

**PENGARUH *SOFT HANDOFF* TERHADAP PENINGKATAN PERFORMANSI
JARINGAN *UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM* (UMTS)**

SKRIPSI

KONSENTRASI TELEKOMUNIKASI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun Oleh :

PRADINI PUSPITANINGAYU

NIM. 0610633052 – 63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

MALANG

2010

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH *SOFT HANDOFF* TERHADAP PENINGKATAN PERFORMANSI
JARINGAN *UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM* (UMTS)**

SKRIPSI

KONSENTRASI TELEKOMUNIKASI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

PRADINI PUSPITANINGAYU

NIM. 0610633052 – 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

M. Fauzan Edy Purnomo, ST., MT.

NIP. 19710609 200002 001

Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT.

NIP. 19720630 200003 002

**PENGARUH *SOFT HANDOFF* TERHADAP PENINGKATAN PERFORMANSI
JARINGAN *UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM* (UMTS)**

Disusun Oleh :

PRADINI PUSPITANINGAYU

NIM. 0610633052 – 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 5 Agustus 2010

Majelis Penguji :

Rusmi Ambarwati, ST., MT.

NIP. 19710609 200002 001

Rudy Yuwono, ST., MSc.

NIP. 19710609 200002 001

Ali Mustofa, ST., MT.

NIP. 19710609 200002 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Rudy Yuwono, ST., MSc.

NIP. 19710609 200002 001



PENGANTAR

Alhamdulillah robbil alamin, segenap puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan kekuatan yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh *Soft Handoff* Terhadap Peningkatan Performansi Jaringan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS)” yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang membantu dan mendukung penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Bapak dan Ibu yang tak pernah putus doanya dan dukungannya, skripsi ini secara khusus dipersembahkan untuk ulang tahun Ibu ke-47 pada tanggal 8 Agustus sekaligus ulang tahun Bapak ke-50 pada tanggal 11 Agustus 2010.
2. Bapak Rudy Yuwono, ST., MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak M. Aziz Muslim, ST., MSc., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ali Mustofa ST., MT selaku Ketua Kelompok Dosen dan Keahlian Teknik Telekomunikasi.
5. Bapak M. Fauzan Edy P., ST., MT dan Bapak Dwi Fadilla K., ST., MT selaku dosen pembimbing skripsi.
6. Bapak Adharul Muttaqin, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik, serta Bapak, Ibu dosen dan segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro yang banyak memberikan saya bantuan dalam menyelesaikan kuliah dan skripsi ini.
7. Mas Afrik Kurnia Firmansyah, ST selaku Network Optimizer PT. XL Axiata Tbk Surabaya yang telah banyak membantu memberikan data serta masukan.

8. Mas Trianto dan segenap keluarga yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan bantuan.
9. Atikah Sayidah Zuhro, sahabat terbaikku, orang pertama yang kukenal di Elektro, semoga kamu juga diberikan kelancaran skripsi.
10. Teman-teman kos 21 yang akan selalu kukenang keceriaannya.
11. Sirtufillaila, Annisa Taufika, Asih Setiarini, dan semua teman-teman Ge Force atas berbagai bantuan dan persaudaraan yang tak lekang oleh waktu.
12. Keluarga Pakde Soejadi dan segenap teman-teman kos Sigura-gura yang banyak membantu, terutama pada tahun-tahun pertama kuliah di Malang.
13. Seluruh Asisten Laboratorium Telekomunikasi untuk kenangan yang teramat mendalam selama masa kuliah di Teknik Elektro.
14. Segenap pihak yang membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Segala pengetahuan hanya atas kasih sayang Allah semata, dan setiap kesalahan adalah berasal dari penulis sendiri. Meski demikian, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

Malang, Agustus 2010

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
ABSTRAKSI	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)</i>	5
2.1.1 Metode Dupleks Pada Jaringan UMTS	6
2.1.2 Area Layanan Pada UMTS	7
2.1.3 <i>Multi Path Diversity – Rake Receiver</i>	9
2.1.4 Kondisi Sel UMTS	10
2.1.5 Arsitektur Jaringan UMTS dengan <i>air interface WCDMA</i>	10
2.1.6 Parameter–parameter Jaringan UMTS	24
2.2 <i>Handoff</i> pada sistem komunikasi UMTS	33
2.2.1 Penyebab Terjadinya <i>Handoff</i>	34

2.2.2	<i>Hard Handoff</i>	35
2.2.3	<i>Soft Handoff</i>	36
2.2.4	<i>Softer Handoff</i>	37
2.2.5	Mekanisme <i>Handoff</i>	38
2.2.6	<i>Minimum Receive Signal Power</i> (P_R) pada UMTS	41
2.2.7	<i>Dropcall dan Handoff Failure</i>	42
BAB III METODOLOGI		43
3.1	Studi Literatur	43
3.2	Pengambilan data	43
3.3	Analisis Data	44
3.4	Kesimpulan	45
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		46
4.1	Umum	46
4.2	Analisis Kapasitas Sel UMTS Pada Saat <i>Handoff</i>	46
4.3	Analisis <i>Minimum Received Signal Power</i> (P_R)	50
4.4	Analisis <i>Dropcall Probability</i>	50
4.4.1	<i>Hard Handoff Dropcall Probability</i>	54
4.4.2	<i>Soft Handoff Dropcall Probability</i>	55
BAB V PENUTUP		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Pembagian Spektrum UMTS Eropa	7
Gambar 2.2. Area Layanan UMTS.....	8
Gambar 2.3. Mode UE dan Keadaan RCC.....	10
Gambar 2.4. Arsitektur Jaringan WCDMA <i>release</i> 1999 Pada UMTS	11
Gambar 2.5. Arsitektur UTRAN (UMTS <i>Terrestrial Radio Acces Network</i>).....	13
Gambar 2.6. Arsitektur OSI Pada UTRAN.....	15
Gambar 2.7. Struktur Kanal UTRAN.....	16
Gambar 2.8. Struktur Kanal Fisik Pada UTRAN	17
Gambar 2.9. Struktur <i>Frame Uplink Dedicated Physical Channel</i>	18
Gambar 2.10. Struktur <i>Frame Downlink Dedicated Physical Channel</i>	19
Gambar 2.11. Struktur Kanal Transport Pada UTRAN.....	20
Gambar 2.12. Struktur Protokol Pada UTRAN <i>Interface</i>	22
Gambar 2.13. Ilustrasi <i>Hard Handoff</i>	36
Gambar 2.14. Ilustrasi <i>Soft handoff</i>	37
Gambar 2.15. Ilustrasi <i>Softer handoff</i>	38
Gambar 2.16. Mekanisme <i>Handoff</i>	39
Gambar 2.17. Algoritma <i>Soft Handoff</i> UMTS	39
Gambar 4.1. Grafik hubungan E_b/N_0 terhadap kapasitas sel UMTS	50
Gambar 4.2. Grafik hubungan E_b/N_0 terhadap <i>minimum receive signal power</i> ...53	
Gambar 4.3. Diagram permintaan dan kesuksesan <i>hard handoff</i>	49
Gambar 4.4. Diagram permintaan dan kesuksesan <i>soft handoff</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Nilai E_c/N_0 pada kondisi <i>hard handoff</i>	43
Tabel 3.2. Nilai E_c/N_0 pada kondisi <i>soft handoff</i>	44
Tabel 4.1. Perhitungan kapasitas sel saat <i>hard handoff</i>	48
Tabel 4.2. Perhitungan kapasitas sel saat <i>soft handoff</i>	49
Tabel 4.3. Perhitungan P_R berdasarkan E_b/N_0 saat <i>hard handoff</i>	51
Tabel 4.4. Perhitungan P_R berdasarkan E_b/N_0 saat <i>soft handoff</i>	51
Tabel 4.5. Data Permintaan dan Kesuksesan <i>Hard Handoff</i> dalam 1 jam sibuk..	54
Tabel 4.6. Data Permintaan dan Kesuksesan <i>Soft Handoff</i> dalam 1 jam sibuk....	55



ABSTRAKSI

Pradini Puspitaningayu, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2010. *“Pengaruh Soft Handoff Terhadap Peningkatan Performansi Jaringan Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)”*. Dosen Pembimbing : **M. Fauzan Edy P., ST., MT.** dan **Dwi Fadilla K., ST., MT.**

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) adalah produk dari teknologi selular generasi ketiga yang menggunakan *air interace Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)*. Standarisasi UMTS ini dilakukan oleh *European Telecommunication Standard Institution (ETSI)* dengan *bit rate* mencapai 2 Mbps pada frekuensi 2 GHz.

Dalam arsitektur komunikasi selular, *handoff* bertujuan untuk menyediakan layanan *mobile* secara kontinyu kepada user yang bergerak hingga melampaui jangkauan suatu sel. Secara umum terdapat tiga jenis *handoff* yang dapat diterapkan dalam jaringan UMTS yaitu *hard handoff*, *soft handoff* dan *softer handoff*.

Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *soft handoff* pada peningkatan performansi jaringan UMTS meliputi kapasitas sel probabilitas *blocking* dan probabilitas *dropcall* karena *handoff failure*. Setiap analisis untuk *soft handoff* dibandingkan dengan analisis yang dilakukan ketika sel melakukan *hard handoff* untuk mengetahui peningkatan yang terjadi. Dalam perhitungan digunakan *software Matlab7* untuk membantu proses analisis.

Dari hasil analisis, didapatkan peningkatan kapasitas sebesar 9,77% ketika sel menerapkan *soft handoff* dibanding ketika sel menerapkan *hard handoff*. Kuat sinyal penerimaan minimum saat *soft handoff* 6,78% lebih kecil daripada saat *hard handoff*. *Dropcall probability* saat *soft handoff* menurun sebesar 98% dibanding dengan saat *hard handoff*. Dengan demikian *soft handoff* dapat memberikan pengaruh yang lebih baik untuk performa jaringan UMTS.

Kata Kunci : *Soft handoff, hard handoff, kapasitas, kuat sinyal, dropcall.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi komunikasi seluler mengalami pertumbuhan yang sangat besar dalam tiga dekade. Dimulai dengan hadirnya NMT (*Nordic Mobile Telecommunication*) dan AMPS (*Advance Mobile Phone System*) pada tahun 1978, GSM (*Global System for Mobile Communication*) dan CDMA (*Code Division Multiple Access*) pada tahun 1991, hingga hadirnya UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) sebagai salah satu standar teknologi generasi ketiga IMT-2000 (*International Mobile Telecommunication-2000*) yang dirumuskan ITU (*International Telecommunication Union*) pada tahun 1999.

