9 - 6,55 \log h_T] \log d + C_M \quad (2.17)$$

Keterangan:

$a(h_R)$  = faktor korelasi untuk tinggi antena penerima

$C_M$  = 0 dB untuk ukuran medium kota dan daerah suburban

$C_M$  = 3 dB untuk daerah pusat kota (metropolitan)

### BAB III

#### UPLINK ADMISSION CONTROL SISTEM WCDMA

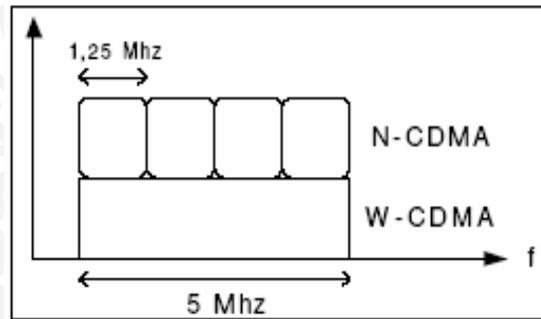
Keberhasilan teknologi 2G memicu *mobile network* untuk berkembang dengan pesat, secepat peningkatan *traffic* dan kapasitas jaringan. Perkembangan *mobile network* juga berkembang ke arah aplikasi-aplikasi baru seperti akses internet *wireless* dan *video telephony*, menyebabkan perlunya suatu standar menyeluruh untuk keperluan kecepatan data yang tinggi.

WCDMA merupakan solusi *air interface* bagi jaringan generasi ketiga. WCDMA adalah pengembangan dari beberapa teknologi generasi kedua, pengembangan dari teknologi akses jamak CDMA dan GSM. Teknologi WCDMA menggunakan lebar bandwidth 5 MHz dan chip rate 3,84 Mcps, yang mana tiga kali lebih besar dari chip rate CDMA2000 (1,22 Mcps).

#### 3.1 *Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)*

WCDMA digunakan dalam jaringan UMTS dengan UTRA FDD sebagai *radio akses*. UTRA (*UMTS Terrestrial Radio Access*) merupakan *radio akses* dalam jaringan UMTS yang telah distandarkan oleh *European Telecommunication Standard System (ETSI)*. UTRA FDD menggunakan WCDMA sebagai teknik pengaksesan yang sebenarnya merupakan DS-CDMA (*Direct Spreading CDMA*) dengan lebar pita lebih lebar, yaitu 5 – 10 MHz. W-CDMA dipilih karena keunggulannya dalam mengatasi interferensi, *jamming*, frekuensi *reuse* dapat dilakukan pada sel berdekatan, mengatasi *multipath fading*, tingkat kerahasiaannya tinggi, dan mudah menyesuaikan diri dengan sistem seluler generasi sebelumnya (*Pelletier*).

Istilah *wideband* pada W-CDMA menunjukkan lebar pita frekuensi pembawa yang lebih lebar, yaitu mencapai 5 MHz atau 10 MHz, dibandingkan dengan standar IS-95 CDMA (*Narrowband CDMA*) yang menggunakan lebar pita frekuensi pembawa 1,25 MHz. Perbandingan antara N-CDMA dengan W-CDMA dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** Perbandingan N-CDMA dan W-CDMA.  
(Sumber : Mehrotra, 1994)

Spektrum frekuensi WCDMA sebesar 5 MHz pada 2 arah transmisi, akibatnya alokasi pemakai lebih besar. Pita frekuensi WCDMA yang lebih lebar, akan mempercepat proses transfer data. Sebagai perbandingan, kecepatan data N-CDMA adalah 9,6 Kbps, sedangkan pada WCDMA dapat mencapai 384 Kbps pada area yang luas dan 2 Mbps pada area lokal sehingga dapat mengoptimalkan penyediaan layanan kecepatan tinggi berbasis multimedia, seperti *video conference* dan *audio video* (Dahlman, 1998).

WCDMA digunakan oleh ETSI sebagai *multiple access* pada sistem UTRA FDD dengan alasan, yaitu (Holma and Toskala, 2000) :

1. Dapat meningkatkan kinerja sistem seluler generasi ketiga dalam menambah kapasitas kanal dan cakupan area.
2. Cepat dalam mengakses suatu paket data pada arah *uplink / downlink* (dapat mencapai 2 Mbps).
3. Dapat melayani pemakai pada satu kanal frekuensi, antarkanal frekuensi, dan *handover* antara GSM – UMTS.
4. Melayani kapabilitas yang tinggi, seperti susunan antena adaptif, deteksi pemakai, dan mengurangi interferensi.
5. Pengoperasian antar *Base Station* tidak harus sama sehingga setting setiap BTS dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

### 3.2 Aplikasi Layanan WCDMA

Pada umumnya, aplikasi dan layanan dapat dibagi dalam beberapa katagori, tergantung pada kebutuhan. Seperti protokol *paket switched* atau kebutuhan *quality of service* (Qos) dari aplikasi yang berbeda. Kelebihan yang diberikan oleh sistem WCDMA antara lain adalah memberikan akses untuk enam macam layanan seperti terlihat pada tabel berikut

Tabel 3.1 Aplikasi layanan pada WCDMA

Katagori layanan	Kbps	Switching	Contoh Aplikasi
Voice	16	Circuit	- Voice calls - Audio on demand
Simple Messaging	14,4	Packet	- Low speed alarm/telemetry - Visual Banking - SMS
Medium Speed Multimedia	384	Packet	- Remote urveillance/diagnostic - On-line newspapers - Game on demand - File transfer (DB acces)
High Speed Multimedia	2000	Packet	- Remote surveillance/diagnostic - On-line Shopping - Photo jurnalism - Game on deamend - Narrow cast TV
High Interactive Multimedia	144	Circuit	- Video conferencing - Collaborative working

Sumber: UMTS forum

### 3.3 WCDMA Air Interface

*Wideband* CDMA mempunyai lebar pita 5 MHz atau lebih. Lebar pita nominal untuk semua proposal generasi ketiga adalah 5 MHz. Ada beberapa alasan untuk memilih lebar pita ini. Pertama, laju data 144 dan 384 Kb/s yang merupakan target utama dari sistem generasi ketiga dapat dicapai dengan lebar pita 5 MHz. Sedangkan laju data 2 Mb/s dapat dicapai untuk daerah yang dibatasi (lokal). Kedua, keterbatasan dari *spectrum calls* untuk *small minimum spectrum allocation* yang layak. Terutama jika sistem harus dikembangkan dengan band frekuensi yang ada termasuk didalamnya sistem generasi kedua. Ketiga, lebar pita 5 MHz dapat dipisahkan lebih banyak bagian daripada lebar pita yang lebih sempit, menaikkan *diversity* dan juga meningkatkan kehandalan. Lebar pita yang lebih lebar yaitu 10, 15, dan 20 MHz telah diajukan untuk menunjang laju data yang lebih tinggi dan efisien. Sebagai proposal *wideband* CDMA

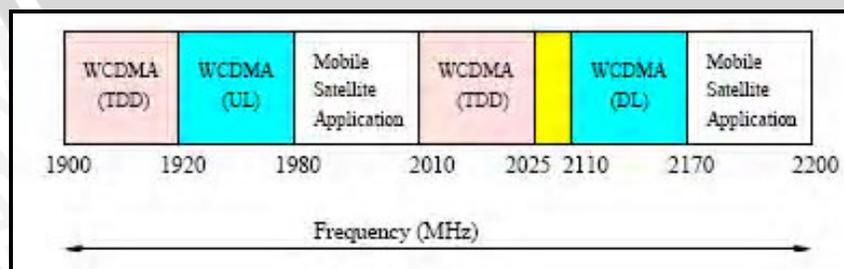
telah dibuat untuk sistem *wireless* generasi ketiga dan daikarakteristikan dalam beberapa sifat:

- ❖ Ketentuan dari layanan *multirate*
- ❖ Paket data
- ❖ *Spreading* kompleks
- ❖ *Coherent uplink* menggunakan *user dedicated pilot*
- ❖ Kanal pilot tambahan pada *downlink* untuk pemancaran
- ❖ *Interfrequency handover* yang lembut
- ❖ Kontrol daya cepat pada *downlink*
- ❖ Pilihan deteksi *multiuser*

Standarisasi air interface generasi ketiga untuk perencanaan yang berdasarkan pada teknologi CDMA kelihatannya terfokus pada perencanaan network asynchronous dan synchronous. Pada perencanaan network synchronous, base station disinkronisasi dengan beberapa mikrosekon. Ada tiga jenis proposal network asynchronous CDMA, antara lain WCDMA pada ETSI dan ARIB, dan TTA II di Korea yang mempunyai parameter yang hampir sama. Sedangkan *network synchronous wideband* CDMA dipakai oleh TR45.5 (cdma2000) dan sedang menjadi bahan pertimbangan oleh Korea (TTA I).

### 3.3.1 Spektrum Frekuensi

Alokasi spektrum untuk UTRA ditunjukkan pada Gambar 3.2, akses radio Generasi ketiga (G3) menggunakan *Frequency Division Duplex* (FDD) dan *Time Division Duplex* (TDD).



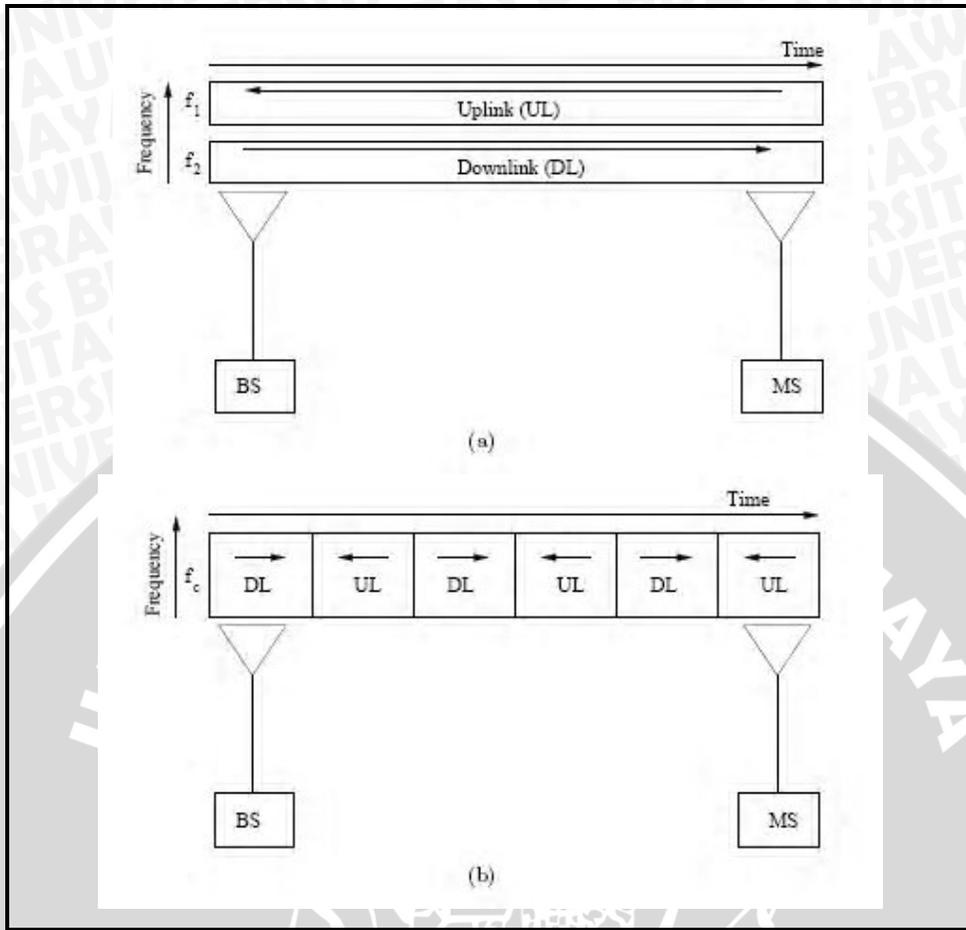
**Gambar 3.2.** Alokasi spektrum dalam UTRA  
(Sumber: Nguyen, 2005:87)

*Mode FDD* menggunakan metode akses yang berbeda dengan *mode TDD*. Untuk *mode FDD*, *multiple access* yang digunakan adalah *Wide band Code Division Multiple Access (W-CDMA)* sedangkan untuk *mode TDD* menggunakan *Time Division CDMA (TD-CDMA)*. W-CDMA adalah sebuah variasi pada prinsip CDMA dengan *bandwidth* transmisi yang lebih lebar dan menggunakan *band* yang berpasangan (FDD). Sedangkan TD-CDMA sama seperti W-CDMA yang menggunakan prinsip CDMA tetapi digunakan pada *band* frekuensi yang tidak berpasangan (TDD).

Pita frekuensi yang digunakan UMTS adalah 1885-2025 MHz dan 2110-2200 MHz (Gambar 2.12). Sehingga dari alokasi *band* tersebut maka :

1. Alokasi untuk terrestrial *Frequency Division Duplex (FDD)* adalah 120 MHz yang terletak Pada frekuensi 1920-1980 MHz (*uplink*) dan 2110-2170 MHz (*down link*) dengan lebar kanal 5 MHz dengan spasi 200 kHz.
2. Alokasi Frekuensi untuk *terrestrial Time Division Duplex (TDD)* adalah 1900-1920 MHz dan 2010-2025 MHz bukan *band* yang berpasangan (*unpair band*) dengan lebar kanal 5 MHz dengan spasi 200 kHz.
3. Alokasi frekuensi yang digunakan untuk *mobile satelit* adalah pada pita frekuensi 1880-2010 MHz (*uplink*) dan 2170-2200 MHz (*down link*).