Sebagai teknologi seluler generasi pertama, NMT dan AMPS masih menggunakan teknologi analog. Metode akses yang digunakan adalah FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dengan ciri berkecepatan rendah dan hanya cukup untuk komunikasi suara. Pada generasi kedua, GSM menggunakan sistem TDMA (*Time Division Multiple Access*) sedangkan CDMA menggunakan pengkodean informasi dalam satu band frekuensi. Kemudian dikembangkan pula GPRS (*General Packet Radio Service*) dan EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) yang menyediakan layanan paket data dengan kecepatan rendah-menengah. Pada generasi ketiga, UMTS yang menggunakan air-interface WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) memiliki pita frekuensi dengan lebar 2 GHz. UMTS membuka kesempatan untuk menyediakan layanan *broadband* multimedia yang *mobile*. Layanan multimedia memudahkan pengiriman informasi audio, video, dan berbasis teks yang beragam.

Handoff merupakan proses perubahan frekuensi operasi secara otomatis saat pemakai terminal bergerak memasuki zona frekuensi operasi atau sel yang berbeda. Jika UE (*User Equipment*) pada saat itu sedang melakukan *on going call*, tentunya sangat diperlukan pembangunan hubungan ulang dari sel asal ke sel target agar pembicaraan dapat terus berlangsung. Dalam teknologi UMTS, dikenal tiga tipe umum dari *handoff* yaitu, *hard handoff*, *soft handoff*, dan *softer handoff*.

Hard handoff adalah metode *handoff* yang sering disebut “*break before make*”. UE yang melewati zona cakupan *node B* asal akan memutuskan hubungan sebelum membangun hubungan dengan *node B* target. Sedangkan *soft handoff* yang sering kali disebut “*make before break*”, adalah metode *handoff* dimana UE yang berada diantara zona cakupan dua *node B*, akan membangun hubungan ke *node B* target sebelum memutuskan koneksi pada *node B* asal. UE terhubung dengan dua trafik *node B* secara paralel dalam interval waktu tertentu hingga ditetapkan sinyal pilot mana yang lebih kuat diantara keduanya. *Softer handoff* adalah kondisi dimana satu UE memiliki dua sambungan sekaligus pada satu *node B* sehingga UE harus memilih salah satu saja. Algoritma *soft* dan *softer handoff* hanya dapat diterapkan pada teknologi berbasis CDMA, dimana semua sel dapat memanfaatkan frekuensi pembawa yang sama, sehingga faktor frekuensi *re-use* mendekati satu.

Meskipun teknologi UMTS sudah populer di Indonesia sejak tahun 2007, namun masih banyak aspek-aspek jaringan yang dapat diriset dan dipelajari secara mendalam. Selain itu, kepopuleran UMTS masih sangat mendominasi komunikasi seluler saat ini. *Soft handoff* sebagai salah satu alternatif *handoff* baru yang mendukung mobilitas user pada teknologi UMTS ini adalah salah satu aspek yang dapat dikaji. Algoritma *soft handoff* diyakini dapat meningkatkan performansi suatu jaringan karena dapat mengurangi probabilitas putus panggilan (*dropcall*) pada masa perpindahan tersebut. Oleh karena itu, ditetapkanlah pokok bahasan pada *soft handoff* yang berpengaruh terhadap peningkatan performansi jaringan UMTS dalam tugas akhir ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konfigurasi jaringan UMTS?
2. Bagaimana prinsip-prinsip *soft handoff* pada sistem komunikasi seluler?
3. Bagaimana pengaruh kinerja *soft handoff* yang berhubungan dengan perbandingan E_c/N_0 , sektorisasi sel, *bit rate*, dan faktor aktifitas suara (v) terhadap kapasitas sel UMTS dibanding dengan *hard handoff*?

4. Bagaimana pengaruh kinerja *soft handoff* yang berhubungan dengan E_c/N_0 terhadap level penerimaan daya minimum dibanding dengan *hard handoff*?
5. Bagaimana pengaruh besarnya permintaan *handoff* terhadap nilai *dropcall probability* pada UMTS?

1.3 Ruang Lingkup

Untuk memenuhi sasaran sebagaimana yang telah dikemukakan pada rumusan masalah, maka diberikan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Pembahasan jaringan UMTS berdasarkan standart 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*).
2. Metode akses jamak yang digunakan adalah WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*).
3. Data yang digunakan untuk perhitungan dan analisis adalah data primer dari PT XL Axiata Tbk area Surabaya.
4. Kontrol daya diasumsikan berjalan sempurna.
5. Tidak membahas pengaruh jarak antara *user* dengan *node B*.
6. Tidak membahas sistem modulasi dan perangkat keras yang menyusun jaringan UMTS.
7. Setiap perhitungan kinerja *soft handoff* akan dibandingkan dengan kinerja *hard handoff* dengan perlakuan yang sama.
8. Jenis *hard handoff* yang digunakan dalam analisis adalah *inter frequency handoff*.
9. Menggunakan bantuan perangkat lunak Matlab 7.0.4 untuk perhitungan dan grafis.

1.4 Tujuan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diterapkannya *soft handoff* dalam jaringan UMTS terhadap jumlah *user* yang dapat dilayani oleh suatu sel *node B*, pengaruh *soft handoff* terhadap level penerimaan daya minimum dan *dropcall probability*, bila dibandingkan dengan penggunaan metode *hard handoff*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

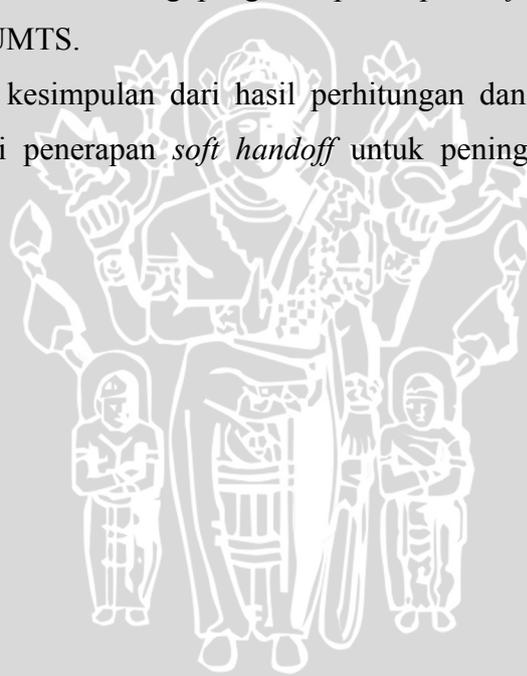
BAB I membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II membahas teori-teori yang mendukung berupa teori sistem komunikasi bergerak, jaringan dan arsitektur UMTS, teori *handoff* pada umumnya dan *soft handoff* pada khususnya, serta teori keterkaitan *soft handoff* terhadap performansi jaringan UMTS.

BAB III menjelaskan metode pengkajian, metode pengambilan data, metode analisis data, dan metode pengambilan kesimpulan.

BAB IV membahas tentang pengaruh penerapan *soft handoff* terhadap performansi jaringan UMTS.

BAB V berisi kesimpulan dari hasil perhitungan dan saran-saran yang membangun mengenai penerapan *soft handoff* untuk peningkatan performansi pada jaringan UMTS.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)*

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan salah satu sistem generasi ketiga yang dikembangkan di Eropa. Standarisasi UMTS ini dilakukan oleh *European Telecommunication Standard Institution (ETSI)* dengan *bit rate* mencapai 2 Mbps pada frekuensi 2 GHz dengan alokasi spektrum 230 MHz. UMTS bekerja di bidang frekuensi 1885-2025 Mhz untuk *downlink* dan 2110-2200 Mhz untuk *uplink*. Sistem ini menggabungkan *paging*, *cordless*, *mobile terrestrial*, dan *mobile* satelit dalam satu kesatuan standar. Disamping itu *International Telecommunications Union Telecommunication Standardisation Sector (ITU-T)* mengerjakan sistem yang sama dinamakan *International Mobile Telecommunication System 2000 (IMT 2000)*.

UMTS menawarkan layanan komunikasi, seperti telepon dan *short message service (SMS)*, serta layanan data yang memungkinkan transfer informasi antar *access point*. Selain itu, konsumen juga dapat melakukan negosiasi karakteristik dari *bearer service* pada saat koneksi sedang berlangsung. UMTS dapat mencakup *connection oriented* maupun *connectionless* baik untuk komunikasi *Point-to-Point* maupun *Point-to-Multipoint*. Layanan UMTS diupayakan dapat memenuhi permintaan pemakai dimanapun berada, artinya UMTS diharapkan dapat melayani area yang seluas mungkin. Jika tidak ada sel UMTS pada suatu daerah, dapat difasilitasi dengan rute melalui satelit. Transmisi inti UMTS menggunakan *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*. *ATM Adaptation Layer type 2 (AAL2)* mengatur koneksi *Circuit Switched* dan *Packet Switched*, sementara protokol AAL5 digunakan untuk pengiriman data.

Layanan data memiliki parameter *Quality of Service (Qos)* untuk transfer delay, variasi delay, dan *Bit Error Rate (BER)*. Berikut adalah kecepatan transmisi data yang ditawarkan :

- 144 Kbps untuk komunikasi satelit dan daerah pedesaan
- 384 Kbps untuk daerah perkotaan di luar ruangan

- 2048 Kbps untuk di dalam ruangan atau luar ruangan dalam jarak sempit

UMTS juga memiliki kelas QoS yang berbeda untuk empat macam tipe trafik, penjelasannya adalah sebagai berikut :

- *Conversational class (voice, video telephony, video gaming)*
- *Streaming class (multimedia, video on demand, webcast)*
- *Interactive class (browsing internet, network gaming, database access)*
- *Background class (email, sms, downloading)*

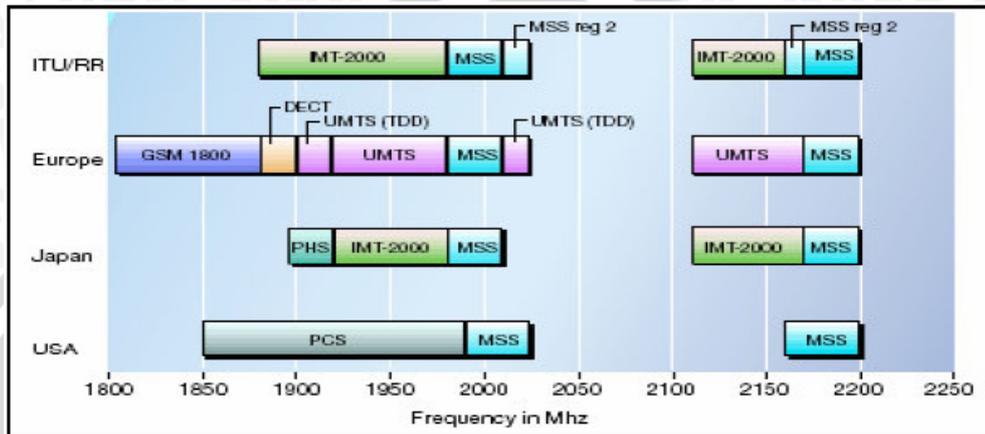
Selain itu, UMTS juga memiliki suatu *Virtual Home Environment (VHE)* yang merupakan konsep untuk layanan privat untuk lingkup tertentu. Segi keamanan jaringan serta layanan berbasis lokasi juga telah dikembangkan pada UMTS.