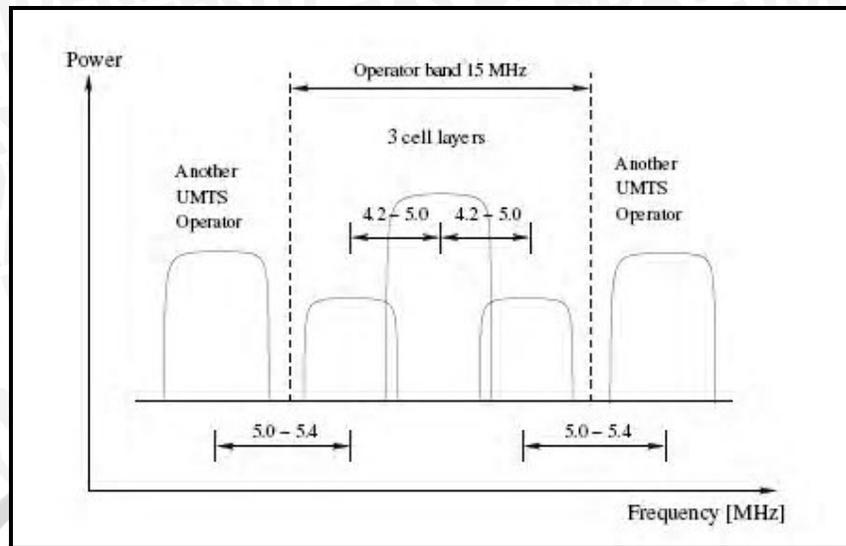
Prinsip kerja FDD dan TDD ditunjukkan pada Gambar 3.3. Sinyal *uplink* dan *downlink* pada transmisi menggunakan frekuensi carrier yang berbeda  $f_1$  dan  $f_2$  secara terus menerus, dalam *mode FDD* dipisah oleh frekuensi *guard band* (Gambar 3.3.a). Sedangkan dalam model TDD menggunakan frekuensi carrier yang sama  $f_c$ , tetapi dibedakan dengan *time slot*, terpisah oleh *guard time* (Gambar 3.3.b).



**Gambar 3.3.** Perbedaan Prinsip Transmisi UTRA TDD dan UTRA FDD.  
(Sumber : Nguyen, 2005:88)

### 3.3.2 Alokasi Frekuensi

Pada WCDMA spasi kanalnya adalah 200 kHz dan dapat bervariasi antara 4.2 MHz dan 5.4 MHz. Selisih spasi kanal dapat digunakan untuk memperoleh proteksi terhadap interferensi kanal bersebelahan. Gambar 3.4 merupakan contoh untuk lebar pita operator sebesar 15 MHz dengan tiga lapisan sel spasi kanal yang lebih besar dapat dipakai untuk memisahkan antar *band operator* untuk menghindari interferensi *interoperator*. (Nguyen, 2005:87)



**Gambar 3.4.** Penggunaan frekuensi pada WCDMA  
(Sumber: Nguyen, 2005:89)

### 3.3.3 Struktur Kanal

Struktur kanal UTRA FDD dibagi menjadi tiga kanal berdasarkan tingkatan lapisan layer pada jaringan protokol yaitu kanal fisik atau *physical channel* (layer 1 PHY), kanal pembawa atau *transport channel* (layer 1 PHY dan layer 2 MAC), dan kanal logika atau *logical channel* (layer 2 MAC dan layer 2 LAC).

#### 3.3.3.1 Kanal Fisik (*Physical Channel*)

##### A. Kanal Fisik Uplink

Terdapat dua kanal peringatan dan satu kanal *common* pada *uplink*. *User data* ditransmisikan melalui *dedicated physical data channel* (DPDCH) dan informasi kontrol dikirimkan melalui *dedicated physical control channel* (DPCCH). *Random access channel* adalah *kanal common*.

##### B. Kanal Fisik Downlink

Pada downlink, terdapat tiga kanal fisik *common*. *Common control physical channel* primer dan sekunder membawa *common control logical channel* pada downlink (BCCH, PCH, FACH); SCH membawa informasi waktu dan digunakan pada saat terjadi handover oleh MS.

### 3.3.3.2 Kanal Pembawa (*Transport Channel*)

Kanal pembawa berada pada layer 1 dari susunan jaringan protokol UTRA FDD mempunyai fungsi mengirimkan data menuju ke antarmuka radio yang berada di layer 1 dan layer 2. Kanal pembawa dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Dedicated Transport Channels* dan *Common Transport Channels*.

### 3.3.3.3 Kanal Logika (*Logical Channel*)

Kanal logika digunakan untuk melayani pengiriman data pada layer 2 (MAC layer ke LAC layer) (3GPP, TS 23.101, 2001). Selain itu, *logical channel* juga bertugas mengontrol data dan memproses panggilan, dan mensinkronisasi data. *Logical channel* dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Traffic Channel (TCH)* dan *Control Channel (CCH)* (3GPP, TS 25.211, 2001).

## 3.4 Kapasitas Sistem Seluler WCDMA

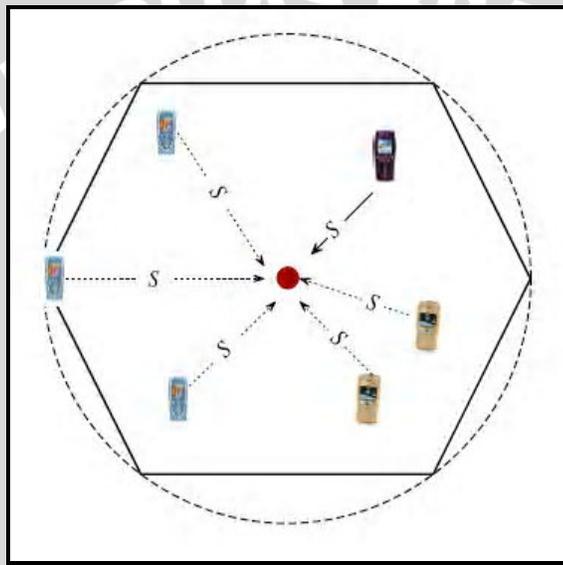
Kapasitas sistem seluler adalah parameter sistem WCDMA yang menggambarkan banyaknya *user* yang bisa dilayani oleh sistem tersebut. Pada sistem WCDMA besarnya kapasitas kanal sangat dipengaruhi oleh interferensi yang terjadi dalam sistem.

### 3.4.1 Model Interferensi

Interferensi pada sistem komunikasi bergerak disebabkan masuknya sinyal lain yang tidak diinginkan pada penerima, interferensi ini tidak dapat dihilangkan akan tetapi dapat diminimalkan. Sinyal pelanggan yang lain dapat menjadi penginterferensi bagi suatu pelanggan, semakin banyak pelanggan maka semakin banyak pula interferensinya. Interferensi ini sangat berpengaruh terhadap kapasitas sistem WCDMA. Jika interferensi yang terjadi semakin besar maka kapasitas sistem seluler akan semakin kecil dan sebaliknya jika interferensi menurun maka kapasitas kanal akan meningkat. Interferensi pada sistem WCDMA dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu *intra cell interference* dan *inter cell interference*.

### 3.4.1.1 Intra-cell Interference

Pada *intra-cell interference* sumber interferensi yang berpengaruh terhadap sistem hanya berasal dari satu *base station* yang memancarkan daya yang sama untuk masing-masing *mobile station* dan tidak ada interferensi dari sel lain karena merupakan sel tunggal. Karena sistem WCDMA menggunakan kanal yang sama untuk semua *user* maka besarnya interferensi yang timbul adalah kanal yang tersedia dikurangi dengan satu sinyal yang dikehendaki atau sebesar  $(M-1)$  kanal. Pemodelan interferensi pada sel yang sama bisa dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5.** Interferensi *reverse link* untuk sel tunggal dengan kontrol daya sempurna  
(Sumber : Nguyen, 2005:25)

Asumsikan bahwa semua daya yang diterima *base station* menggunakan kontrol daya sempurna, sehingga semua *mobile station* pada sel yang sama mempunyai daya yang sama. Maka besar interferensi dari *mobile station* pada sel yang sama dapat didefinisikan sebagai berikut: (Nguyen, 2005:25)

$$I_{\text{int ra}} = S.(M - 1) \quad (3.1)$$

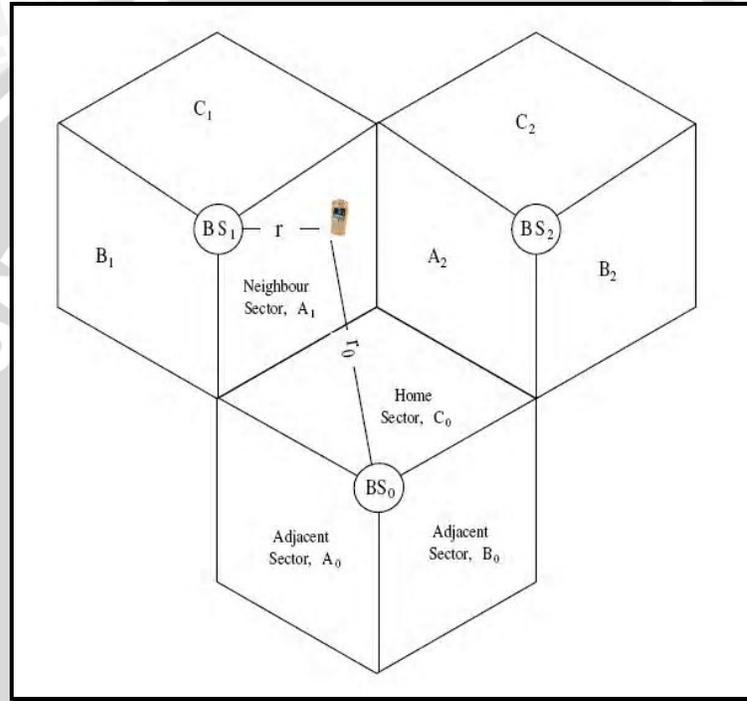
Keterangan:

$S$  = daya sinyal (Watt)

$M$  = banyaknya *mobile station* pada setiap sel

### 3.4.1.2 Inter-cell Interference

Pada *inter-cell interference*, besarnya daya interferensi berasal dari *user* yang berada pada sel tetangganya. Untuk memperoleh besar kepadatan *user* dalam sel yang berbentuk *hexagon*, diasumsikan  $M$  user terdistribusi *uniform* di dalam sel sehingga diperoleh kepadatan  $\rho = \frac{2M}{3\sqrt{3}R^2}$ .



**Gambar 3.6.** Konfigurasi sel jamak dan *inter-sector interference* (Sumber : Nguyen, 2005:25)

Jika diasumsikan posisi *user* terdistribusi *uniform* maka besarnya total interferensi yang berasal dari *user* yang berada pada sel tetangganya diwakili oleh persamaan berikut ini: (Nguyen, 2005:28)

$$I_{inter} = 2 \int_0^{\pi} d\theta \int_0^R \left( \frac{2M}{3\sqrt{3}R^2} \right) S \left( \frac{r}{r_0} \right)^n . r dr \quad (3.2)$$

Keterangan:

$I_{inter}$  = total interferensi yang berasal dari *user* yang berada pada sel tetangganya (W)

$S$  = daya yang diterima di *base station* (W)

$M$  = jumlah kanal *reverse link* untuk sel jamak (kanal)

$R$  = jari-jari sel (m)

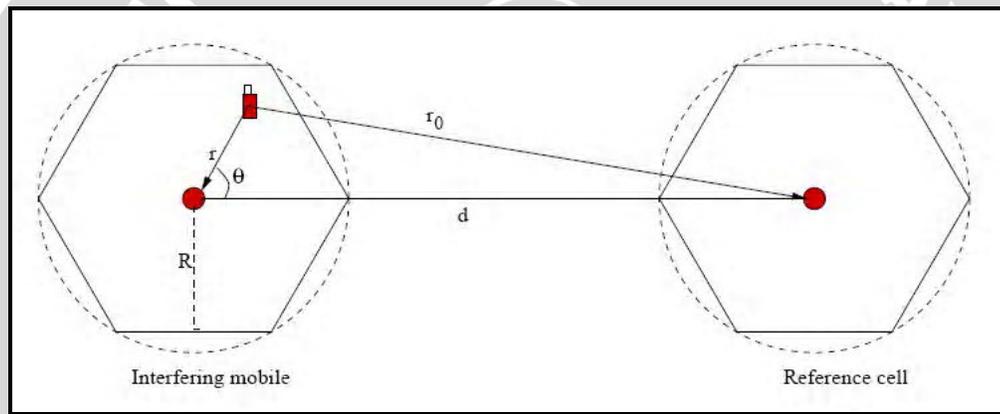
$r_0$  = jarak antara *mobile* di dalam sel dan *base station* utama ( $BS_0$ ) (m)

$$r_0 = \sqrt{d^2 + r^2 - 2d_1r \cos \theta'}$$

$r$  = jarak antara *mobile* di dalam sel dengan *base station*nya ( $BS_1$ ) (m)

$n$  = *path loss exponent*

$d$  = jarak antara  $BS_0$  dan  $BS_1$  (m)



Gambar 3.7. Geometri interferensi *reverse link* untuk sel jamak  
(Sumber: Nguyen, 2005:25)

### 3.4.1.3 Model Interferensi pada Struktur *Multicell*

Interferensi terbesar dalam struktur *multicell* adalah berasal dari sel-sel tetangga, sel yang menempel pada sel acuan yaitu pada *ring* pertama. Di tunjukan pada Gambar 3.8. Interferensi dari ring kedua dan ketiga pengaruhnya sedikit sekali dan untuk ring selanjutnya bisa diabaikan.

Koordinat sel dalam sektor adalah  $(a, b)$ , dimana  $a$  nomer ring dan  $b = 1, 2, ..a$ , ideks sel dalam sektor ada dalam ring  $a$ . Sistem koordinat sektor  $(a, b)$  dalam Gambar 3.8.(b) mempunyai sudut sel penginterferensi  $60^\circ$ . Jarak dari sel  $b$  dalm ring  $a$  adalah (Lee & Miller, 1998:1013)

$$d(a,b) = 2R\sqrt{a^2 + b^2 - ab} \tag{3.3}$$

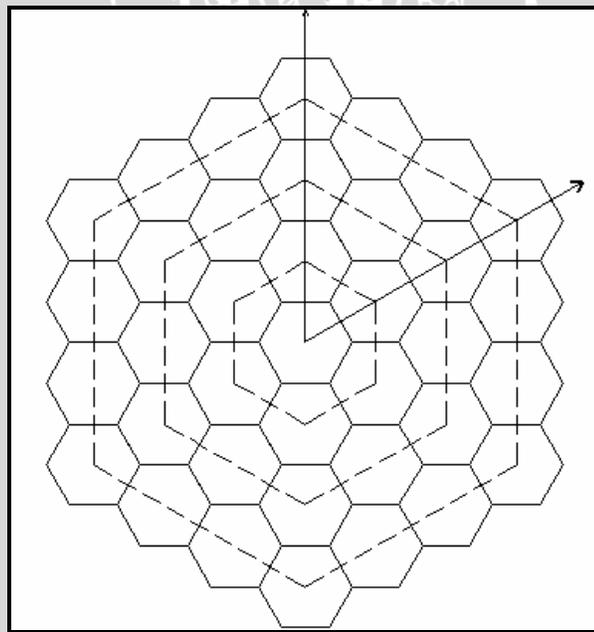
jarak sel penginterferensi dinormalisasikan menjadi:

$$r_{a,b} = \frac{d(a,b)}{R} = 2\sqrt{a^2 + b^2 - ab} \tag{3.4}$$

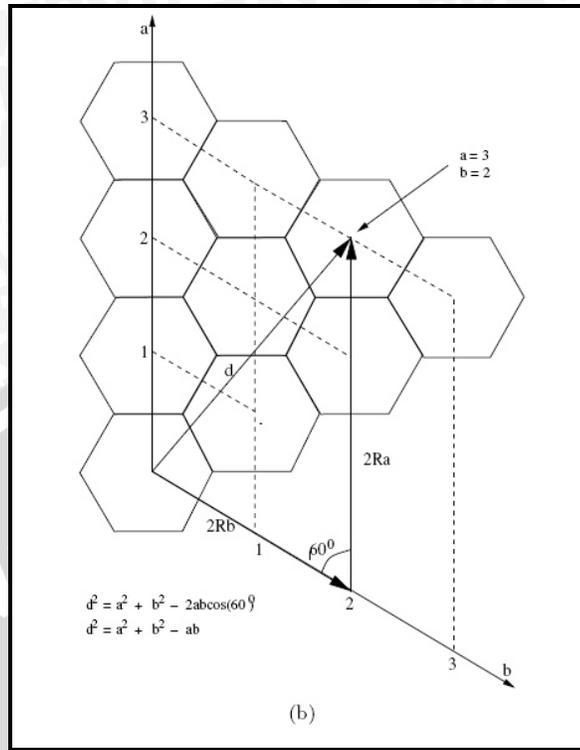
Untuk mempermudah analisis, maka bentuk sel dianggap lingkaran (circular).

Diasumsikan  $M$  user terdistribusi *uniform* di dalam sel dengan kepadatan  $\rho = \frac{M}{\pi R^2}$ , sehingga daya total yang ditransmisikan *base station* dari setiap sel dapat diturunkan sebagai berikut (Lee & Miller, 1998: 1014):

$$I_{inter} = (M \cdot v_f \cdot S_r) \cdot 6 \sum_{a=1}^n \sum_{b=1}^a 2 \left[ 2r^2 \ln \left( \frac{r^2}{r^2 - 1} \right) - \frac{4r^4 - 6r^2 + 1}{2(r^2 - 1)^2} \right]_{r=r_{a,b}} \tag{3.5}$$



**Gambar 3.8. (a) Ring sistem celluler**  
(Sumber : Lee & Miller, 1998:281)



**Gambar 3.8. (b)** Koordinat sistem *celluler*  
 (Sumber : Lee & Miller, 1998:281)

### 3.4.2 Kapasitas Kanal WCDMA

Kapasitas sistem seluler adalah parameter sistem WCDMA yang menggambarkan banyaknya *user* yang bisa dilayani oleh sistem tersebut. Pada sistem WCDMA besarnya kapasitas kanal sangat dipengaruhi oleh interferensi yang terjadi dalam sistem. Kapasitas kanal WCDMA disini berarti perhitungan kapasitas kanal yang diturunkan dari persamaan nilai SIR (*signal-to-interference ratio*). Karena sistem WCDMA menggunakan kanal yang sama untuk semua *user* maka besarnya interferensi yang timbul adalah kanal yang tersedia dikurangi dengan satu sinyal yang dikehendaki atau sebesar (M-1) kanal. Sebagaimana telah ditulis bahwa energi sinyal per bit dapat di nyatakan dengan (Vijay K. Garg, 1997:284):

$$E_b = \frac{S_{ri}}{R_b} \tag{3.6}$$

Keterangan:

$E_b$  = energi per bit (Watt/Hz)

$S_{ri}$  = daya sinyal dari *user i* (Watt)

$R_b$  = *bit rate* (bps)

Kerapatan interferensi pada base station dapat ditulis sebagai berikut (Vijay K. Garg, 1997:284):

$$I_0 = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^{M-1} v_f \cdot S_{ri} \quad (3.7)$$

Keterangan:

$W$  = *bandwidth* (Hz)

$I_0$  = kerapatan daya interferensi (Watt/Hz)

$v_f$  = faktor aktifitas suara (%) (Vijay K. Garg, 1997:22 nilainya 0,40-1)

$S_{ri}$  = daya sinyal yang diterima *base station* (Watt)

Dalam hal ini diasumsikan bahwa sistem memiliki kontrol daya yang sempurna dan pada sel tunggal, yang berarti semua daya yang ditransmisikan oleh MS diatur sedemikian sehingga daya yang diterima pada (*base station*) dari semua MS besarnya sama ( $S_{ri} = S_r$ ). Berdasarkan asumsi ini, total interferensi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I_t = I_0 + N_0 = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^{M-1} v_f \cdot S_{ri} + N_0 \quad (3.8)$$

sebagaimana diatas  $S_{ri} = S_r$ , dari persamaan (2.2) maka:

$$I_t = \frac{(M-1) \cdot v_f \cdot S_r}{W} + N_0 \quad (3.9)$$

Keterangan:

$I_0$  = kerapatan daya interferensi (Watt/Hz)

$I_t$  = total kerapatan daya interferensi (Watt/Hz)

$N_0$  = kerapatan daya *thermal noise* (Watt/Hz)

$S_{ri}$  = daya sinyal yang diterima *base station* (Watt)

$M$  = jumlah kanal dalam sel (kanal)

$v_f$  = faktor aktifitas suara (%) (Vijay K. Garg, 1997:22 nilainya 0,40-1)

sehingga  $\frac{E_0}{I_t}$  menjadi:

$$\frac{E_0}{I_t} = \left( \frac{W}{R} \right) \frac{S_r}{(N_0 W + (M - 1) v_f S_r)} = G_p \cdot \frac{S_r}{(N_0 W + (M - 1) v_f S_r)} \quad (3.10)$$

Keterangan:

$G_p$  = processing gain =  $W/R$

Dari persamaan diatas diperoleh kapasitas kanal *reverse link* dalam sel sebagai berikut:

$$M = 1 + G_p \frac{1}{(E_b/I_0) v_f} - \frac{N_0 \cdot W}{S v_f} \quad (3.11)$$

Keterangan:

$G_p$  = processing gain

$I_t$  = total kerapatan daya interferensi (Watt/Hz)

$N_0$  = kerapatan daya *thermal noise* (Watt/Hz)

$S_{ri}$  = daya sinyal yang diterima *base station* (Watt)

$M$  = jumlah kanal dalam sel (kanal)

$v_f$  = faktor aktifitas suara (%) (Vijay K. Garg, 1997:22 nilainya 0,40-1)

$W$  = bandwidth (Hz)

### 3.5 Strategi Admission Control

Sistem komunikasi WCDMA membutuhkan pengontrolan untuk menjaga kelebihan beban. *Admission control* merupakan suatu mekanisme untuk mengatur sumber radio agar tidak kelebihan beban pada suatu hubungan dengan membatasi jumlah pelanggan. Ketika kapasitas hampir penuh sistem radio seluler masih menerima pelanggan lain yang akan mengganggu kualitas layanan untuk setiap pelanggan. Oleh karena itu, *admission control* penting sekali. Inti dalam permasalahan ini adalah

memprediksikan interferensi pada sistem. Kemudian user akan diterima jika pelanggan dalam sel sudah sesuai dengan jumlah user yang ditentukan.

Cakupan sel dan kualitas layanan akan mengalami penurunan sampai dibawah level yang direncanakan, jika interferensi yang terjadi didalam sel terlalu banyak. Oleh karena itu dibutuhkan suatu algoritma yang memenej sumber sinyal, untuk membatasi besar interferensi dalam sel agar sistim WCDMA mampu beroperasi pada *signal-to-interference ratio* (SIR) rendah. *Admission control* merupakan suatu mekanisme untuk mengatur sumber radio agar sisitem tidak kelebihan beban, dengan membatasi jumlah pelanggan.

Kali ini *admission control* hanya dipandang dari sisi *uplink*. *Admission control* didalam *Radio Network Controller* (RNC), antara *uplink* dan *downlink* berdiri sendiri-sendiri. *Uplink* dan *downlink* mengarah pada perbedaan yang mendasar, seperti jenis *link* ketika melakukan akses yaitu dari banyak perangkat ke satu perangkat dan dari satu perangkat ke banyak perangkat.

*Admission control* sudah menjadi ciri khusus sistem yang berteknologi CDMA. Dalam sistem FDMA dan TDMA setiap kanal *user* sudah disediakan seperti pada GSM. Kapasitas sistem FDMA dan TDMA memiliki batasan yang tertentu, dan *admission control*-nya hanya berfungsi untuk menjaga alokasi channel yang ada, seperti *time slots* untuk *user*. CDMA tidak memiliki batasan tertentu dalam kapasitas maksimumnya, yang mana membuat *admission control* memiliki masalah dalam pengaturan kapasitas taktentu.

Algoritma *admission control* berpengaruh secara signifikan pada performa sistem WCDMA. Pengaruh *admission control* pada sistem, seperti pada kapasitas, daerah cakupan dan kualitas layanan. Beberapa strategi *admission control* telah diajukan beberapa proposal. Salah satu disain yang dipilih digunakan untuk membatasi beban dengan mengatur banyaknya sumber sinyal, contohnya kapasitas maksimum pelanggan atau total maksimum *bit rate* dalam sel. Strategi perhitungan *admission control* di antaranya berdasarkan SIR dan total daya yang diterima BTS.

### 3.5.1 Admission Control Berdasarkan SIR

Metode SIR merupakan salah satu cara untuk membatasi besar interferensi dalam sel, agar sistem WCDMA mampu beroperasi pada *signal-to-interference ratio* (SIR) rendah dan kualitas baik. Metode SIR mengontrol jumlah pelanggan dengan mengecek nilai SIR, apakah penambahan pelanggan dapat dicapai. Pelanggan yang diperbolehkan untuk mengakses adalah berdasarkan perbandingan besar SIR pelanggan dengan besar SIR minimum yang diterima *base station*. Panggilan dapat diterima jika nilai SIR lebih besar dari nilai SIR minimum. Untuk menentukan nilai SIR minimum (*SIR-threshold*) yaitu dengan persamaan sebagai berikut (Nguyen, 2005:28):

$$SIR_{th} = \left[ \frac{E_b / N_0}{W / R_b} \right] \quad (3.12)$$

Persamaan yang digunakan dalam metode ini yaitu: (M.H. Ahmed, 2005: 53)

$$R_k = \left[ \frac{1}{SIR_{th}} - \frac{1}{SIR_k} \right] \quad (3.13)$$

Keterangan:

$R_k$  = kapasitas yang tersisa

$SIR_{th}$  = SIR-threshold

$SIR_k$  = SIR uplink pada sel  $k$

$$SIR_k = \frac{S_r}{N_0 \cdot W + (M - 1) \cdot v_f \cdot S_r + \beta \cdot M \cdot v_f \cdot S_r} \quad (3.14)$$

Keterangan:

$N_0$  = kerapatan daya *thermal noise* (Watt/Hz)

$S_r$  = daya sinyal yang diterima *base station* (Watt)

$M$  = jumlah kanal dalam sel (kanal)

$v_f$  = faktor aktifitas suara

$W$  = *bandwidth* (Hz)

$\beta$  = *reuse fraction*

Persamaan sisa kapasitas ( $R_k$ ) dihitung secara periodik, ketika pelanggan baru melakukan panggilan di sel  $k$ ,  $BTS_k$  mengecek apakah  $R_k$  lebih besar dari nol untuk menerima panggilan jika tidak panggilan akan ditolak.