2.1.1 Metode Dupleks Pada Jaringan UMTS

Dalam arsitektur WCDMA, digunakan dua tipe dupleks yaitu, *Frequency Division Duplexing (FDD)* dan *Time Division Duplexing (TDD)*. Metode ini saling melengkapi satu sama lain. FDD menggunakan operasi *wideband-CDMA (WCDMA)* dengan minimum band frekuensi yang dibutuhkan adalah 2 x 5 MHz untuk *uplink* dan *downlink (paired)*, sedangkan TDD berbasis pada *Time Division CDMA (TD-CDMA)* dan hanya menggunakan *band* frekuensi minimal 1 x 5 MHz (*unpaired*). Kedua metode dupleks tersebut memiliki performansi yang hampir sama secara keseluruhan meskipun terdapat beberapa perbedaan cara kerja.

Mode FDD memiliki pita frekuensi yang lebih lebar, sehingga cocok untuk diterapkan pada area dengan tingkat kepadatan yang tinggi yaitu pada sel makro atau mikro. Sedangkan mode TDD tidak mengijinkan delay propagasi yang besar antara UE dan *Node B* karena hal ini akan mengakibatkan tabrakan antara *timeslot* pengiriman dan penerimaan. Hal ini merupakan alasan mengapa sistem TDD lebih cocok untuk lingkungan dengan delay propagasi yang kecil, karenanya

mode TDD diterapkan pada sel *pico*. Kelebihan TDD adalah perbedaan *data rate* antara *uplink* dan *downlink* bukanlah suatu kendala justru membuatnya cocok dengan aplikasi yang berkarakter serupa, misalnya *web browsing*. Berikut ini adalah skema pembagian spektrum UMTS di Eropa, Jepang, Korea Utara dan USA.



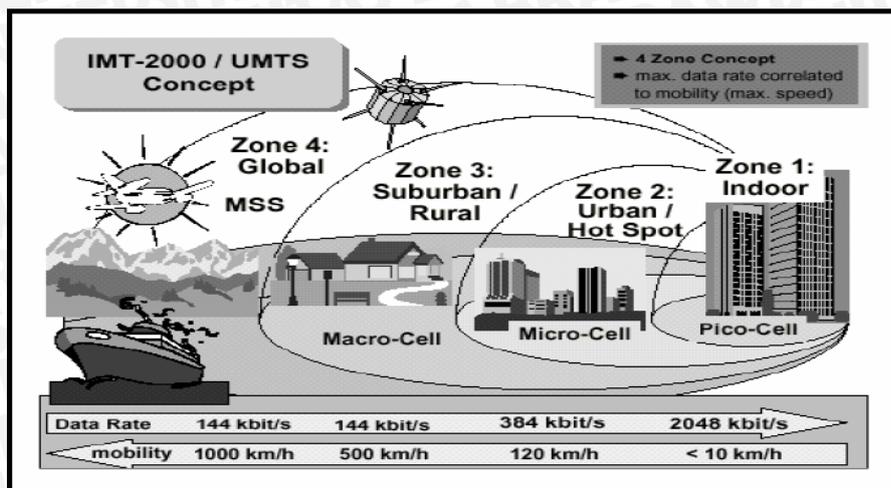
Gambar 2.1. Skema Pembagian Spektrum UMTS Eropa

(Sumber : Holma, 2003)

Selama perencanaan jaringan, perhatian khusus harus diberikan untuk menghindari interferensi antara mode FDD dan TDD, dimana TDD memiliki spektrum yang lebih sempit daripada *uplink* FDD, sekitar 1920 MHz.

2.1.2 Area Layanan Pada UMTS

Area layanan pada UMTS terbagi dalam beberapa area yang masing-masing memiliki sifat yang berbeda menyesuaikan luas area dan kepadatan penduduknya. Skema area ini ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Area Layanan UMTS

(Sumber : Anonim, 2006)

Keterangan :

Zone 1: Indoor, Outdoor dengan cakupan yang kecil

Area layanan dalam ruangan dengan terminal yang bersifat tetap atau kecepatan kurang dari 10 km/jam dan pemakai sangat banyak. Area layanan ini, kecepatan transmisinya mencapai 2048 kbit/s. Area layanan pada WCDMA zone 1 disebut *Pico Cell*.

Zone 2: Urban

Area layanan di daerah *hotspot* dengan pemakai banyak (jumlah pemakai kurang dari zone 1) dan kecepatan lebih dari 10 km/jam tetapi kurang dari 120 km/jam. Area layanan ini, kecepatan transmisinya mencapai 384 kbit/s. Area layanan pada WCDMA zone 2 disebut *Micro Cell*.

Zone 3: Sub Urban / Rural

Area layanan dengan kepadatan pemakai yang tidak terlalu banyak dan kecepatan lebih dari 120 km/jam tetapi kurang dari 500 km/jam. Area layanan ini, kecepatan transmisinya mencapai 144 kbit/s. Area layanan pada WCDMA zone 3 disebut *Macro Cell*.

Zone 4: Global

Area layanan yang sangat luas yang meliputi pedesaan, pegunungan, gurun pasir dan bahari dengan kepadatan pemakai yang rendah. Permintaan mobilitas dalam *zone 4* sangat berbeda dan terbentang dari yang tetap (bangunan tunggal, *remote measurement station*) hingga yang berkecepatan 1000 km/jam. Area layanan ini, kecepatan transmisinya mencapai 144 kbit/s. Area layanan pada WCDMA *zone 4* disebut Global.

2.1.3 *Multi Path Diversity – Rake Receiver*

Efek *multi-path* adalah keadaan dimana suatu UE menerima beberapa sinyal *Node B* dari berbagai arah. Hal tersebut terjadi karena adanya pantulan-pantulan alami yang terjadi dalam area propagasi. *Multi-path diversity* biasanya menyebabkan kesulitan pada sistem transmisi *wireless*. Sedangkan salah satu keuntungan sistem *Direct-Sequence Spread Spectrum* (DSSS) pada sistem WCDMA adalah, sinyal yang diterima oleh *multiple paths* dengan *delay* propagasi dan kekuatan sinyal yang berbeda justru dapat meningkatkan performansi sistem.

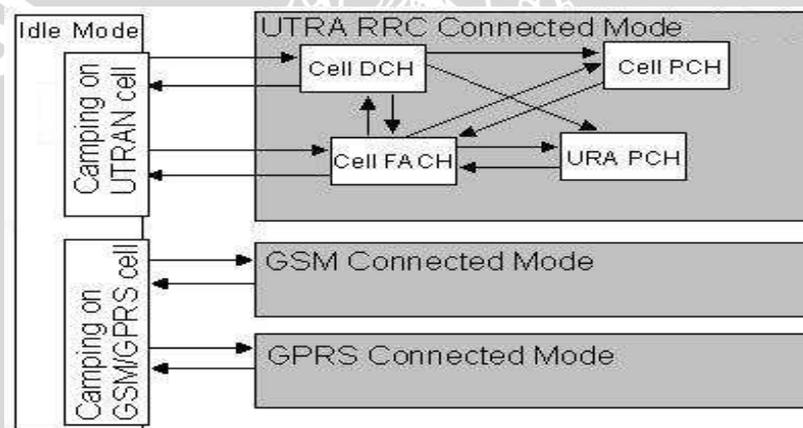
Untuk mengkombinasikan komponen *multi-path* yang berbeda tersebut, penting sekali untuk memisahkannya terlebih dahulu, pada sistem WCDMA digunakan suatu *Rake receiver*. Perangkat ini terdiri atas beberapa *receiver* yang disebut “*finger*”. Dengan menggunakan rotator fasa dan *equalizer*, pembagian energi pada komponen sinyal yang berbeda dapat dilakukan yang fasa dan amplitudonya telah mengalami perubahan karena kondisi kanal. Setelah menyesuaikan *delay* waktu dan kekuatan sinyal, perbedaan-perbedaan tersebut disatukan dalam satu sinyal dengan kualitas yang lebih baik. Proses ini disebut *maximum ratio combining* (MRC).

Hal yang perlu diperhatikan dalam *rake receiving* adalah, sinyal yang dapat dikombinasikan hanya sinyal yang memiliki *delay* lebih besar dari 1 durasi *chip*. Apabila digunakan *chip* dengan kecepatan 3,84 Mcps maka setara dengan 0,26 μ s atau perbedaan pada lebar jalur sebesar 78m. Metode ini mengurangi efek *fading* secara signifikan karena ketika kanal yang berbeda dengan karakteristik yang berbeda pula digabungkan, efek dari *fast fading* secara rata-rata hilang. Gain dapat diperoleh dari kombinasi komponen *multi-path* yang mekanismenya

sama dengan proses *soft handoff* untuk mendapat penguatan dengan menggabungkan dua atau lebih sinyal selama proses *soft handoff* maupun *softer handoff*.

2.1.4 Kondisi Sel UMTS

Jika dilihat dari sudut pandang UTRAN, suatu UE dapat menempati keadaan “*Idle*” atau “*Connected*”. Pada saat *idle*, terminal aktif dan terhubung ke kanal kontrol sel tertentu, namun bagian UTRAN jaringan tidak memiliki informasi apapun mengenai UE, terminal di alamatkan oleh suatu pesan yang dikirim ke semua user dalam satu sel. UE dapat beralih ke mode *Connected* dengan meminta agar koneksi RRC dibangun. Gambar berikut ini menunjukkan transisi keadaan untuk UE.



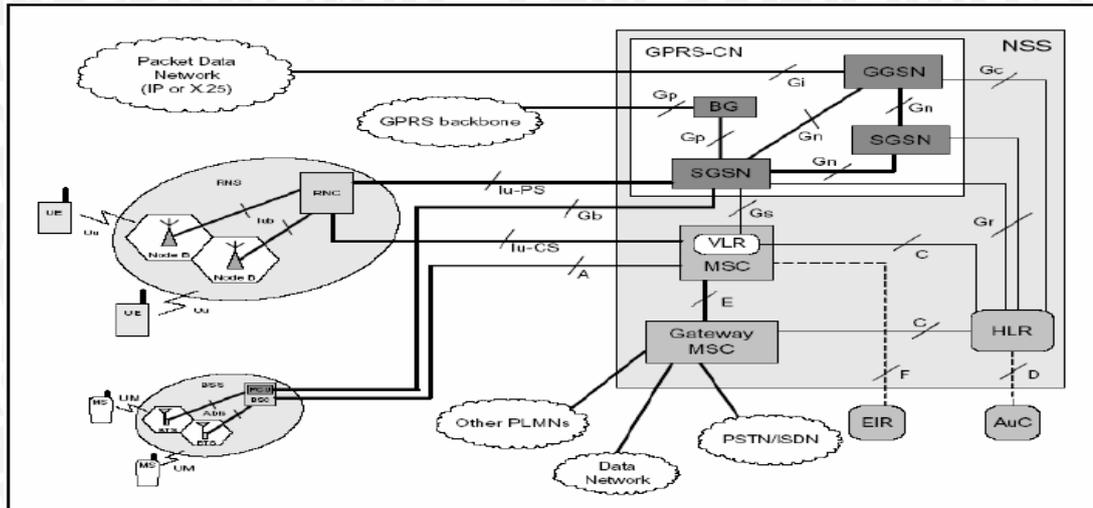
Gambar 2.3. Mode UE dan Keadaan RCC
(Sumber : Van Cowenberge, Stijn N.P. 2003)

2.1.5 Arsitektur Jaringan UMTS dengan *air interface* WCDMA

WCDMA oleh 3GPP (*the 3rd Generation Partnership Project*) diterapkan pada UMTS (*Universal Mobile Telecommunications Service*) sebagai *radio akses*. Jaringan *radio akses* dalam UMTS disebut UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*).