### 3.5.2 Admission Control Berdasarkan Daya Total

Metode daya total tidak lepas dari nilai minimal SIR yang dikehendaki, agar kualitas layanan tetap terjaga. Suatu pelanggan akan tidak diterima jika jumlah pelanggan melebihi nilai maksimum daya yang diterima BTS. Batas maksimum daya pada BTS dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Seo & Shin, 1998: 2):

$$P_{th} = \frac{P_i}{SIR_{th}} + v_f \cdot P_i \quad (3.15)$$

Daya total yang diterima BTS

$$P_k = \sum_{m=1}^K \sum_{j=1}^{N_i} P_{i,m}^j \quad (3.16)$$

Dimana  $P_{i,m}^j$  merupakan daya tipe *traffic i* yang diterima pada BTS sel  $m$  dari user  $j$ , diasumsikan *perfect power control*, maka daya total yang diterima BTS dari *user* dengan tipe *traffic i* dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_{i,k} = M_i \cdot v_f \cdot P_i + 2 \int_0^\pi d\theta \int_0^R \left( \frac{2M_i}{3\sqrt{3}R^2} \right) \cdot P_i \cdot v_f \cdot \left( \frac{r}{r_0} \right)^n \cdot r \cdot dr \quad (3.17)$$

Keterangan:

- $P_i$  = daya yang diterima setiap *user* di *base station* (W)
- $M$  = jumlah kanal *reverse link* untuk sel jamak (kanal)
- $R$  = jari-jari sel (m)
- $r_0$  = jarak antara *mobile* di dalam sel dan *base station* utama ( $BS_0$ ) (m)
- $r$  = jarak antara *mobile* di dalam sel dengan *base station*-nya ( $BS_1$ ) (m)
- $n$  = *path loss exponent*
- $v_f$  = *voice activity*

Proses *admission control* metode daya total dengan mengecek apakah nilai daya total yang diterima BTS ditambah dengan daya *request* lebih kecil dari daya *threshold* yang ditentukan ( $P_{th} \geq P_k + P_{req}$ ), BTS akan menerima jika sesuai bila tidak akan menolak panggilan. Daya *request* ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Lee & Miller, 1998: 1056):

$$P_{req} = \frac{SIR_{th} \cdot x N_o \cdot W}{G_p}$$

Keterangan:

$W$  = bandwidth (Hz)

$N_o$  = kerapatan daya *thermal noise* (Watt/Hz)

$SIR_{th}$  = *Signal to Interference Ratio Threshold*

$G_p$  = *processing gain*



## BAB IV METODOLOGI

Kajian yang digunakan dalam skripsi ini adalah kajian yang bersifat analisis, dengan judul “Pengaruh Jumlah Pelanggan Terhadap Proses *Admission Control* di Sistem WCDMA” dalam bentuk konsep yang mengacu pada studi kepustakaan. Metodologi yang akan digunakan sebagai berikut:

1. Kajian Pustaka.
2. Pengumpulan data.
3. Analisis Data.
4. Pengambilan kesimpulan dan saran.

### 4.1 Kajian Pustaka

Data yang digunakan berupa data sekunder yang didapat dari berbagai buku teks, jurnal-jurnal, dan *download* dari *internet*. Metode yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode pengambilan data, metode pembatasan variabel, dan metode analisis data. Literatur ini diperoleh dari buku referensi, jurnal dan skripsi. Adapun kajian pustaka ini antara lain:

- Kajian pustaka untuk memahami konsep UMTS sebagai sistem komunikasi bergerak generasi ketiga.
- Kajian pustaka tentang *admission control* pada sistem WCDMA.

### 4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk analisis permasalahan. Data-data yang diperlukan merupakan data-data sekunder dari berbagai literatur, buku-buku, artikel dan jurnal. Adapun data-data dan asumsi yang diperlukan dalam analisis permasalahan *bandwidth*, *bit rate*, *Eb/No*, faktor aktifitas suara, *gain* antena dan *gain soft handoff*.

### 4.3 Analisis Data

Model analisis data yang digunakan dalam “Pengaruh Jumlah Pelanggan Terhadap Proses *Admission Control* di Sistem WCDMA” ini adalah analisis matematis berdasarkan data-data sekunder dengan kesesuaian terhadap standar yang digunakan, kemudian dianalisis berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan. Analisis dan perhitungan yang dilakukan meliputi:

- Perhitungan total interferensi yang diterima *base station* (BTS).
- Perhitungan *part loss*.
- Perhitungan daya setiap pelanggan yang diterima BTS.
- Perhitungan *SIR threshold*.
- Perhitungan *SIR* untuk *perfect power control* pada *reverse link*.
- Membandingkan antara *SIR* dan *SIR threshold*, nilai  $SIR \geq SIR\ threshold$ , agar pelanggan dapat diterima oleh BTS.
- Perhitungan batas daya maksimum yang diterima BTS
- Perhitungan daya total yang diterima BTS untuk *perfect power control*.
- Membandingkan antara batas daya maksimum dengan daya total yang diterima BTS, nilai daya total  $\leq$  daya maksimum, agar pelanggan dapat diterima oleh BTS.

### 4.4 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Hal yang dilakukan dalam tahap ini adalah menentukan inti sari yang diperoleh dari hasil analisis dan memberikan saran. Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada kesesuaian antara teori dan praktek. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi serta menyempurnakan penulisan.

## BAB V

### ANALISIS ADMISSION CONTROL PADA SISTEM WCDMA

Analisis yang akan dilakukan pada bab V ini didasarkan pada hasil perhitungan yang diperoleh dari persamaan-persamaan yang telah diturunkan pada bab III. Analisis pengaruh jumlah pelanggan pada *uplink admission control* dilakukan dengan menghitung *signal to interference ratio (SIR)* dan daya total yang diterima BTS di sistem seluler WCDMA akibat pengaruh dari interferensi (*intra cell interference* dan *inter cell interference*). Penerapan *admission control* bertujuan untuk membatasi jumlah pelanggan yang dilayani.

Analisis dan perhitungan yang dilakukan untuk menentukan besarnya *SIR* dan daya total dari sistem WCDMA mengacu pada data-data spesifikasi umum dari sistem WCDMA yang didapat dari berbagai sumber literatur, buku dan jurnal serta beberapa data yang berupa asumsi yang didasarkan pada buku literatur WCDMA. Data-data yang akan digunakan dalam analisis *admission control* berdasarkan *SIR* dan daya total sistem CDMA bisa di lihat pada Tabel 5.1 berikut ini:

Tabel 5.1 Parameter *Link Budget* WCDMA

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Bit Rate</i>	8 – 2000	Kbps
<i>Chip rate WCDMA</i>	3,84	Mcps
Konstanta Boltzman	$1,38 \times 10^{-23}$	W/K.Hz
<b><u>Mobile Station (UE)</u></b>		
Daya Pancar	21	dBm
<i>Gain Antena</i>	0	dB
<i>Body Loss</i>	3	dB
<b><u>Base Station (Node B)</u></b>		
<i>Gain Antena</i>	18	dB
<i>Gain Soft Handoff</i>	3	dB
$E_b/I_o$	5	dB
<i>Cable and Connector Loss</i>	2	dB

Sumber : Wiley & Sons. 2000.

## 5.1 Perhitungan *Link Budget* pada WCDMA

Dalam menganalisis jumlah pelanggan pada *admission control* di sistem WCDMA menggunakan perhitungan *link budget* dengan asumsi :

- semua pemakai bergerak dengan kecepatan yang sama.
- kapasitas sel hanya pada area urban/makrosel (jari-jari sel ( $r$ ) = 2,3 km).
- Semua sel tetangga yang menginterferensi dianggap sama dengan sel referensi.

Untuk menganalisa *admission control* pada WCDMA diperlukan perhitungan *link budget*. Data-data yang akan digunakan dalam analisis *admission control* sistem WCDMA bisa di lihat pada Tabel 5.1:

### 5.1.1 Perhitungan Radiasi Daya Pancar Isotropis Efektif (EIRP)

EIRP (*Effective Isotropically Radiated Power*) adalah besaran yang menunjukkan unjuk kerja sistem pada sisi pemancar. Terdapat dua elemen dasar, yaitu daya output pemancar dan penguatan antena. EIRP dihitung dengan Persamaan 2.4, sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{Daya Pancar UE} + \text{Gain Antena UE} - \text{Body Loss UE} \\ &= 21 + 0 - 3 = 18 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Nilai EIRP yang diperoleh dari perhitungan sebesar 18 dB. Nilai EIRP akan digunakan untuk mencari nilai RSL (*Receive Signal Level*).

### 5.1.2 Perhitungan *Processing Gain* ( $G_p$ )

*Processing Gain* dihitung dengan Persamaan 2.1. WCDMA yang direncanakan dalam analisis menggunakan aplikasi layanan *voice* dengan *bit rate* ( $R_b$ ) sebesar 12,2 kbps dan *bandwidth* 3,84 Mcps, standar dari *Telecommunications Technologies Association's standard I* (TTA I). Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$G_p = \frac{W}{R_b} = \frac{3,84 \cdot 10^6}{12,2 \cdot 10^3} = 314,75$$

Diperoleh nilai *processing gain* sebesar 314,75.

### 5.1.3 Perhitungan *Thermal Noise* ( $N_o$ )

Dalam menganalisis besarnya *thermal noise* besarnya *bandwidth* yang digunakan 3,84 Mcps, besarnya suhu 290 K dan konstanta Boltzman  $1,38 \times 10^{-23} \text{ W/K.Hz}$ . Perhitungan *thermal noise* dengan Persamaan 2.8, yaitu :

$$\begin{aligned} N_o &= k.T.B = (1,38 \times 10^{-23}) \times 290 \times (3,84 \times 10^6) \\ &= 1,54 \times 10^{-14} \text{ W} \end{aligned}$$

### 5.1.4 Analisis Rugi-Rugi Propagasi (*Path Loss* ( $L_p$ ))

Analisis *Path loss* untuk daerah rural dihitung dengan tinggi antenna mobile station 1,5 m, frekuensi kerja pada sisi *uplink* 1950 MHz, tinggi antenna *base station* 30 m dan radius sel 2,3 km. untuk menghitung diperlukan faktor korelasi tinggi antenna MS ( $a(h_{MS})$ ), karena frekuensi kerja diatas 400 MHz maka persamaan yang digunakan Persamaan 2.16, yaitu :

$$\begin{aligned} a(h_{MS}) &= 3,2(\log 11,75.h_{MS})^2 - 4,97 \\ &= 3,2.(\log 11,75.1,5)^2 - 4,97 \\ &= -9,1 \times 10^{-4} \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai faktor korelasi tinggi antenna MS dari perhitungan diperoleh  $-9,1 \times 10^{-4} \text{ dB}$ . Karena WCDMA menggunakan frekuensi kerja 1950 MHz maka persamaan *parth loss* yang digunakan Persamaan 2.17, maka perhitungan *parth loss*-nya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_u &= 46,3 + 33,9 \log f - 13,83 \log h_T - a(h_R) + [44,9 - 6,55 \log h_T] \log d + C_M \\ &= 46,3 + 33,9 \log (1950) - 13,82 \log (30) - (-9,1 \times 10^{-4}) + \{44,9 - 6,55 \log (1,5)\} \log (2,3) + 0 \\ &= 46,3 + 111,53 - 20,41 + 9,1 \times 10^{-4} + 15,824 \\ &= 153,244 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dari perhitungan *parth loss* sinyal dengan menggunakan persamaan empirik Okumura-Hata untuk daerah rural diperoleh nilai sebesar 153,244 dB.

### 5.1.5 Analisis Daya Yang Diterima Node B (*Receive Signal Level*)

Sinyal *uplink* dari UE ketika diterima oleh Node B besarnya sama karena Node B menggunakan pengaturan daya sempurna (*perfect power control*). Besarnya RSL dihitung dengan Persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} RSL &= EIRP + Gain\ BS + Gain\ Soft\ Handoff - PathLoss - Loss\ cable \\ &= 18 + 18 + 3 - 153,244 - 2 \\ &= -116,244\ dBm \end{aligned}$$

Sedangkan nilai daya yang diterima *base station* dalam satuan watt diperoleh dengan cara berikut :

$$\begin{aligned} RSL = -116,244\ dBm &= 10\ \log\ (RSL_{dB}) \\ &= 10^{-11,6244} = 2,374 \times 10^{-12}\ mW = 2,374 \times 10^{-15}\ W \end{aligned}$$

Dengan memperhitungkan rugi-rugi redaman sinyal dari hasil perhitungan diatas, *gain soft handoff*, rugi-rugi kabel dan *gain* dari kedua antena yang dipakai sebagai penerima dan pemancar, maka didapatkan daya pancar setiap UE sebesar  $2,374 \times 10^{-15}\ W$ .

## 5.2 Analisis Interferensi

Dalam konfigurasi sel jamak, *mobile station* dalam sel akan menerima interferensi dari *base station*-nya sendiri dan dari *base station* pada sel tetangga di sekitarnya. Adanya interferensi tambahan tersebut akan berpengaruh terhadap nilai SIR.

### 5.2.1 Analisis *Intra-cell interference*

Perhitungan interferensi yang diterima *base station* untuk  $M$  mobile di dalam sel utama (*Intra-cell interference*, Persamaan 3.1) dilakukan dengan beberapa asumsi. Asumsikan bahwa semua daya yang diterima *base station* menggunakan kontrol daya sempurna, sehingga semua *mobile station* pada sel yang sama mempunyai daya yang sama. Layanan WCDMA untuk aplikasi *voice*, dalam analisisnya dipengaruhi dipengaruhi oleh faktor aktifitas suara ( $v_f$ ). Besar daya setiap *user* yang diterima *base station* dari perhitungan diperoleh  $2,374 \times 10^{-15}\ W$  dan besar faktor aktifitas suara diasumsikan 0,67, bersumber dari artikel "*Radio Network Planning*" yang disusun oleh

Jhon Wiley dan Sons Limited. Maka besar interferensi dari *mobile station* pada sel yang sama dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{\text{intra}} &= S \cdot v_f \cdot (M - 1) \\ &= 2,374 \times 10^{-15} \cdot 0,67 \cdot (M - 1) \\ &= 1,8425 \times 10^{-15} \cdot (M - 1) \text{ Watt} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *Intra-cell interference* masih mengandung konstanta yaitu kapasitas kanal ( $M$ ). Kapasitas kanal dibiarkan tetap ada dalam perhitungan *Intra-cell interference*, karena besar nilai  $M$  akan disesuaikan dengan batas minimum nilai SIR (*SIR-threshold*).

### 5.2.2 Analisis *Inter-cell interference*

Besarnya interferensi yang diterima *home base station* dari sel yang lain (*Inter-cell interference*) tergantung oleh jarak antara *user* sel lain dengan *home base station* ( $r_0$ ), jarak *user* terhadap *base station*-nya ( $r$ ), daya setiap *user* yang diterima *base station* ( $S_r$ ), jumlah *user* ( $M$ ) dan aktifitas suara ( $v_f$ ), ditunjukkan pada Persamaan (3.2). Untuk mempermudah dalam analisis *inter-cell interference* dibentuk koordinat sel (dijelaskan dalam sub bab 3.4.13), ditunjukkan pada Persamaan (3.5).

Dalam analisis *inter-cell interference* diberlakukan beberapa asumsi. Untuk mempermudah analisis, maka bentuk sel dianggap lingkaran (*circular*). Diasumsikan  $M$  *user* terdistribusi *uniform* di dalam sel dengan kepadatan  $\rho = \frac{M}{\pi R^2}$ . Semua sel yang menginterferensi sel referensi diasumsikan mempunyai ukuran dan karakteristik yang sama.

Dari Persamaan (3.4), jarak sel penginterferensi dihitung dengan persamaan:

$$r_{a,b} = \frac{d(a,b)}{R} = 2\sqrt{a^2 + b^2 - ab}$$

Dari Persamaan (3.5), total daya interferensi dari sel yang lain:

$$I_{inter} = (M \cdot v_f \cdot S_r) \cdot 6 \sum_{a=1}^n \sum_{b=1}^a 2 \left[ 2r^2 \ln \left( \frac{r^2}{r^2 - 1} \right) - \frac{4r^4 - 6r^2 + 1}{2(r^2 - 1)^2} \right]_{r=r_{a,b}}$$

$$= (M \cdot v_f \cdot S_r) \cdot \beta$$

Dimana:

$\beta$  = reuse factor

$$\beta = 6 \sum_{a=1}^n \sum_{b=1}^a 2 \left[ 2r^2 \ln \left( \frac{r^2}{r^2 - 1} \right) - \frac{4r^4 - 6r^2 + 1}{2(r^2 - 1)^2} \right]_{r=r_{a,b}}$$

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat perhitungan kawasan interferensi dengan radius sel  $R$ . Ditunjukkan dalam tabel untuk ring 1 ( $a = 1$ ), jarak antar selnya adalah  $d = 2R$  dan perhitungan reuse factor pada ring pertama adalah 0,2841. Total daya inter-cell interference pada ring pertama 0,2841  $Mv_f S_r$  atau sekitar 28% dari total daya reverse link pada sel referensi. Total dari ring pertama sampai ketinga sebesar 0,3198  $Mv_f S_r$ . Dari perhitungan 100 ring hanya interferensi dari ring pertama berpengaruh besar terhadap sel referensi.

**Tabel 5.2** Perhitungan *reuse fraction inter-cell interference reverse link*

<i>a</i>	<i>b</i>	$r = \frac{d}{R}$	$\beta$	komulatif	$\beta$ tiap ring
1	0	2	0,284145622	0,284145622	0,284146
2	0	4	0,009458783	0,293604406	
	1	3,464102	0,017954259	0,311558664	0,02741304
3	0	6	0,001678516	0,31323718	
	1	5,291503	0,002842891	0,316080071	
	2	5,291503	0,002842891	0,318922962	0,0073643
4	0	8	0,000511828	0,319434791	
	1	7,211103	0,000783837	0,320218628	
	2	6,928203	0,000924408	0,321143036	
	3	7,211103	0,000783837	0,321926873	0,00300391
5	0	10	0,00020611	0,322132982	
	1	9,165151	0,000293791	0,322426773	
	2	8,717798	0,000360259	0,322787032	
	3	8,717798	0,000360259	0,323147291	
	4	9,165151	0,000293791	0,323441081	0,00151421
6	0	12	9,84854E-05	0,323539567	
	1	11,13553	0,000133266	0,323672833	
	2	10,58301	0,000163779	0,323836612	
	3	10,3923	0,000176311	0,324012923	
	4	10,58301	0,000163779	0,324176702	
	5	11,13553	0,000133266	0,324309968	0,00086889
7	0	14	5,28659E-05	0,324362834	
	1	13,11488	6,87957E-05	0,324431629	
	2	12,49	8,37816E-05	0,324515411	
	3	12,16553	9,31811E-05	0,324608592	
	4	12,16553	9,31811E-05	0,324701773	
	5	12,49	8,37816E-05	0,324785555	
	6	13,11488	6,87957E-05	0,32485435	0,00054438
8	0	16	3,08777E-05	0,324885228	
	1	15,09967	3,89836E-05	0,324924212	
	2	14,42221	4,69004E-05	0,324971112	
	3	14	5,28659E-05	0,325023978	
	4	13,85641	5,51092E-05	0,325079087	
	5	14	5,28659E-05	0,325131953	
	6	14,42221	4,69004E-05	0,325178854	
	7	15,09967	3,89836E-05	0,325217837	0,00036349
⋮				⋮	⋮
100	0	200	1,16482E-09		
	⋮	⋮		⋮	⋮
	99	199,0075	1,20652E-09	0,33	1,836E-07

Sumber: Perhitungan

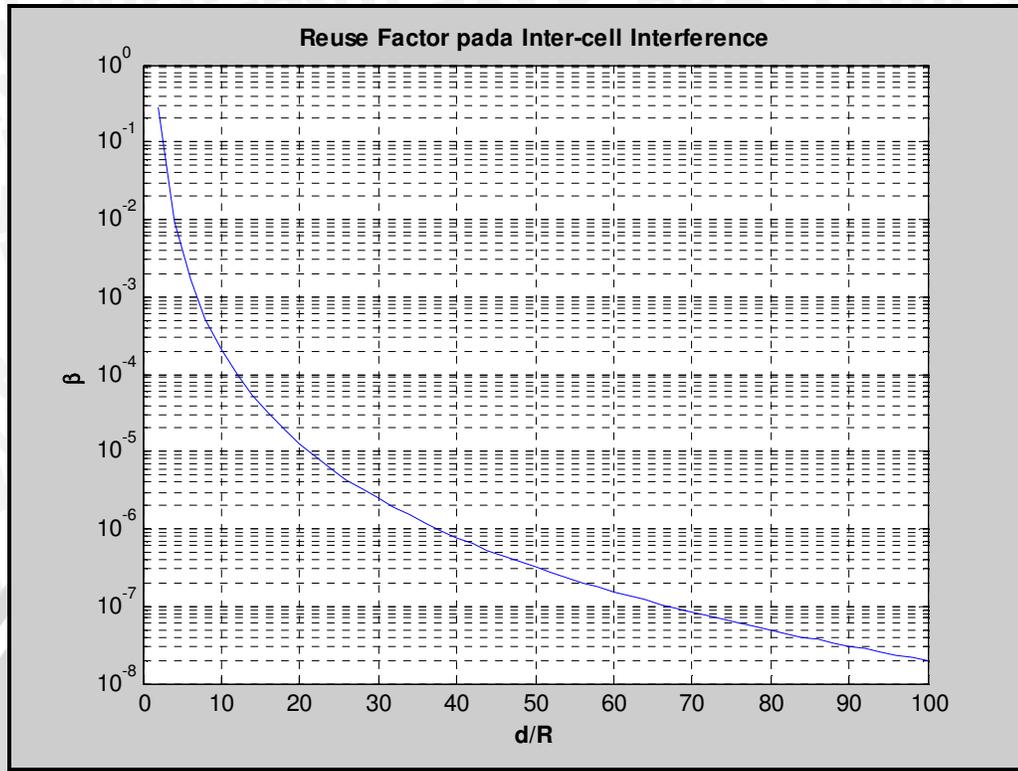
Keterangan tabel:

*a* = ring sel

*b* = posisi sel

*r* = *d*/*R* = jarak sel penginterferensi terhadap sel referensi

$\beta$  = reuse factor



Grafik 5.1.  $d/R$  terhadap reuse factor  
Sumber: Simulasi

Berdasarkan Grafik 5.1 bisa dilihat bahwa interferensi terbesar dari sel lain yaitu pada ring pertama dan dengan bertambahnya nilai  $d/R$ , nilai reuse factor terus turun. Semakin jauh jarak sel penginterferenis maka daya interferensinya terhadap sel interferensi semakin kecil.

Besar *inter-cell interference* yang diterima *base station* referensi, dengan aktifitas suara 0,67, daya yang diterima *base station* setiap user  $2,374 \times 10^{-15}$  W dan reuse factor 0,33 adalah

$$\begin{aligned} I_{inter} &= M \cdot v_f \cdot S_r \cdot \beta \\ &= M \cdot 0,67 \cdot 2,374 \times 10^{-15} \cdot 0,33 \\ &= (0,524 \times 10^{-15} \cdot M) \text{ Watt} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *inter-cell interference* masih mengandung konstanta yaitu kapasitas kanal ( $M$ ). Kapasitas kanal dibiarkan tetap ada dalam perhitungan *inter-cell interference* karena besar nilai  $M$  akan disesuaikan dengan batas minimum nilai SIR (*SIR-threshold*).

### 5.2.3 Analisis Total Interferensi

Besarnya interferensi yang diterima *home base station* adalah jumlah dari *thermal noise*, *intra-cell interference* dan *inter-cell interference*. Dari perhitungan *thermal noise*, *intra-cell interference* dan *inter-cell interference* diperoleh nilai total interferensi (Persamaan 2.7) pada *home base station* sebesar:

$$\begin{aligned} I_{tot} &= N_0 + I_{int\ ra} + I_{int\ er} \\ &= N_0 + S.v_f.(M - 1) + M.v_f.S_r.\beta \\ &= (1,54 \times 10^{-15} + 1,588 \times 10^{-15}(M - 1) + 0,524 \times 10^{-15}.M) \text{ Watt} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan total interferensi masih mengandung konstanta yaitu kapasitas kanal ( $M$ ). Kapasitas kanal dibiarkan tetap ada dalam perhitungan total interferensi karena besar nilai  $M$  akan disesuaikan dengan batas minimum nilai SIR (*SIR-threshold*)

### 5.4 Analisis Admission Control

Analisis admission control menggunakan dua strategi analisis yaitu *admission control* berdasarkan SIR dan *admission control* berdasarkan daya maksimum. Aplikasi layanan untuk *voice* dan menggunakan kontrol daya sempurna.

#### 5.4.1 Analisis Signal to Interference Ratio (SIR)

Dengan diketahuinya nilai daya setiap *user* yang diterima *base station*  $2,374 \times 10^{-15}$  W dan nilai total interferensi, maka nilai SIR dapat dihitung dengan Persamaan 2.10, yaitu :

$$\begin{aligned} \frac{S}{I} &= \frac{S_r}{N_0 + I_{int\ ra} + I_{int\ er}} \\ &= \frac{2,374 \times 10^{-15}}{1,54 \times 10^{-14} + 1,588 \times 10^{-15}(M - 1) + 0,524 \times 10^{-15}.M} \\ &= \frac{2,374}{13,812 + 2,112.M} \end{aligned}$$

Dalam analisis admission control diperlukan nilai minimum SIR (*SIR-threshold*) untuk membatasi jumlah pelanggan. Parameter yang diperlukan untuk nilai minimum SIR adalah *processing gain* ( $W/R_b$ ) dan energi bit per kerapatan interferensi ( $E_b/I_0$ ).

Besarnya  $E_b/I_0$  adalah sebesar 5 dB atau senilai 3,162, sedangkan besarnya  $W/R_b$  adalah 314,75. Dari nilai parameter yang didapatkan dapat diperoleh nilai *SIR-threshold* dengan Persamaan (3.12), yaitu:

$$\begin{aligned} SIR_{th} &= \left[ \frac{E_b/N_0}{W/R_b} \right] \\ &= \frac{3,162}{314,75} = 0,010046 \end{aligned}$$

#### 5.4.2 Analisis Admission Control Berdasarkan SIR

Untuk admission control berdasarkan SIR besarnya SIR tergantung pada besarnya daya setiap *user* dan total daya interferensi. Karena menggunakan kontrol daya sempurna, maka daya yang diterima BTS untuk semua *user* sama yaitu  $2,374 \times 10^{-14}$  W. Nilai *SIR-threshold* yang telah dihitung sebelumnya, sebesar 0,010046. Perhitungan menggunakan persamaan sisa kapasitas (Persamaan (3.13)), untuk mengetahui apabila SIR telah melebihi batas minimum. Berikut ini adalah perhitungan *admission control* berdasarkan SIR:

$$\begin{aligned} R_k &= \left[ \frac{1}{SIR_{th}} - \frac{1}{SIR_k} \right] \\ &= \frac{1}{0,010046} - \left( \frac{1}{\frac{2,375}{13,812 + 2,112.M}} \right) \\ &= 99,62 - (5,818 + 0,88964.M) \\ &= 93,802 - 0,88964.M \end{aligned}$$

Dari Tabel 5.3 bisa dilihat nilai SIR untuk  $M$  *user* yang berada dalam satu sel. Dengan bertambahnya jumlah *user* dalam satu sel, nilai SIR semakin turun. Penurunan nilai SIR dibatasi oleh nilai *SIR-threshold* sehingga diperoleh jumlah maksimum *user* sebesar 105. Nilai SIR pada *user* ke-105 sebesar 0,010078. Untuk *user* diatas *user* ke-105 akan ditolak (*blocking*) karena nilai SIR-nya akan melebihi batas minimum SIR, sehingga nilai sisa kapasitasnya ( $R_k$ ) menjadi negatif seperti pada *user* ke-106 di Tabel 5.3. Dimana nilai  $R_k$  harus lebih besar dari nol.