Arsitektur Jaringan UMTS release 1999

Arsitektur jaringan UMTS *release* 1999 ditunjukkan berikut ini :



Gambar 2.4. Arsitektur Jaringan WCDMA release 1999 Pada UMTS

(Sumber: Christophe Chevallier et.all, 2006: 5)

Secara garis besar, arsitektur jaringan WCDMA release 1999 pada UMTS terdiri dari:

1. UE (User Equipment)

Mempunyai dua komponen penting yaitu:

- USIM (*UMTS Subscriber Identity Module*) digunakan sebagai *smartcard* yang menangani identitas pelanggan, melakukan pengesahan algoritma dan beberapa informasi langganan yang dibutuhkan di terminal.
- UE (*User Equipment*) digunakan sebagai radio terminal untuk komunikasi radio melalui *uu-interface*.

2. RNS (Radio Network Sub-System)

Mempunyai dua komponen penting yaitu:

- RNC (*Radio Network Controller*) digunakan untuk mengontrol sumber radio dimana Node B terhubung dengannya. RNC adalah layanan *access point* untuk semua layanan yang disediakan oleh NSS (*Network and Switching Sub-System*).
- *Node B* digunakan untuk mentransmisikan data dari *lub-interface* dan *uu-interface* atau sebaliknya serta ikut mengontrol sumber radio.

3. NSS (Network and Switching Sub-System)

Memiliki lima komponen penting yaitu



- HLR (*Home Location Register*), adalah *database* yang diletakkan 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.
- MSC/VLR (*Mobil Service Swiiching Center/Visitor Location Register*), adalah *switch* (MSC) dan *database* (VLR) yang melayani UE di lokasi kejadian untuk layanan CS (*Circuit Switched*). Fungsi dari MSC digunakan untuk men-*swiith* 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 ke arah domain CS.
- GMSC (*Gateway Mobile Service Switching Center*), adalah *switch* untuk menghubungkan UMTS dengan PLMN (*Public Land Mobile Network*) yang lain atau PSTN (*Public Switch Telephone Network*).
- SGSN (*Serving GPRS Support Node*), mempunyai fungsi yang sama dengan MSC/VLR tetapi khusus digunakan untuk layanan PS (*Packet Switched*).
- GGSN (*Gateway GPRS Support Node*), fungsinya sangat mirip dengan GMSC tetapi diperuntukkan untuk layanan PS.

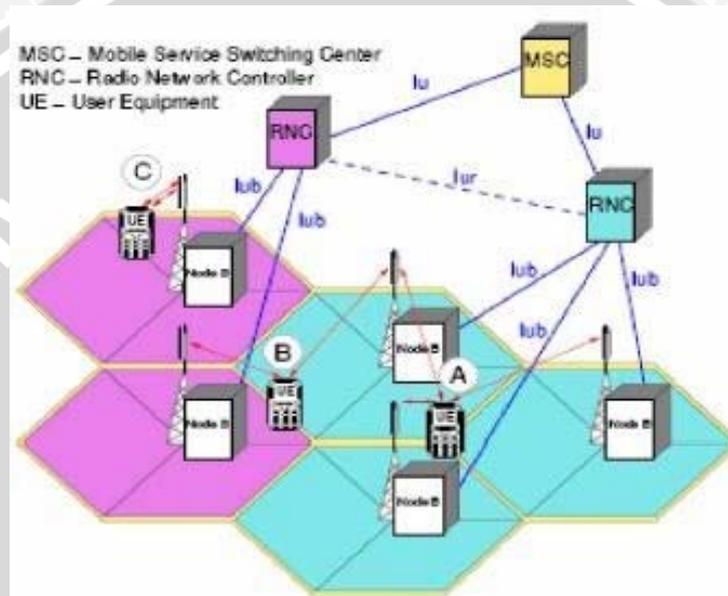
4. Interface jaringan

- *cu-interface*, adalah *interface* elektronik antara *smartcard* USIM dan UE (*User Equipment*). *Interface* ini mengikuti format standar untuk *smartcard*.
- *uu-interface*, adalah *air-interface* pada WCDMA. *uu-interface* merupakan bagian tetap dari sistem dan yang terpenting.
- *lu-interface*, menghubungkan UTRAN dengan NSS.
- *lur-interface*, digunakan untuk proses *soft handoff* antar RNC.

- *lub-interface*, *lub* menghubungkan Node B dan RNC.

2.1.5.1 Arsitektur UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Acces Network)

UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Acces Network*) terdiri dari satu atau lebih RNS (*Radio Network Sub-System*). Sebuah RNS merupakan sub-sistem dalam UTRAN yang terdiri dari sebuah RNC (*Radio Network Controller*) dan satu atau lebih *Node B*. Arsitektur UTRAN ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Arsitektur UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Acces Network)
(Sumber: Lee Benny S, 2008)

Keterangan:

1. RNC (*Radio Network Controller*)

RNC (*Radio Network Controller*) merupakan elemen jaringan yang bertanggung jawab dalam pengaturan sumber daya radio dari UTRAN. Dalam pengaturan sumber daya radio tersebut, RNC melakukan dua hal yaitu:

- **SRNC (*Serving RNC*)**

Berisi RANAP (*Radio Access Network Application Part*) signaling, sinyal kontrol antara RNC dengan NSS dan RRCS (*Radio Resource Control Signaling*), sinyal kontrol antara UE dengan *Node B*. Operasi

dasar dari RRCS adalah *mapping RAB (Radio Access Bearer)*, *handoff* dan kontrol daya.

SNRC mengatur mekanisme pembebanan/*load, congestion control, admission control*, dan pengalokasian *spreading code* terhadap semua permintaan koneksi pada masing-masing sel.

- **DRNC (Drift RNC)**

Berbeda dengan SRNC, DRNC mengatur sel yang digunakan oleh UE bahkan merutekan data pada *lub-interface* dan *lur-interface*.

2. Node B

Fungsi utama *Node B* adalah *channel coding* dan *interleaving, rate adaptation, spreading* dan kontrol daya.

3. lu-interface

lu-interface menghubungkan UTRAN dengan NSS. *lu-interface* adalah *interface* yang bersifat terbuka yang dibedakan atas *radio specific* UTRAN dan NSS yang meng-*handle switching, routing* dan *control*. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5. *lu-interface* terdiri dari:

- *lu-CS*, yang menghubungkan UTRAN dengan CN (*Core Network*) atau NSS untuk aplikasi berbasis CS (*Circuit Switched*).
- *lu-PS*, yang menghubungkan UTRAN dengan CN (*Core Network*) atau NSS untuk aplikasi berbasis PS (*Packet Switched*).

Pengembangan/standarisasi lebih lanjut pada sisi UTRAN adalah pada *lu-interface*. Dengan pengembangan ini, optimasi atas *user plane* dapat terlaksana bila *transport network control plane* juga dikembangkan.

4. lur-interface

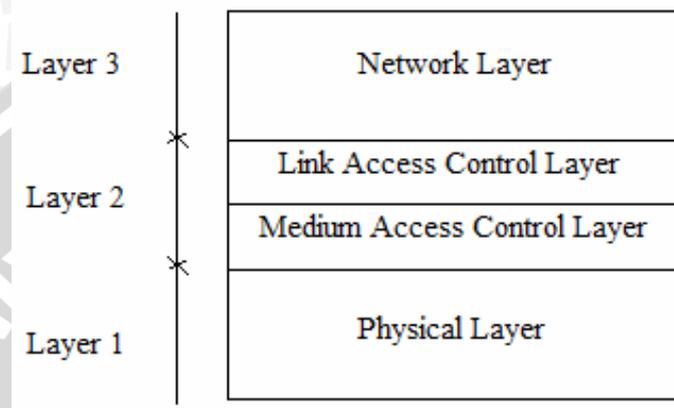
lur-interface menghubungkan antar RNC (*Radio Network Controller*) dengan RNC (*Radio Network Controller*) menggunakan RNSAP (*Radio Network Sub-System Application Part*) signalling.

5. lub-interface

lub-interface menghubungkan RNC (*Radio Network Controller*) dengan Node B menggunakan NBAP (*Node B Application Part*) signalling.

2.1.5.2 Arsitektur *Open System Interconnection* (OSI) Pada UTRAN

Arsitektur layer OSI yang terdapat pada UTRAN ditunjukkan dalam Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6. Arsitektur OSI Pada UTRAN

Sumber : Sk Id, 1999

Keterangan:

1. **Layer 1 : Physical Layer**

Physical layer mengatur koreksi kesalahan, *interleaving*, *rate matching*, multipleks, *diversity*, *handoff*, sinkronisasi frekuensi dan waktu, *spreading* dan modulasi.

2. **Layer 2 : Medium Access Control (MAC) Layer dan Link Access Control (LAC) Layer**

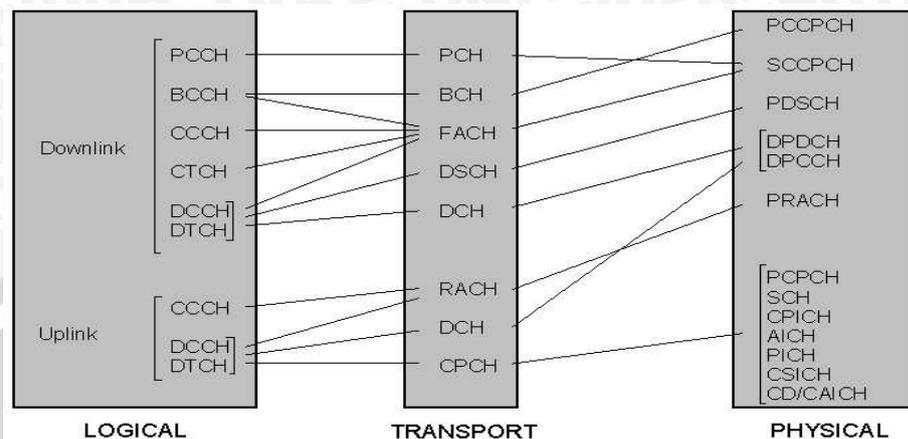
- MAC layer mengatur transfer data, multipleks *Random Access Channel* (RACH), *Forward Access Channel* (FACH), dan *Dedicated Channel* (DCH) dan mengontrol akses dan pengalamatan RACH dan FACH.
- LAC layer mengatur *recovery data*, *transfer data* dan deteksi kesalahan.