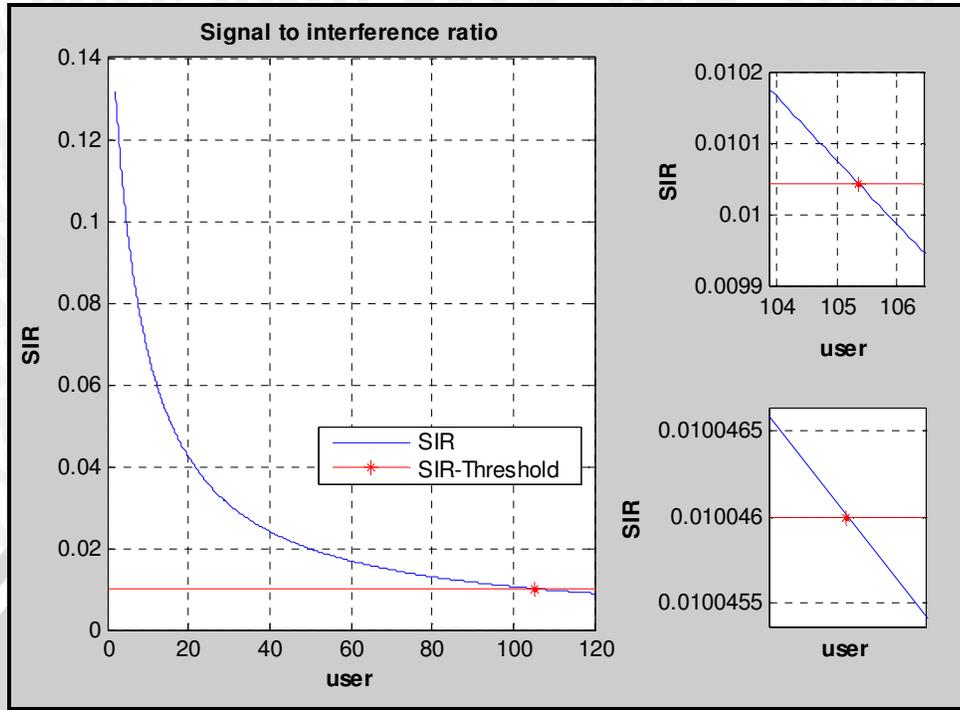
**Tabel 5.3** Hasil perhitungan nilai SIR

M	SIR	R <sub>k</sub>
1	0,149083	92,834440
2	0,131626	91,944802
3	0,117828	91,055164
4	0,106649	90,165527
5	0,097407	89,275889
6	0,089639	88,386251
7	0,083019	87,496613
8	0,077309	86,606976
9	0,072334	85,717338
10	0,067961	84,827700
11	0,064086	83,938063
12	0,060629	83,048425
13	0,057526	82,158787
14	0,054726	81,269149
15	0,052185	80,379512
16	0,04987	79,489874
17	0,047751	78,600236
18	0,045805	77,710598
19	0,044012	76,820961
20	0,042354	75,931323
⋮	⋮	⋮
95	0,01107	9,208492
96	0,010962	8,318854
97	0,010856	7,429217
98	0,010752	6,539579
99	0,010651	5,649941
100	0,010551	4,760303
101	0,010452	3,870666
102	0,010356	2,981028
103	0,010262	2,091390
104	0,010169	1,201752
105	0,010078	0,312115
106	0,009988	-0,577523

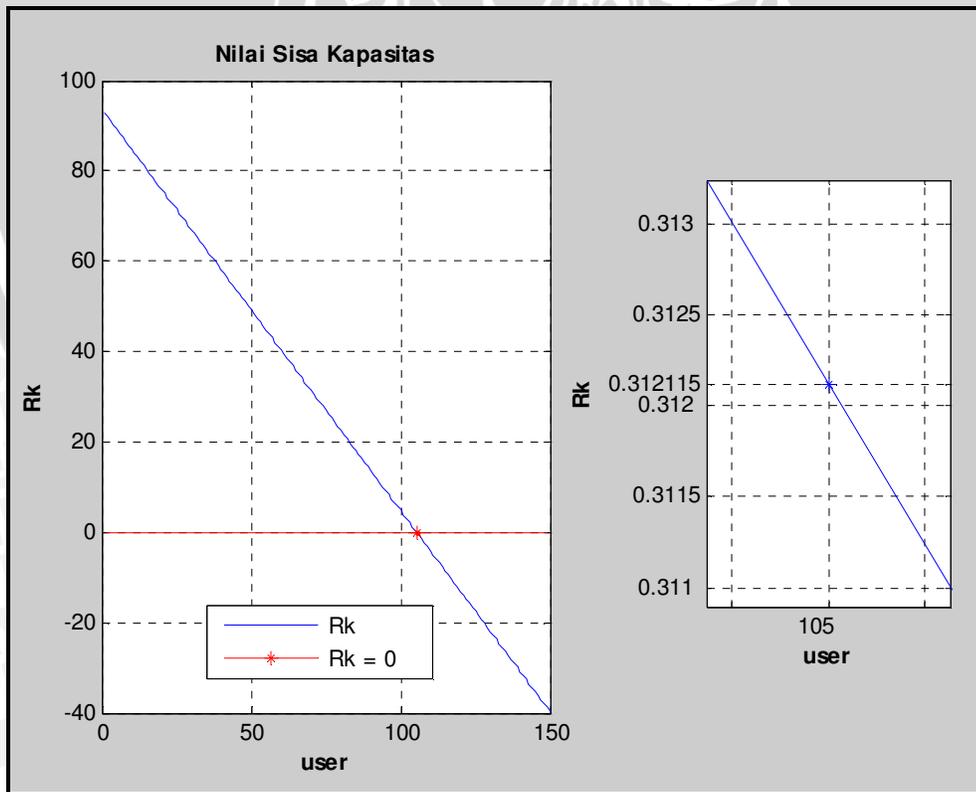
**Sumber:** Perhitungan

Berdasarkan Grafik 5.2 bisa dilihat bahwa dengan bertambahnya jumlah *user* (*M*) nilai SIR akan semakin menurun. Hal ini membuktikan bahwa dalam WCDMA semakin banyak jumlah pelanggan maka semakin banyak pula interferensin, sehingga menurunkan kualitas sinyal. Penurunan nilai SIR dibatasi dengan nilai *SIR-threshold*, untuk membatasi jumlah *user*.





Grafik 5.2. Perubahan SIR terhadap penambahan user  
Sumber: Simulasi



Grafik 5.3. Perubahan  $R_k$  terhadap penambahan user  
Sumber: Simulasi

### 5.4.3 Analisis Admission Control Berdasarkan Daya Total

Untuk *admission control* berdasarkan daya total besarnya daya total tergantung pada besarnya daya setiap *user* ( $P_i$ ), aktifitas suara ( $v_f$ ), jumlah *user* ( $M$ ) dan total daya interferensi dari sel lain. Karena menggunakan kontrol daya sempurna, maka daya yang diterima BTS untuk semua *user* sama yaitu  $2,374 \times 10^{-15}$  W. Untuk menghitung daya maksimum (*daya-threshold*) tidak lepas dari *SIR-threshold*. Nilai *SIR-threshold* yang telah dihitung sebelumnya, sebesar 0,010046. Perhitungan *daya-threshold* menggunakan Persamaan (3.15). Berikut ini adalah perhitungan *admission control* berdasarkan daya total:

$$\begin{aligned} P_{th} &= \frac{P_i}{SIR_{th}} + v_f \cdot P_i \\ &= \frac{2,374 \times 10^{-15}}{0,010046} + 0,67 \cdot 2,374 \times 10^{-15} \\ &= 236,313 \times 10^{-15} + 1,5 \times 10^{-15} \\ &= 2,378 \times 10^{-13} \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya total yang diterima BTS dari *user* dengan asumsi *perfect power control*, sehingga semua *user* dalam satu sel dianggap mempunyai daya yang sama. Perhitungan daya total yang diterima BTS sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{tot} &= M \cdot v_f \cdot P_i + \beta \cdot M \cdot v_f \cdot P_i + N_o \\ &= (1 + \beta) \cdot M \cdot v_f \cdot P_i + N_o \\ &= (1 + 0,33) \cdot 2,374 \times 10^{-15} \cdot 0,67 \cdot M + 1,54 \times 10^{-14} \\ &= (2,115 \times 10^{-15} \cdot M + 1,54 \times 10^{-14}) \text{ Watt} \end{aligned}$$

Setiap *user* yang dilayani sebelumnya user tersebut melakukan permintaan untuk dilayani oleh BTS. Besarnya daya yang dibutuhkan untuk permintaan layanan dapat disebut *daya request*. Perhitungan *daya request* yang diterima BTS sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{req} &= \frac{SIR_{th} \cdot N_o \cdot W}{G_p} \\ &= \frac{2,374 \times 10^{-15} \cdot 1,54 \times 10^{-14}}{314,75} \\ &= 4,915 \times 10^{-19} \text{ Watt} \end{aligned}$$

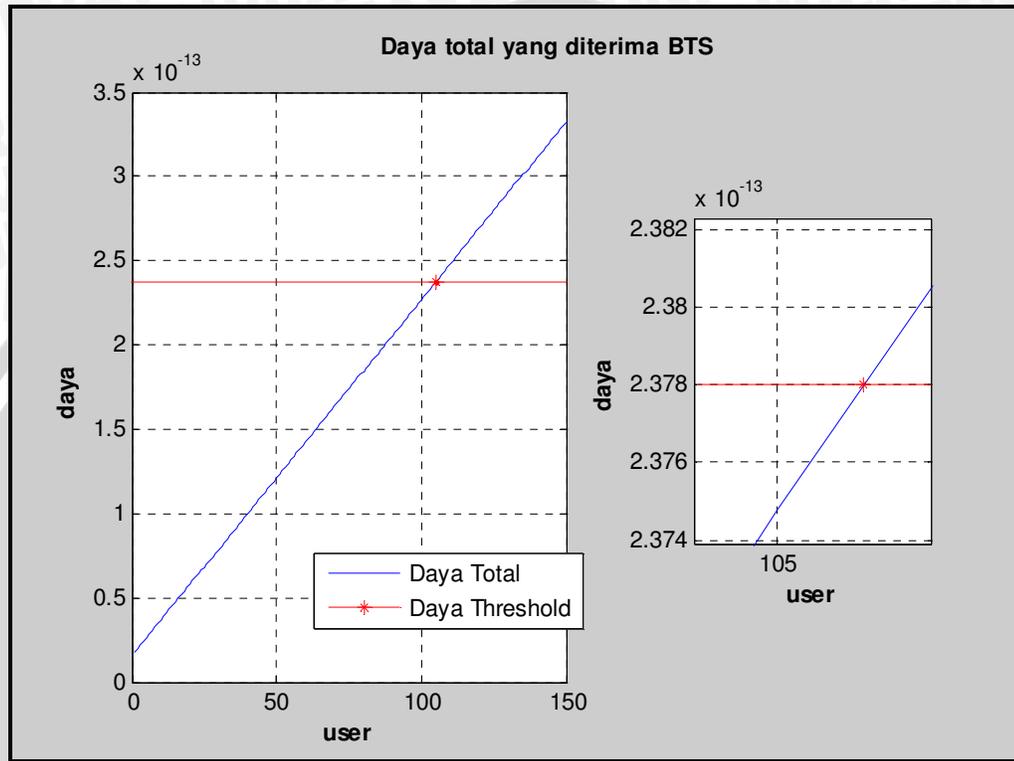
Dari Tabel 5.4 bisa dilihat nilai daya total yang diterima BTS dalam satu sel. Dengan bertambahnya jumlah *user* dalam suatu sel, nilai daya total semakin bertambah. Penambahan nilai daya total dibatasi oleh *daya-threshold* yang nilainya sebesar  $2,378 \times 10^{-13}$  W. Dengan dibatasi oleh nilai *daya-threshold*, maka diperoleh jumlah maksimum *user* sebesar 105. Nilai daya total pada saat *user* berjumlah 105 ditambah daya *request* sebesar  $4,915 \times 10^{-19}$  W. Ketika jumlah *user* melebihi 105 maka *user* yang berikutnya akan ditolak (*blocking*) karena nilai daya total akan melebihi batas maksimal daya yang diperbolehkan. Contoh: pada saat jumlah *user* telah mencapai 105 maka *user* ke-106 akan ditolak karena daya total pada saat jumlah *user* 106 ditambah dengan daya *request* melebihi *daya-threshold*.

**Tabel 5.4** Hasil perhitungan nilai daya total yang diterima BTS

M	$P_{tot}$ (Watt)	$P_{tot} + P_{req}$ (Watt)
1	1,7515E-14	1,75155E-14
2	1,963E-14	1,96305E-14
3	2,1745E-14	2,17455E-14
4	2,386E-14	2,38605E-14
5	2,5975E-14	2,59755E-14
6	2,809E-14	2,80905E-14
7	3,0205E-14	3,02055E-14
8	3,232E-14	3,23205E-14
9	3,4435E-14	3,44355E-14
10	3,655E-14	3,65505E-14
11	3,8665E-14	3,86655E-14
12	4,078E-14	4,07805E-14
13	4,2895E-14	4,28955E-14
14	4,501E-14	4,50105E-14
15	4,7125E-14	4,71255E-14
16	4,924E-14	4,92405E-14
17	5,1355E-14	5,13555E-14
18	5,347E-14	5,34705E-14
19	5,5585E-14	5,55855E-14
20	5,77E-14	5,77005E-14
⋮	⋮	⋮
99	2,24785E-13	2,24785E-13
100	2,269E-13	2,269E-13
101	2,29015E-13	2,29015E-13
102	2,3113E-13	2,3113E-13
103	2,33245E-13	2,33245E-13
104	2,3536E-13	2,3536E-13
105	2,37475E-13	2,37475E-13
106	2,3959E-13	2,3959E-13

**Sumber:** Perhitungan

Berdasarkan Grafik 5.4 bisa dilihat bahwa dengan bertambahnya jumlah *user* nilai daya yang diterima BTS makin bertambah. Pada Grafik 5.4 juga bisa dilihat bahwa saat jumlah *user* telah mencapai 105 maka *user* ke-106 akan ditolak karena daya total pada saat jumlah *user* 106 ditambah dengan daya *request* melebihi daya-*threshold*.



Grafik 5.4 Daya total yang diterima BTS  
Sumber: Simulasi

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada dan dari hasil analisis perhitungan yang telah diuraikan pada BAB V, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Interferensi terbesar dari sel lain pada ring pertama dan dengan bertambahnya nilai  $d/R$ , nilai *reuse factor* terus turun. Semakin jauh jarak sel penginterferenis maka daya interferensinya terhadap sel interferensi semakin kecil. Nilai *reuse factor* yang diperoleh dari 100 sel adalah 0,33.
2. Dengan bertambahnya jumlah *user* dalam satu sel, nilai SIR semakin turun. Penurunan nilai SIR dibatasi oleh nilai *SIR-threshold* sehingga diperoleh jumlah maksimum *user* sebesar 105. Nilai *SIR-threshold* sebesar 0,010078 dan nilai SIR pada *user* ke-105 sebesar 0,010078.
3. Dengan bertambahnya jumlah *user* dalam suatu sel, nilai daya total semakin bertambah. Penambahan nilai daya total dibatasi oleh *daya-threshold* yang nilainya sebesar  $2,378 \times 10^{-13}$  W. Dengan dibatasi oleh nilai *daya-threshold*, maka diperoleh jumlah maksimum *user* sebesar 105. Nilai daya total pada saat *user* berjumlah 105 ditambah daya *request* sebesar  $2,377 \times 10^{-13}$  W. Ketika jumlah *user* melebihi 105 maka *user* yang berikutnya akan ditolak (*blocking*), karena nilai daya total ditambah daya *request* sebesar  $4,915 \times 10^{-19}$  W melebihi batas maksimal daya yang diperbolehkan.

### 6.2 Saran

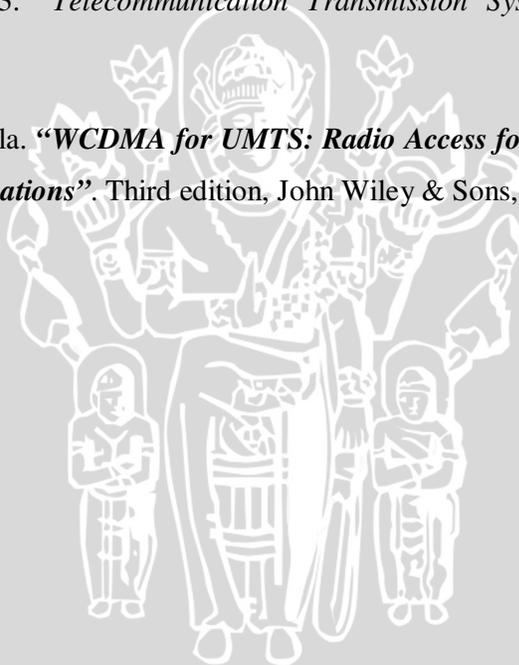
Untuk mendapatkan kapasitas kanal yang lebih mendekati kondisi asli dilapangan maka sebaiknya:

1. Kontrol daya yang digunakan kontrol daya tidak sempurna (*imperfect power control*).
2. Diperhitungkan juga kecepatan dari *mobile station* karena pada umumnya *user* selalu dalam kondisi bergerak.
3. Pembahasan tidak hanya aplikasi *voice* tetapi untuk aplikasi *packet* data juga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, H. M. 2005. *“Call Admission Control in Wireless Network”*. University of Newfoundland.
- Calhoun, George. 1988. *“Digital Celluler Radio”*. United States of America : Artech House Inc.
- Chen, Yue. 2003. *“Soft Handover Issues in Radio Resource Management for 3G WCDMA Networks”*. University of London
- Eberspächer, Jörg dan Vögel, Hans-Jörg. 1999. *“GSM Switching, Services and Protocols”* : Jhon Wiley & sons Ltd.
- Ericsson. 1999. *“UMTS Terrestrial Radio Access UTRA”*.
- IEEE Metrocon. 2001, *“A Comparative Study UMTS (WCDMA) and CDMA 2000 Networks”*, ([www.awardsolutions.com](http://www.awardsolutions.com))
- Garg, V. K.1999, *“IS-95 CDMA and cdma200 Celluler/PCS System Implementation”*. United States of America: Prentice Hall.
- Jhong Sam Lee, Leonard E. Miller. 1998. Mobile Communication Series : *“CDMA Systems Engineering Handbook”*. Artech Home Publisher London.
- Lee, William C. Y. 1993. *“Mobile Communications Design Fundamentals”*. 2<sup>nd</sup> Ed. Singapore: John Wiley & Sons, Inc.
- Lee, Wiliam C. Y. 1995. *“Mobile Cellular Telecommunications Analog and Digital System”* : McGraw-Hill, Inc.
- Nguyen, T. V. 2005. *“Capacity Improvement Using Adapter Sectorisation in WCDMA Celluler Systems with Non-Uniform and Packet Mode Traffic”*, Australia: Victoria University Melbourne.
- Nugroho, A. S. 2001, *“Analaisis Penerapan Jaringan Lokal Akses Radio Sebagai Layanan Telepon Tetap”*, Malang: Jurusan Teknik Elektro FT. Unibraw.

- Prihandoko, A. 2005, “**Perencanaan Sistem UTRA FDD (UMTS Terrestrial Radio Access Frequency Division Duplex pada Jaringan UMTS)**”, Malang: Jurusan Teknik Elektro FT. Unibraw.
- Rinaldy, R. 2001, “**Penerapan Multiple NCC (*Network Color Code*) pada Jaringan GSM Satelindo Jakarta**”, Malang: Jurusan Teknik Elektro FT. Unibraw.
- Seo, Shin. 2003. “***QoS-aware Call Admission Control whit Resource Allocation for Multimedia Over CDMA Network***”. Korea: Sungkyunkwan University Suwon.
- Young, Paul H. 1994. “***Electronic Communication Techniques***”. 3<sup>rd</sup> Ed. United States of America : Macmillan Publishing Inc.
- Winch, Robert G. 1993. “***Telecommunication Transmission System***”. Singapore : McGraw-Hill, Inc.
- H. Holma, and A. Toskala. “***WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications***”. Third edition, John Wiley & Sons, 2004.

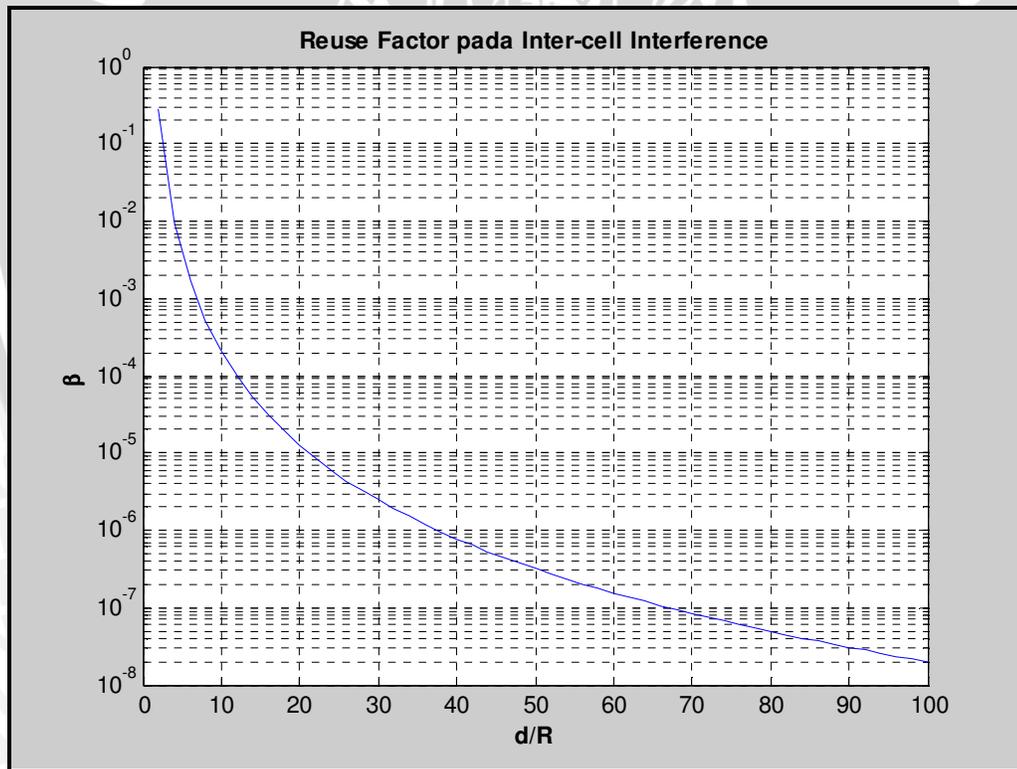


**Lampiran 1: Listing Program MatLab**

- **Listing Program Simulasi Grafik *Reuse Factor***

```
function[r,s]=reuse(n);  
r=2:2:n;  
for i=1:length(r);  
    o(i)=log(r(i)^2/(r(i)^2-1));  
    p(i)=2*r(i)^2*o(i);  
    q(i)=(4*r(i)^4-6*r(i)^2+1)/(2*(r(i)^2-1).^2);  
    s(i)=12*(p(i)-q(i));  
end;  
semilogy(r,s);grid on  
ylabel('\beta')  
xlabel('d/R')  
title('Reuse Fraction pada Inter-cell Interference')  
  
>> [r,s]=reuse(100);
```

- **Grafik Simulasi *Reuse Factor***

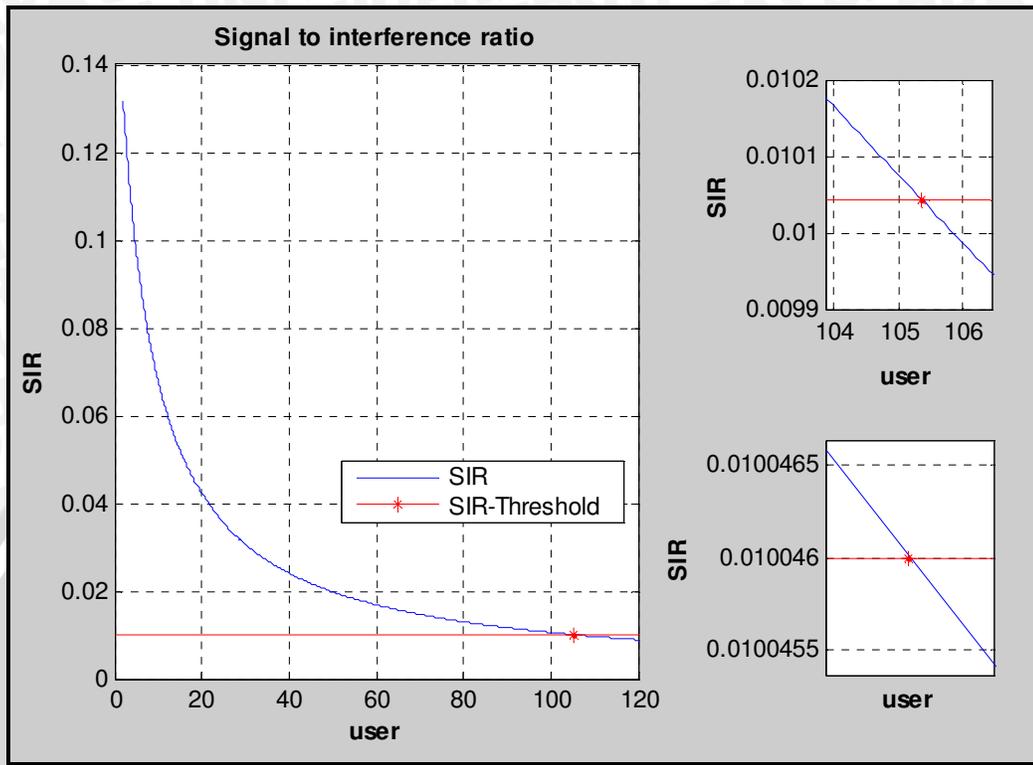


- **Listing Program Simulasi Grafik *Signal to Interference Ratio (SIR)***

```
function[r,p]=cbl(n);
r=2:1:n;
for i=1:length(r);
    a(i)=((2.112*r(i))+13.812);
    p(i)=2.374/a(i);
end;
subplot(1,3,1)
plot(r,p);
m =((2.374/0.010046)-13.812)/2.112;
for i=1:n;
    line(i,0.010046,'LineWidth',1,'LineStyle','-','color','r');
end;
line(m,0.010046,'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','r');
grid on
ylabel('SIR')
xlabel('user')
title('Signal to interference ratio')
subplot(1,3,2)
plot(r,p);
for i=1:n;
    line(i,0.010046,'LineWidth',1,'LineStyle','-','color','r');
end;
line(m,0.010046,'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','r');
grid on
ylabel('SIR')
xlabel('user')
subplot(1,3,3)
plot(r,p);
for i=1:n;
    line(i,0.010046,'LineWidth',1,'LineStyle','-','color','r');
end;
line(m,0.010046,'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','r');
grid on
ylabel('SIR')
xlabel('user')

>> [r,p]=cbl(120)
```