3. **SubLayer 3 : Radio Resources Control (RRC) Layer**

RRC layer mengatur semua layanan seperti informasi *broadcasting*, mengontrol QoS (*Quality of Service*) dan menangani pengalokasian kode, *handoff* dan identifikasi pemakai.

2.1.5.3 Struktur Kanal Pada UTRAN

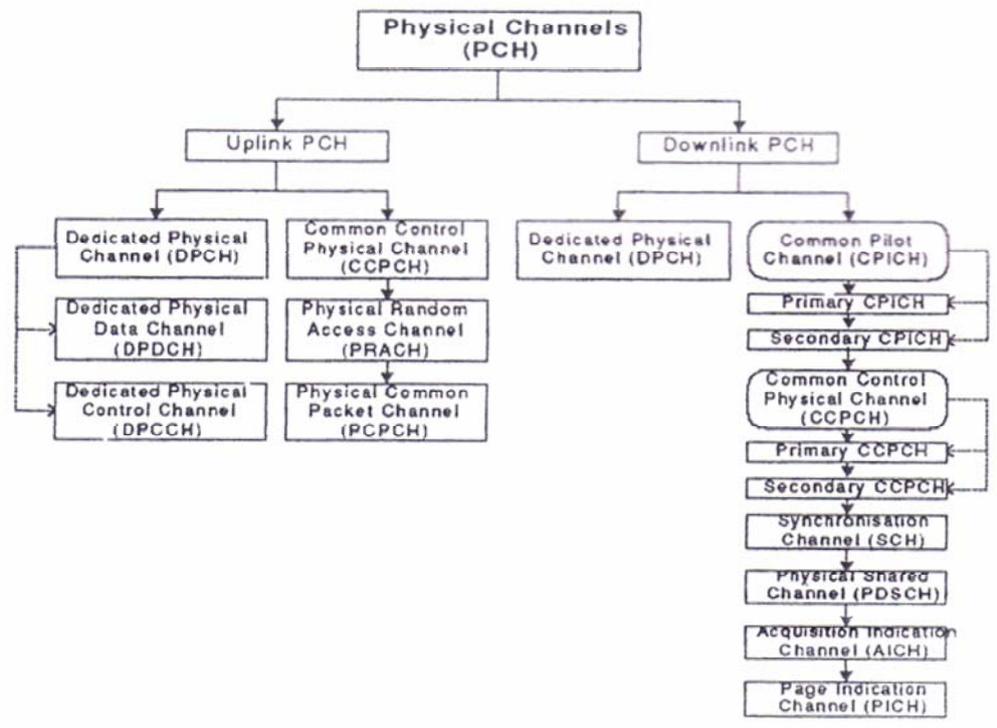
Struktur kanal pada UTRAN (UMTS *Terrestrial Radio Access Network*) dibagi menjadi tiga kanal seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7. Struktur kanal UTRAN
(Sumber : Van Cowenberge, Stijn N.P. 2003)

1. Kanal fisik (*Physical Channel*)

Kanal fisik berada pada *layer 1* yang terdiri dari tiga bagian yaitu *time slot*, *radio frame* dan *super frame*. *Radio frame* merupakan unit pemroses data yang memiliki waktu akses atau TTI (*Transmission Time Interval*) 10 ms. Setiap satu *radio frame* terdiri dari 15 *time slot*. Sedangkan satu *super frame* terdiri dari 72 *radio frame*. Struktur kanal fisik pada UTRAN ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Struktur Kanal Fisik Pada UTRAN

Sumber: Harri Holma dan Antti Toskala, 2000: 75

Keterangan:

- **Uplink Physical Channel**

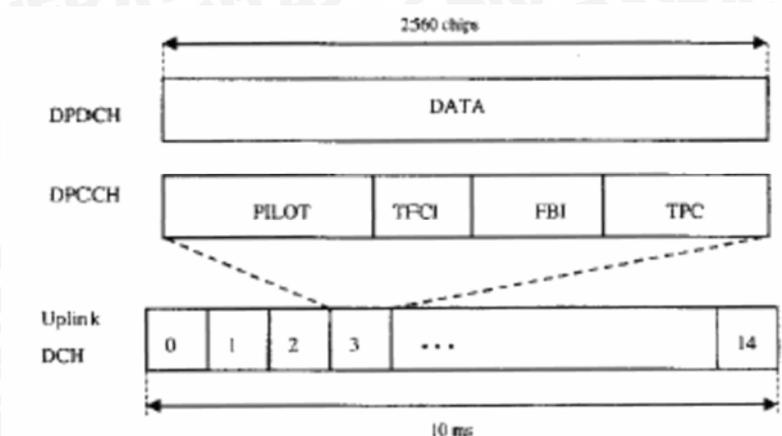
Uplink Physical Channel terdiri dari dua bagian yaitu:

- a. **Uplink Dedicated Physical Channel**

Uplink Dedicated Physical Channel terdiri dari:

- *Dedicated Physical Data Channel (DPDCH)*
- *Dedicated Physical Control Channel (DPCCH)*

Struktur *frame* pada *Uplink Dedicated Physical Channel* ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Struktur Frame Uplink Dedicated Physical Channel

Sumber: Harri Holma dan Antti Toskala, 2000: 90

DPDCH membawa data dari *layer 2*. Sedangkan DPCCH membawa bit pilot, TPC (*Transport Power Control*), TFCI (*Transport Format Configuration Indicator*) dan FBI (*Feedback Information*).

b. Uplink Common Physical Channel

Uplink Common Physical Channel terdiri dari:

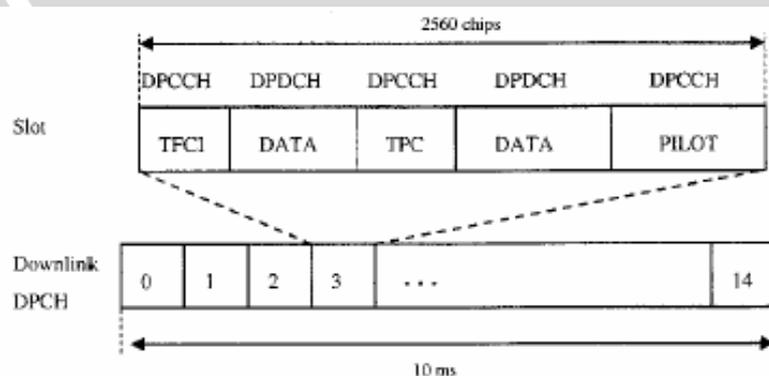
- *Physical Random Access Channel* (PRACH), membawa RACH
- *Physical Common Packet Channel* (PCPCH), membawa CPCH

• **Downlink Physical Channel**

Downlink Physical Channel terdiri dari dua bagian yaitu:

a. Downlink Dedicated Physical Channel

Downlink Dedicated Physical Channel terdiri dari DPDCH dan DPCCH. Struktur *frame Downlink Dedicated Physical Channel* ditunjukkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Struktur *Frame Downlink Dedicated Physical Channel*

(Sumber: Harri Holma dan Antti Toskala, 2000: 96)

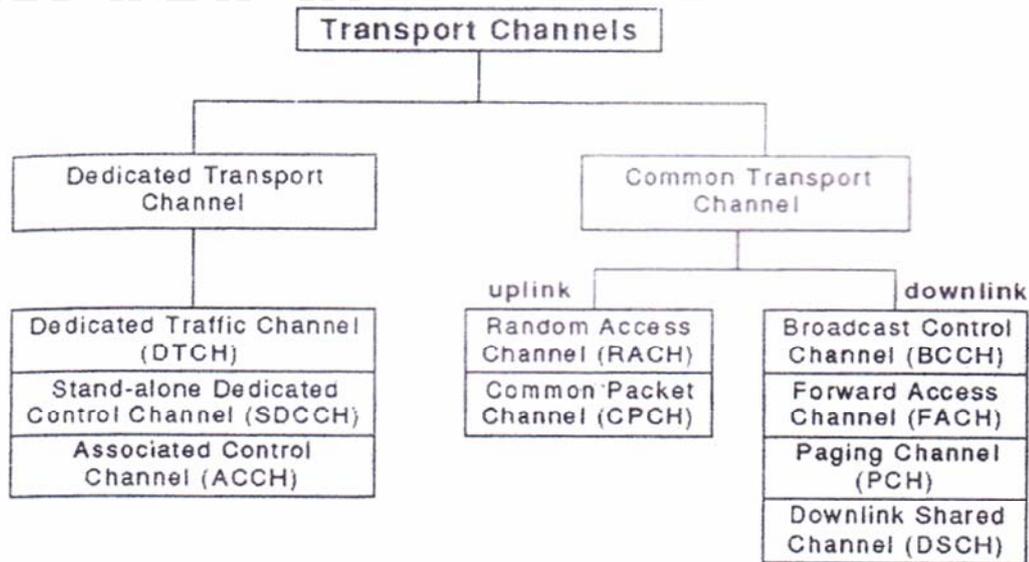
b. Downlink Common Physical Channel

Downlink Common Physical Channel terdiri dari:

- *Primary CPICH (Common Pilot Channel)*, sebagai referensi fasa dengan *transmitter diversity*.
- *Secondary CPICH (Common Pilot Channel)*, mengirimkan kanal FACH dan PCH untuk mengakses sentral dan *paging* ke seluruh area.
- *Primary CCPCH (Common Control Physical Channel)*, membawa kanal BCH (*Broadcast Channel*) dengan *rate* 30 kbps.
- *Secondary CCPCH (Common Control Physical Channel)*, membawa kanal FACH dan PCH.
- *Synchronization Channel (SCH)*, menerima inisialisasi dari UE selama pencarian sel yang menyediakan informasi dalam menangani *handoff*.
- *Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)*, membawa kanal DSCH (*Downlink Shared Channel*). Setiap PDSCH berhubungan dengan 1 kanal *Downlink Physical Channel*.
- *Acquisition Indication Channel (AICH)*, membawa indikator PRACH.
- *Page Indication Channel (PICH)*, membawa indikator *paging* yang selalu dihubungkan melalui *Secondary CCPCH*.

2. Kanal transport (*Transport Channel*)

Kanal transport berada pada *layer* 1 dan *layer* 2. Struktur kanal transport ditunjukkan dalam Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Struktur Kanal Transport Pada UTRAN

Sumber: Harri Holma dan Antti Toskala, 2000: 78

Keterangan:

- **Dedicated Transport Channel**

Dedicated Transport Channel merupakan kanal transport *downlink* atau *uplink* yang bertugas mengidentifikasi kode pemakai dan frekuensi suatu *Node B* yang ditransmisikan menuju ke seluruh area sel atau ke sebagian sel melalui antena sektor untuk dikenali oleh *physical channel*. Kanal ini terdiri dari:

- DTCH (*Dedicated Traffic Channel*)
- SDCCH (*Stand-alone Dedicated Control Channel*)
- ACCH (*Associated Control Channel*)

- **Common Transport Channel**

Common Transport Channel terdiri dari:

- BCCH (*Broadcast Control Channel*), merupakan kanal *downlink* yang digunakan untuk keperluan *broadcasting* yang selalu ditransmisikan ke seluruh sel.
- FACH (*Forward Access Channel*), merupakan kanal *downlink* yang digunakan untuk membawa paket data pemakai dan data informasi dari sentral menuju UE setelah lokasi sel dari UE tersebut diketahui. FACH ditransmisikan ke seluruh sel atau hanya ke sebagian sel saja.

- c. RACH (*Random Access Channel*), merupakan kanal *uplink* yang digunakan untuk membawa informasi data dari UE dan menerima data dari hasil transmisi ke seluruh sel.
- d. PCH (*Paging Channel*), merupakan kanal *downlink* yang digunakan untuk membawa informasi data ke UE ketika sistem tidak mengenali lokasi sel dari UE. Dalam hal ini, pesan ditransmisikan ke seluruh jaringan dengan hasil diketahuinya lokasi sel UE.
- e. CPCH (*Common Packet Channel*), merupakan kanal *uplink* yang digunakan untuk menyediakan kontrol daya dan perintah.
- f. DSCH (*Downlink Shared Channel*), merupakan kanal *downlink* yang digunakan beberapa UE untuk menerima sinyal.

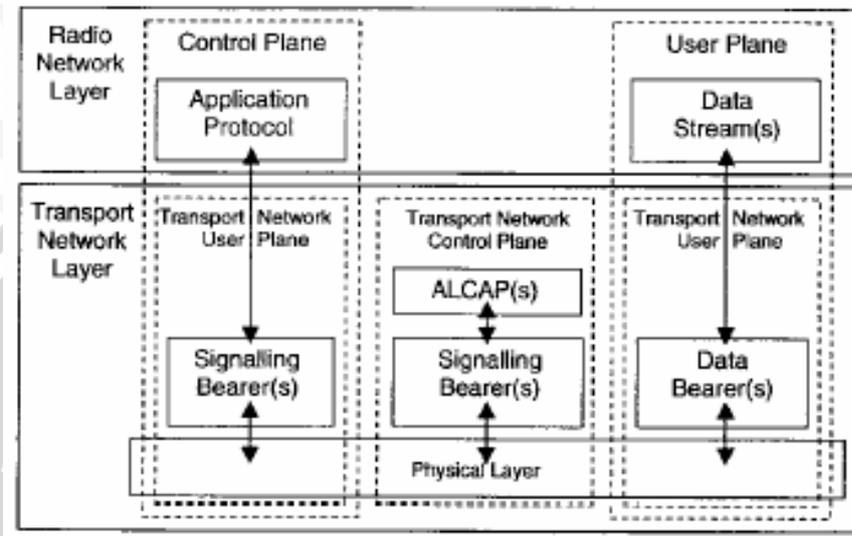
3. Kanal logika (*Logical Channel*)

Kanal logika berada di *layer 2* yang digunakan untuk mengontrol data, memproses panggilan, mensinkronisasi data dan melayani pengiriman data dari *MAC layer* ke *LAC layer*. Kanal logika dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- TCH (*Traffic Channel*)
TCH terdiri dari:
 - a. DTCH (*Dedicated Traffic Channel*)
 - b. ODTCH (*ODMA Dedicated Traffic Channel*)
 - c. CTCH (*Common Traffic Channel*)
- CCH (*Control Channel*)
 - a. BCCH (*Broadcast Control Channel*)
 - b. SCCH (*Synchronization Control Channel*)
 - c. PCCH (*Paging Control Channel*)
 - d. DCCH (*Dedicated Control Channel*)
 - e. CCCH (*Common Control Channel*)
 - f. SHCCH (*Shared Channel Control Channel*)
 - g. ODCCH (*ODMA Dedicated Control Channel*)
 - h. OCCCH (*ODMA Common Control Channel*)

2.1.5.4 Struktur Protokol Pada UTRAN Interface

Secara umum struktur protokol pada UTRAN *interface* terdiri dari *layer* dan *plane* yang secara logika masing-masing bersifat *independent* dan jika diperlukan dapat dilakukan perubahan pada bagian-bagian tertentu. Struktur protokol pada UTRAN *interface* ditunjukkan dalam Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Struktur Protokol Pada UTRAN Interface
 Sumber: Harri Holma dan Antti Toskala, 2000: 59

Keterangan:

- **Horizontal Layers**

Horizontal layers terdiri dari *Radio Network Layer* dan *Transport Network Layer*. Pengamatan terhadap UTRAN dilakukan di *Radio Network Layer* sedangkan standar protokol *transport* diatur oleh *Transport Network Layer*.

- **Vertical Plane**

Vertical plane terdiri dari:

- Control Plane**

Control plane secara spesifik digunakan untuk sinyal kontrol UTRAN. Terdiri dari protokol aplikasi RANAP (*Radio Access Network Application Part*) untuk *lu-interface*, RNSAP (*Radio Network Sub-System Application Part*) untuk *lur-interface* dan NBAP (*Node B Application Part*) untuk *lub-interface* dan *signaling bearer* untuk media aplikasi.

b. User Plane

Informasi dikirim dan diterima oleh *user* ditransmisikan melalui *user plane*. *User plane* terdiri dari *data stream* dan *data bearer* untuk *data stream*.

c. Transport Network Control Plane

Transport network control plane adalah *plane* yang menghubungkan *control plane* dan *user plane*. Dengan adanya *transport network control plane* maka dimungkinkan protokol aplikasi yang bersifat *independent* terhadap *data bearer* pada *user plane*. *Transport network control plane* digunakan untuk sinyal kontrol di dalam *transport layer*, tetapi tidak sampai ke *radio network layer*. *Transport network control plane* terdiri dari *signaling bearer* dan ALCAP (*Access Link Control Application Part*). *Signaling bearer* digunakan untuk sinyal kontrol ALCAP. Sedangkan ALCAP digunakan untuk *setup data bearer* pada *user plane*. Mekanisme komunikasi dengan menggunakan *transport network control plane* adalah sebagai berikut :

- Protokol aplikasi pada *control plane* memberikan sinyal transaksi (*signaling bearer*) kepada ALCAP
- ALCAP kemudian merespon dengan *men-setup data bearer* pada *user plane*.

Dengan mekanisme di atas maka *control plane* dan *user plane* dapat bersifat *independent* asalkan ada ALCAP. Bila ALCAP tidak ada maka *data bearer* harus dikonfigurasi untuk menerima *signaling bearer* dari *control plane*.

d. Transport Network User Plane

Data bearer pada *user plane* dan *signaling bearer* pada protokol aplikasi berada di *transport network user plane*. *Data bearer* di *transport network user plane* secara langsung dikontrol oleh *transport network control plane*.

2.1.6 Parameter–parameter Jaringan UMTS

Dalam menganalisis suatu jaringan komunikasi, tentunya terdapat parameter-parameter yang merepresentasikan kualitas jaringan tersebut. UMTS memiliki beberapa faktor yang dapat dianalisis untuk mengetahui performansi jaringan tersebut, berikut ini adalah parameter yang dapat digunakan sebagai dasar analisis :

2.1.6.1 Processing Gain

Processing gain didefinisikan sebagai perbandingan antara bandwidth kanal sinyal RF dengan *bandwidth* pesan atau informasi. Sehingga P_G adalah

(Bozward, 1994 : 2):

$$P_G = 10 \times \log \frac{W}{R_b} \text{ (dB)} \quad (2.1)$$

dengan :

B_w = *Bandwidth* kanal RF UMTS pada sistem (Hz)

R_b = *Bit rate* informasi UMTS pada sistem CODIT (bps)

Bandwidth yang digunakan pada sistem CODIT (*Code Division Testbed*) adalah 1 MHz, 5 MHz, dan 20 MHz. Masing–masing frekuensi berkecepatan 1,023 Mchip/s, 5,115 Mchip/s dan 20,46 Mchip/s. Sedangkan kecepatan *chip* standar yang digunakan UMTS forum adalah 3,84 Mchip/s untuk menghasilkan

bandwidth 5 MHz. Standar *bandwidth* kanal yang akan digunakan pada IS-95, CDMAOne maupun CDMA 2000 adalah 1,25 MHz dengan chip rate 1,228 Mchip/s. (Yang, 2004:6)



2.1.6.2 Perbandingan E_b/N_0

Pada komunikasi digital, seringkali disebut parameter E_b/N_0 , atau energi

sinyal per bit tiap kerapatan daya *noise*. Parameter ini dapat dihubungkan dengan *Signal to Noise Ratio* (SNR) konvensional dengan mengetahui bahwa energi per bit sama dengan daya sinyal pemodulasi rata-rata dalam durasi tiap bit, yaitu (Yang, 1998)

$$E_b = S T \quad (2.2)$$

Dengan mensubstitusi *bit rate* R_b yang nilainya $= 1/T$ maka,

$$E_b = \frac{S}{R_b} \quad (2.3)$$

Sehingga E_b/N_0 adalah :

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{R_b N_0} \quad (2.4)$$

Kemudian N_0 dapat disubstitusi dengan persamaan :

$$N_o = \frac{N}{W} \quad (2.5)$$

Substitusikan persamaan (2.5) ke persamaan (2.4) sehingga,

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S W}{N R_b} \quad (2.6)$$

dengan :

R_b = Bit rate (bps)

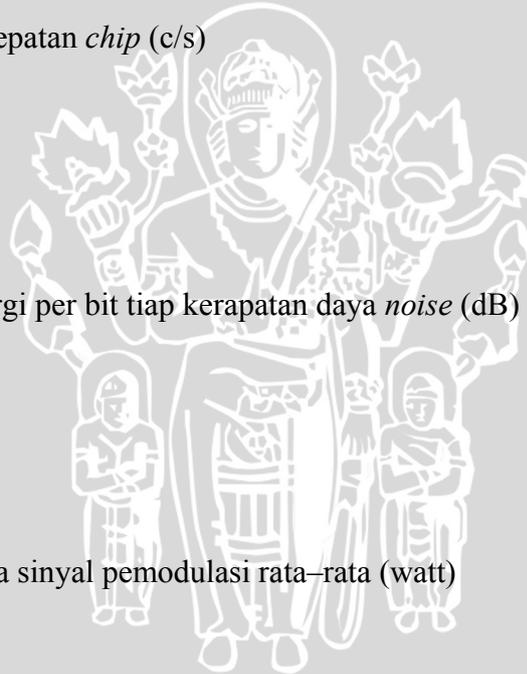
W = Kecepatan *chip* (c/s)

E_b/N_o = Energi per bit tiap kerapatan daya *noise* (dB)

S = Daya sinyal pemodulasi rata-rata (watt)

T = Durasi waktu tiap bit (detik)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Persamaan (2.6) memperlihatkan keterkaitan E_b/N_0 dengan faktor *signal*

to noise ration (SNR) dengan perbandingan *bandwidth* W dan *bit rate* R_b . Khusus

sistem CDMA nilai SNR < 0 (Hans-Joachim).