- **Grafik Simulasi Signal to Interference Ratio (SIR)**

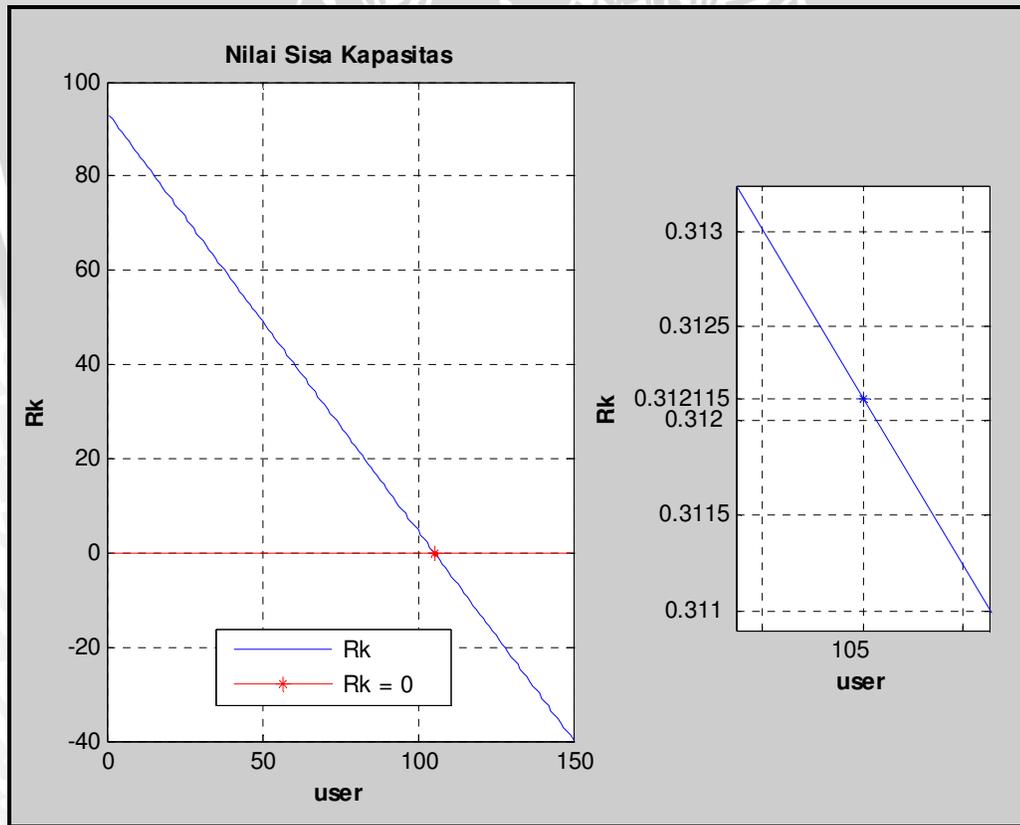


- Listing Program Simulasi Grafik Sisa Kapasitas**

```
function[r,p]=Zi(n);
r=1:n;
for i=1:length(r);
    p(i)=2.374*10^-15/((1.54*10^-14)+(1.588*10^-15)*(r(i)-1)+(0.524*10^-15*r*(i)));
    q(i)=(1/0.010046)-(1/p(i));
end;
subplot(1,2,1)
plot(r,q);grid on;
m=((2.374/0.010046)-13.812)/2.112
line(m,0, 'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','r');
ylabel('Rk')
xlabel('user')
title('Nilai Sisa Kapasitas')
subplot(1,2,2)
plot(r,q);grid on;
line(105,0.312115, 'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','b');
ylabel('Rk')
xlabel('user')

>> [r,p]=Zi(150);
```

- Grafik Simulasi *Signal to Interference Ratio (SIR)***



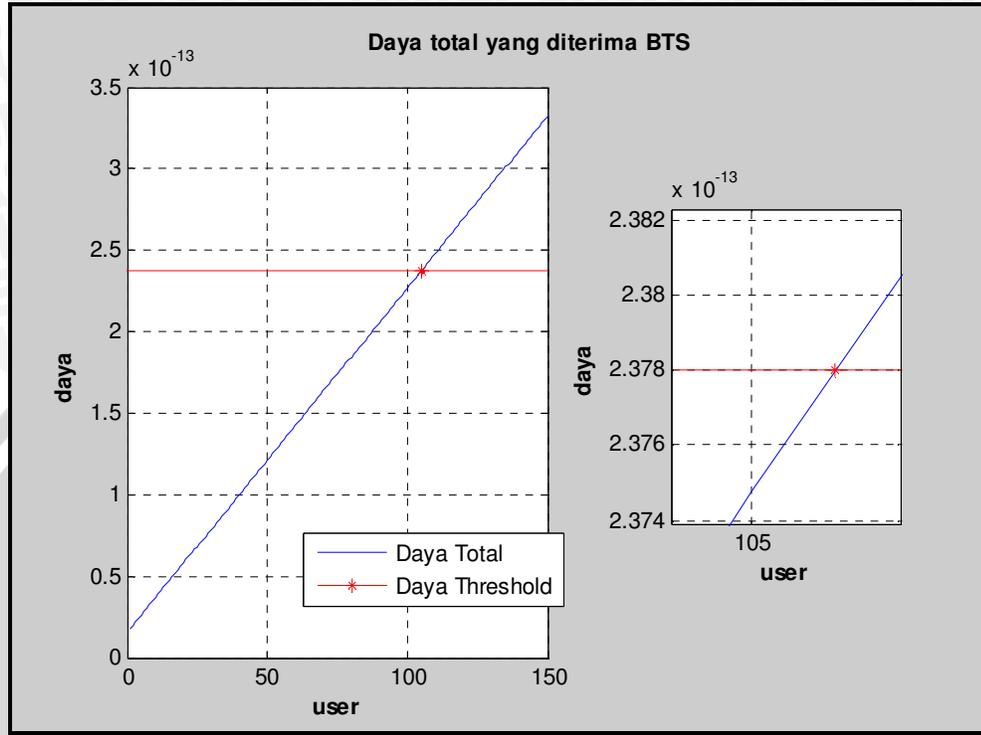
- Listing Program Simulasi Grafik Daya Total

```
function[r,p]=Dx(n);
r=1:n;
for i=1:length(r);
    p(i)=((2.115*10^-11*r(i))+(1.54*10^-14));
    s(i)=p(i)+(4.915*10^-19);
end;
subplot(1,2,1)
plot(r,s);grid on;
m=(23.78-1.54-0.00004915)/0.2115;
for i=1:n;
    line(i,2.378*10^-13,'LineWidth',1,'LineStyle','-','color','r');
end;
line(m,2.378*10^-13,'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','r');
ylabel('daya')
xlabel('user')
title('Daya Total')
subplot(1,2,2)
plot(r,s);grid on;
for i=1:n;
    line(i,2.378*10^-13,'LineWidth',1,'LineStyle','-','color','r');
end;
line(m,2.378*10^-13,'LineWidth',1,'LineStyle','*','color','r');
ylabel('daya')
xlabel('user')

>>[r,p]=Dx(150);
```



- **Grafik Simulasi Daya Total**



- Tampilan Program Simulasi *Reuse Factor*

Ring	b	d/R	i	x6
100	58	173,9425	3,56E-10	2,14E-09
100	59	174,1379	3,64E-10	2,18E-09
100	60	174,356	3,72E-10	2,23E-09
100	61	174,5967	3,64E-10	2,19E-09
100	62	174,8599	3,62E-10	2,17E-09
100	63	175,1457	3,49E-10	2,09E-09
100	64	175,4537	3,45E-10	2,07E-09
100	65	175,784	3,62E-10	2,17E-09
100	66	176,1363	3,37E-10	2,02E-09
100	67	176,5106	3,51E-10	2,11E-09
100	68	176,9068	3,52E-10	2,11E-09
100	69	177,3246	3,24E-10	1,94E-09
100	70	177,7639	3,45E-10	2,07E-09
100	71	178,2246	3,17E-10	1,90E-09
100	72	178,7065	3,26E-10	1,96E-09
100	73	179,2094	3,23E-10	1,94E-09
100	74	179,7331	3,17E-10	1,90E-09
100	75	180,2776	3,17E-10	1,90E-09
100	76	180,8425	3,15E-10	1,89E-09
100	77	181,4277	3,04E-10	1,82E-09
100	78	182,033	2,94E-10	1,76E-09
100	79	182,6582	3,01E-10	1,81E-09
100	80	183,303	2,92E-10	1,75E-09
100	81	183,9674	2,83E-10	1,70E-09
100	82	184,651	2,89E-10	1,73E-09
100	83	185,3537	2,68E-10	1,61E-09
100	84	186,0753	2,73E-10	1,64E-09
100	85	186,8154	2,78E-10	1,67E-09
100	86	187,574	2,77E-10	1,66E-09
100	87	188,3507	2,59E-10	1,55E-09
100	88	189,1454	2,63E-10	1,58E-09
100	89	189,9579	2,49E-10	1,49E-09
100	90	190,7878	2,42E-10	1,45E-09
100	91	191,6351	2,63E-10	1,58E-09
100	92	192,4994	2,52E-10	1,51E-09
100	93	193,3805	2,48E-10	1,49E-09
100	94	194,2782	2,41E-10	1,44E-09
100	95	195,1922	2,46E-10	1,47E-09
100	96	196,1224	2,16E-10	1,29E-09
100	97	197,0685	2,09E-10	1,25E-09
100	98	198,0303	2,01E-10	1,21E-09

- Tampilan Program Simulasi *Signal to Interference Ratio (SIR)*

Hasil perhitungan nilai SIR

120

M	SIR	Rk
66	0,015496	35,007987
67	0,015285	34,118349
68	0,01508	33,228711
69	0,01488	32,339073
70	0,014686	31,449436
71	0,014496	30,559798
72	0,014312	29,67016
73	0,014132	28,780522
74	0,013956	27,890885
75	0,013785	27,001247
76	0,013618	26,111609
77	0,013455	25,221972
78	0,013296	24,332334
79	0,013141	23,442696
80	0,012989	22,553058
81	0,01284	21,663421
82	0,012695	20,773783
83	0,012554	19,884145
84	0,012415	18,994507
85	0,012279	18,10487
86	0,012147	17,215232
87	0,012017	16,325594
88	0,01189	15,435956
89	0,011765	14,546319
90	0,011643	13,656681
91	0,011524	12,767043
92	0,011407	11,877405
93	0,011293	10,987768
94	0,01118	10,09813
95	0,01107	9,208492
96	0,010962	8,318854
97	0,010856	7,429217
98	0,010752	6,539579
99	0,010651	5,649941
100	0,010551	4,760303
101	0,010452	3,870666
102	0,010356	2,981028
103	0,010262	2,09139
104	0,010169	1,201752
105	0,010078	0,312115

Diatas 105 User Will Not Be Received Anymore

- Tampilan Program Simulasi Daya Total

M	P Total	P Total + P Request
65	1,52875E-13	1,528754915E-13
66	1,5499E-13	1,549904915E-13
67	1,57105E-13	1,571054915E-13
68	1,5922E-13	1,592204915E-13
69	1,61335E-13	1,613354915E-13
70	1,6345E-13	1,634504915E-13
71	1,65565E-13	1,655654915E-13
72	1,6768E-13	1,676804915E-13
73	1,69795E-13	1,697954915E-13
74	1,7191E-13	1,719104915E-13
75	1,74025E-13	1,740254915E-13
76	1,7614E-13	1,761404915E-13
77	1,78255E-13	1,782554915E-13
78	1,8037E-13	1,803704915E-13
79	1,82485E-13	1,824854915E-13
80	1,846E-13	1,846004915E-13
81	1,86715E-13	1,867154915E-13
82	1,8883E-13	1,888304915E-13
83	1,90945E-13	1,909454915E-13
84	1,9306E-13	1,930604915E-13
85	1,95175E-13	1,951754915E-13
86	1,9729E-13	1,972904915E-13
87	1,99405E-13	1,994054915E-13
88	2,0152E-13	2,015204915E-13
89	2,03635E-13	2,036354915E-13
90	2,0575E-13	2,057504915E-13
91	2,07865E-13	2,078654915E-13
92	2,0998E-13	2,099804915E-13
93	2,12095E-13	2,120954915E-13
94	2,1421E-13	2,142104915E-13
95	2,16325E-13	2,163254915E-13
96	2,1844E-13	2,184404915E-13
97	2,20555E-13	2,205554915E-13
98	2,2267E-13	2,226704915E-13
99	2,24785E-13	2,247854915E-13
100	2,269E-13	2,269004915E-13
101	2,29015E-13	2,290154915E-13
102	2,3113E-13	2,311304915E-13
103	2,33245E-13	2,332454915E-13
104	2,3536E-13	2,353604915E-13
105	2,37475E-13	2,374754915E-13

Above 105 User, Will Not Be Received Anymore

Diagram Alir Admission Control Berdasarkan SIR

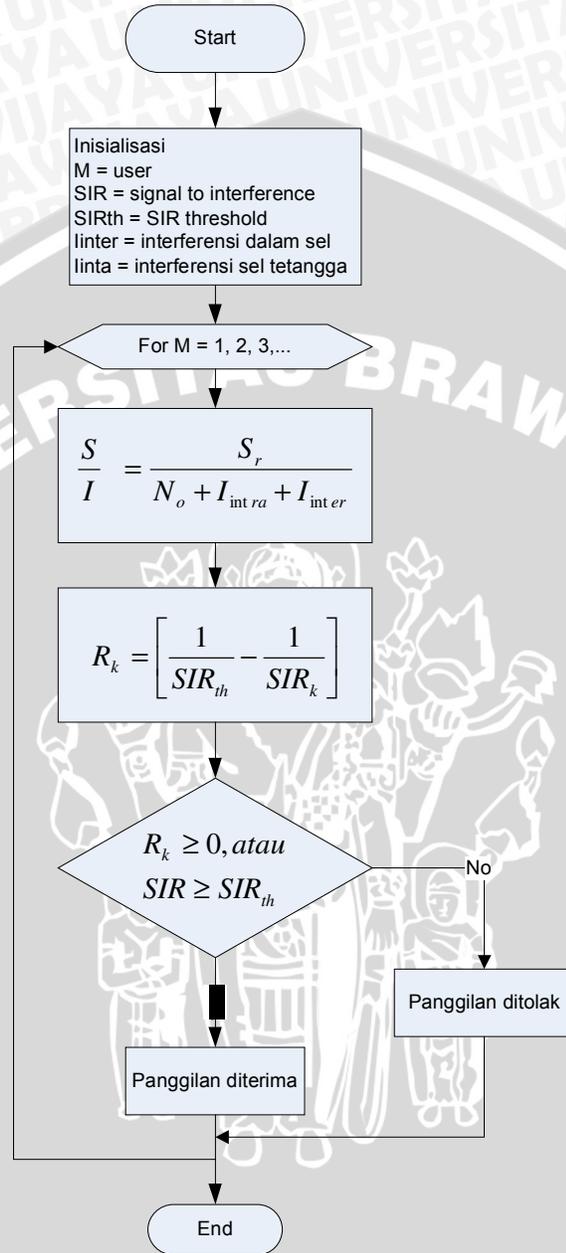


Diagram Alir Admission Control Berdasarkan Daya Total