Diasumsikan kontrol daya pada sistem berjalan sempurna, maka SNR untuk sebuah MS adalah sebagai berikut : (Yang, 1998)

$$\frac{S}{N} = \frac{1}{M-1} \tag{2.7}$$

dengan :

S/N = *Signal to noise ratio* (dB)

M = Kapasitas sel (user/sel)

Jika persamaan (2.7) disubstitusikan ke persamaan (2.6) maka :

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{1}{(M-1)} \frac{W}{R_b} \tag{2.8}$$

atau,



$$M - 1 = \left\lceil \frac{W/R_b}{E_b/N_0} \right\rceil \quad (2.9)$$

Jika nilai M besar maka,

$$M = \left\lceil \frac{W/R_b}{E_b/N_0} \right\rceil \quad (2.10)$$

2.1.6.3 Frequency Reuse (F)

Frequency reuse factor pada sistem CDMA didefinisikan sebagai jumlah total interferensi yang diterima oleh sel dari pelanggan lain dalam satu sel, ditambah dengan pelanggan dari sel lain. Nilai *frequency reuse* ideal adalah 1. Keadaan ini dapat terjadi jika jarak antar sel dengan kanal radio yang sama adalah sangat jauh. Lawan dari *frequency reuse factor* disebut juga sebagai efek pembebanan (Yang, 1998) :

$$F = \frac{1}{1 + \eta} \quad (2.11)$$

$$M - 1 = \left\lceil \frac{W/R_b}{E_b/N_0} \right\rceil \times F \quad (2.12)$$

Setiap *node B* pada UMTS memiliki *scrambling code* (SC) yang berbeda-beda untuk menyatakan identitas *channel frequency* yang digunakan. Namun pada jarak tertentu, suatu *node B* dapat menggunakan SC yang sama dengan *node B* lain. Pengulangan SC ini sama seperti prinsip *re-use frequency* (XL Axiata, 2010).

2.1.6.4 Efek Sektorisasi

Interferensi dari user lain yang berbeda sel dapat dikurangi apabila sel tersebut disektorisasi. Sebagai ganti dari antenna *omnidirectional* yang memiliki pola radiasi 360°, sel yang terinterferensi dapat disektorisasi menjadi 3 atau 6

sektor. Dengan demikian, masing-masing sektor hanya menerima sinyal mencakup 120° atau 60° , kemudian antenna menolak interferensi dari user yang tidak tercakup oleh pola antenna. Apabila sel dibagi dalam 3 sektor, maka dapat mengurangi efek pembebanan sebesar sebuah faktor 3. Sedangkan jika dibagi 6 sektor, efek pembebanan akan dikurangi dengan sebuah faktor 6. Faktor ini dikenal dengan *sectorization gain* (λ). Akan tetapi pada praktiknya, untuk pembagian 3 sektor, nilai λ adalah 2,5 dan 5 untuk pembagian 6 sektor. Dari persamaan (2.12), dapat juga digunakan untuk menghitung faktor sektorisasi, yaitu (Yang, 1998:79)

$$M - 1 = \left[\frac{W/R_b}{E_b/N_o} \right] \times F \times \lambda \quad (2.13)$$

2.1.6.5 Faktor aktifitas suara (v)

Selama pembicaraan berlangsung, tidak semua waktu pembicaraan terisi penuh. Ada waktu-waktu yang kosong, yaitu pada saat mendengarkan atau diam. Diperkirakan hanya sekitar 35–50 % yang terisi selama pembicaraan. Keadaan seperti ini disebut *voice activity cycle*. Sistem WCDMA mampu mendeteksi keadaan seperti ini, dimana semua *user* menempati satu kanal radio, dimana jika *user* lain tidak aktif maka akan mengurangi interferensi pada kanal tersebut. Maka interferensi total akan berkurang sehingga kapasitas sistem meningkat. Persamaan (2.13) dapat dikembangkan untuk menghitung efek aktifitas suara, sehingga menjadi (Yang, 1998:82) :

$$M - 1 = \left[\frac{W/R_b}{E_b/N_o} \right] \times F \times \lambda \times \frac{1}{v} \quad (2.14)$$

Untuk menghasilkan nilai M , maka persamaan dapat diubah :

$$M = 1 + \left[\frac{W/R_b}{E_b/N_0} \right] \times F \times \lambda \times \frac{1}{\nu} \quad (2.15)$$

Jika nilai M besar, maka rumus menjadi :

$$M = \left[\frac{W/R_b}{E_b/N_0} \right] \times F \times \lambda \times \frac{1}{\nu} \quad (2.16)$$

dengan :

M = Kapasitas sel (user/sel)

η = Faktor pembebanan (%)

ν = Faktor aktifitas suara (%)

λ = Faktor sektorisasi (sektor)

R_b = Bit rate (bps)

W = Kecepatan chip (c/s)

F = Frequency reuse factor (%)

2.1.6.6 Energy per chip per noise density (E_c/N_0)

Penerimaan sinyal pada suatu node B memiliki dua parameter yaitu kuat sinyal yang diterima (RSCP) dan level sinyal pilot (E_c/N_0) yang merupakan perbandingan *energy per chip* terhadap *noise density*. Hubungan antara E_c/N_0 dan

E_b/N_0 dapat dilihat dari persamaan (Yang 2004:160) :

$$E_c = S_c T_c$$

(2.17)

Dengan mensubstitusi nilai $R_c = 1/T_c$ maka :

$$E_c = \frac{S_c}{R_c}$$

(2.18)

Sehingga E_c/N_0 adalah :

$$\frac{E_c}{N_0} = \frac{S_c}{R_c N_0} \quad (2.19)$$

Diberikan bahwa *noise density* adalah total *noise* N dibagi dengan W, maka :

$$\frac{E_c}{N_0} = \frac{S_c W}{N R_c} \quad (2.20)$$

Jika dibuat suatu asumsi bahwa R_c (misalnya 3,84 Mcps) adalah hampir sama dengan W (misal 5 MHz), maka E_c/N_0 sebanding dengan *pilot power* (S_c) dibagi *noise power* (N) :

$$\frac{E_c}{N_0} \approx \frac{S_c}{I} \quad (2.21)$$

Kemudian untuk menghubungkan antara E_b/N_0 dengan E_c/N_0 digunakanlah persamaan berikut :

$$N \approx I = \frac{S_c}{E_c/N_0} \quad (2.22)$$

Substitusikan persamaan (2.22) ke persamaan (2.6) maka :

$$\frac{E_b}{N_0} \approx \frac{S_b W E_c}{S_c R_b N_0} \quad (2.23)$$

Sehingga,

$$\frac{E_b/N_0}{E_c/N_0} \approx \frac{S_b W}{S_c R_b} \quad (2.24)$$

$$\frac{E_b/N_0}{E_c/N_0} \approx \frac{W}{R_b} \quad \text{untuk } S_b = S_c \quad (2.25)$$

2.2 Handoff pada sistem komunikasi UMTS

Dalam arsitektur komunikasi seluler, *handoff* adalah bagian mendasar yang mendukung mobilitas *user*. Pada sistem UMTS diterapkan beberapa tipe *handoff* yang berbeda untuk menangani persyaratan–persyaratan seperti kontrol beban, penetapan area cakupan, dan QoS (*Quality of Service*).

Handoff bertujuan untuk menyediakan layanan *mobile* secara kontinyu kepada *user* yang bergerak hingga melampaui jangkauan suatu sel. Bagi user

yang melakukan komunikasi *on-going* dan melintasi batas suatu area sel, lebih menguntungkan jika menggunakan sel baru untuk komunikasi radio, atau sering kali disebut sel target. Hal ini dikarenakan kekuatan sinyal pada sel asal semakin memburuk karena pergerakan tersebut. Proses dari pelepasan koneksi *existing* dengan sel asal dan pembangunan koneksi baru dengan sel target disebut "*handoff*". Kemampuan jaringan seluler untuk melakukan *handoff* yang efisien adalah menawarkan layanan atraktif misalnya aplikasi *real-time* atau *media streaming* seperti yang ditawarkan pada komunikasi seluler generasi ketiga.

Handoff memiliki berbagai tipe dan algoritma yang berbeda. Pada jaringan UMTS yang menggunakan *air interface* WCDMA, diperkenalkan suatu metode *handoff* baru yaitu *soft handoff* dan *softer handoff*. Metode *handoff* yang sebelumnya diterapkan pada teknologi *non-CDMA*, misalnya GSM, adalah *hard handoff*. Namun bukan berarti pada UMTS sudah tidak diterapkan *hard handoff*, metode ini masih digunakan untuk *handoff* antar sistem, misalnya *handoff* dari site 3G ke 2G yang memerlukan perpindahan antar frekuensi (*inter frequency handoff*).

2.2.1 Penyebab Terjadinya *Handoff*

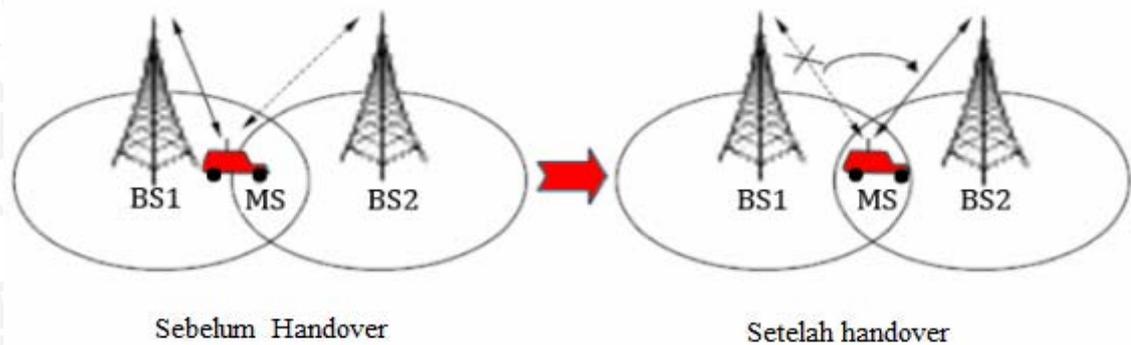
Handoff dapat terjadi karena berbagai alasan, tujuannya adalah untuk menjaga kualitas sinyal agar komunikasi tetap dapat berlangsung. Berikut ini adalah hal-hal yang memungkinkan terjadinya *handoff* (Telkom, 2008:5):

- Ketika *user* berpindah dari suatu area yang dilingkupi oleh suatu sel dan memasuki kawasan yang dilingkupi oleh sel yang lain pula, maka panggilan tersebut dipindahkan ke sel kedua untuk mencegah terjadinya kegagalan panggilan (*call termination*) ketika *user* berpindah ke lokasi yang tidak dilingkupi oleh sel yang pertama tadi.
- Ketika kapasitas untuk koneksi panggilan baru dari sel yang ada telah digunakan, dan baik panggilan baru maupun yang sedang berlangsung (*existing*) yang bertempat di area yang juga dilingkupi oleh sel lain (*overlap*), maka panggilan tersebut ditransfer ke sel kedua dengan tujuan membebaskan beberapa kapasitas pada sel pertama untuk pengguna lain yang dapat dihubungkan ke sel tersebut.

- Pada jaringan *non*-CDMA, ketika suatu kanal digunakan oleh suatu user mengalami interferensi dengan user lain yang menggunakan kanal yang sama dalam sel yang berbeda, panggilan tersebut dialihkan ke sel lain untuk menghindari interfeferensi.
- Pada jaringan *non*-CDMA, ketika perilaku pengguna berubah misalnya pengguna yang berpindah-pindah dengan cepat, terhubung pada sel yang besar, tipe sel *umbrella*, terhenti kemudian panggilannya dapat dialihkan ke sel makro yang lebih kecil atau bahkan sel mikro dengan maksud membebaskan kapasitas pada sel *umbrella* untuk pengguna *fast-travelling* lainnya atau untuk mengurangi interferensi yang potensial terjadi ke sel lain atau pengguna lain. Hal ini dapat terjadi sebaliknya, ketika pengguna dideteksi berpindah tempat lebih cepat dari ambang pintu (*threshold*) yang sudah pasti, panggilan dapat dialihkan ke sel tipe *umbrella* yang lebih besar untuk meminimalkan frekuensi terjadinya *handoff* selama perpindahan itu.
- Pada jaringan CDMA terdapat metode *soft handoff* dan *softer handoff* *Soft handoff* dapat dilakukan dengan tujuan mengurangi interferensi ke suatu sel yang berdekatan yang lebih kecil karena efek “*near far*” meskipun *user* masih terhubung pada koneksi yang sangat baik. Hal ini juga berlaku pada jaringan UMTS yang menggunakan *air interface* WCDMA.

2.2.2 *Hard Handoff*

Hard handoff merupakan salah satu jenis *handoff* yang dapat terjadi ketika seorang *user* yang sedang melakukan *ongoing call* bergerak menjauhi *node B* yang sedang menanganinya (*node B source*), sehingga sinyalnya melemah yang kemudian masuk ke area jangkauan *node B* lain (*node B target*). Untuk tetap dapat melanjutkan panggilan, koneksi dari *node B source* dialihkan ke *node B target*. Metode yang digunakan pada *hard handoff* sering kali disebut “*break before make*”, dimana koneksi pada *node B source* diputus terlebih dahulu sebelum tersambung ke *node B target*. Pada sistem UMTS, *hard handoff* digunakan untuk *handoff* antar frekuensi *carrier* yang berbeda atau *handoff* antar sistem, misalnya *handoff* dari site 3G ke 2G.

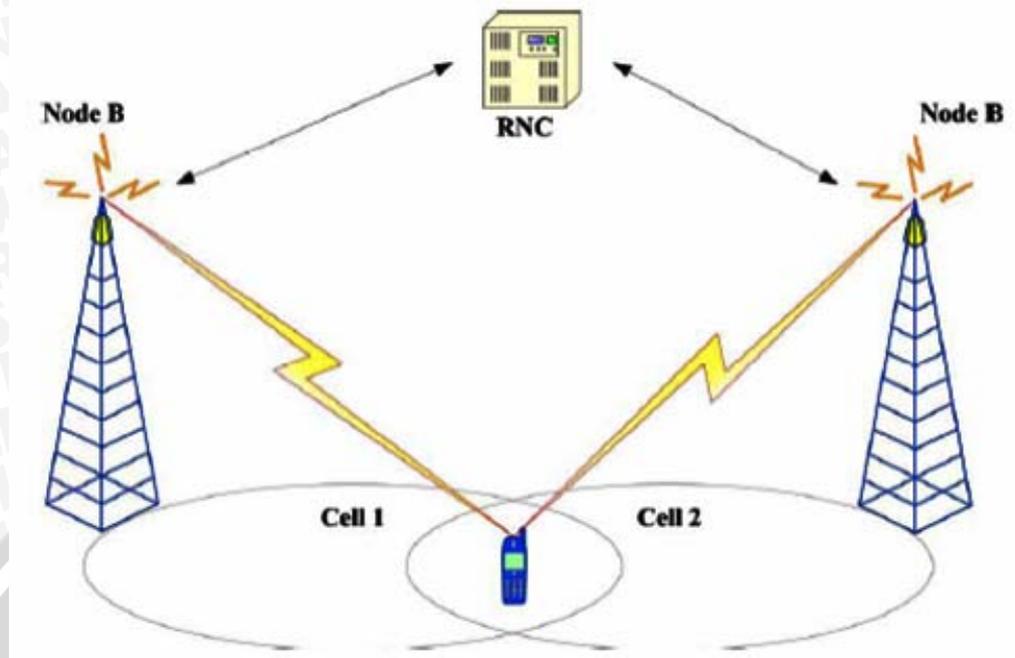


Gambar 2.13. Ilustrasi *Hard Handoff*
(Sumber <http://wikimedia.org/wikipedia>)

Karena koneksi pada *node B source* diputus terlebih dahulu sebelum tersambung dengan *node B target*, sistem *hard handoff* ini masih sering mengalami kegagalan atau *droppcall*.

2.2.3 *Soft Handoff*

Soft handoff adalah metode *handoff* yang diperkenalkan pada teknologi CDMA dan WCDMA. *Soft handoff* dapat terjadi apabila terdapat dua *node B* atau lebih yang melayani satu *user* secara simultan. Hal ini terjadi karena UE yang sedang melakukan *ongoing call* yang ditangani *node B source* memasuki area jangkauan bersama dengan *node B target*, kemudian membangun koneksi secara bersamaan. Setelah itu akan ada pertimbangan sinyal mana yang lebih kuat, baru kemudian salah satu koneksi diputus. Mekanisme ini sering kali disebut “*make before break*”. Kondisi UE selama *soft handoff* diilustrasikan dengan gambar 2.14.

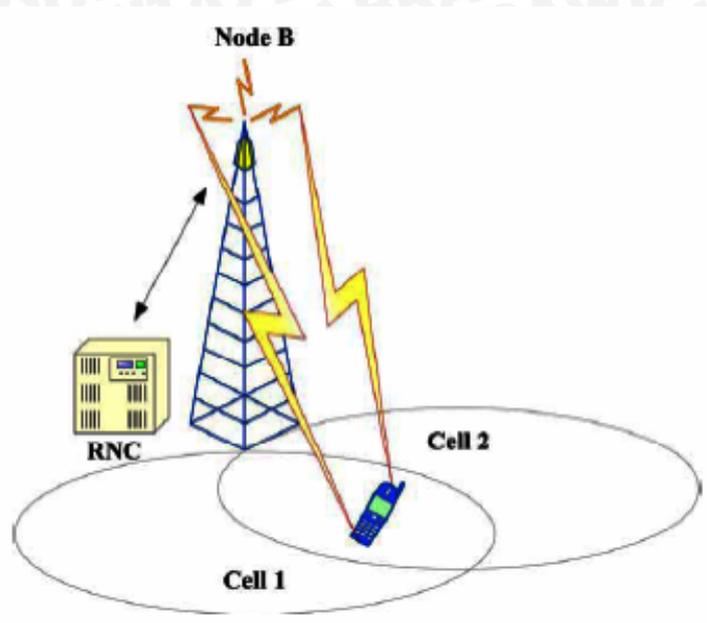


Gambar 2.14. Ilustrasi *soft handoff*
(Sumber : Lacki, Jaroslaw. 2005)

Penerimaan sinyal pada *soft handoff* sama dengan prinsip *multipath propagation*. Pada arah *uplink*, sinyal diterima oleh *node B* dan dirutekan ke RNC. Di RNC, dua sinyal dibandingkan *frame-by-frame* kemudian dipilih yang terbaik tiap periode *interleaving*, misalnya tiap 10, 20, 40, atau 80 ms. Kontrol daya juga digunakan sebagai pertimbangan pemilihan *frame* dengan kualitas terbaik dalam proses *soft handoff* tersebut. Proses ini disebut *called selection combining* (SC). Untuk arah *downlink*, *node B* menggunakan kode acak yang berbeda untuk membedakan sinyal dari sektor yang berlainan. *Rake finger* pada UE melakukan penyebaran sinyal ulang. Kemudian, sinyal dikombinasi berdasarkan prinsip *maximal ratio combining* (MRC).

2.2.4 Softer Handoff

Softer handoff adalah jenis khusus dari *soft handoff*. Pada kondisi ini, sebuah UE memiliki dua sambungan secara simultan dengan satu *node B* (Gambar 2.15).



Gambar 2.15. Ilustrasi *softer handoff*

(Sumber : Lacki, Jaroslaw. 2005)

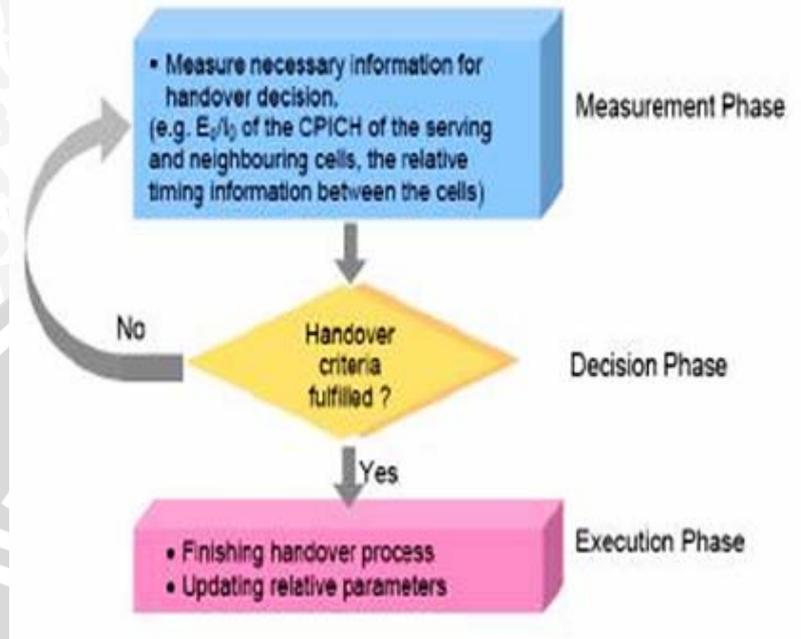
Selama *softer handoff*, kondisi penerimaan sinyal pada arah *downlink* sama dengan *soft handoff*. Perbedaan hanya terjadi pada arah *uplink*, dimana sinyal yang diterima oleh *node B* dirutekan ke *rake receiver*, kemudian dikombinasikan dengan metode MRC.

2.2.5 Mekanisme Handoff

Proses *handoff* secara umum pada sistem komunikasi seluler terbagi dalam 3 tahap dan diilustrasikan pada gambar 2.16 (Kurniawati, 2008).

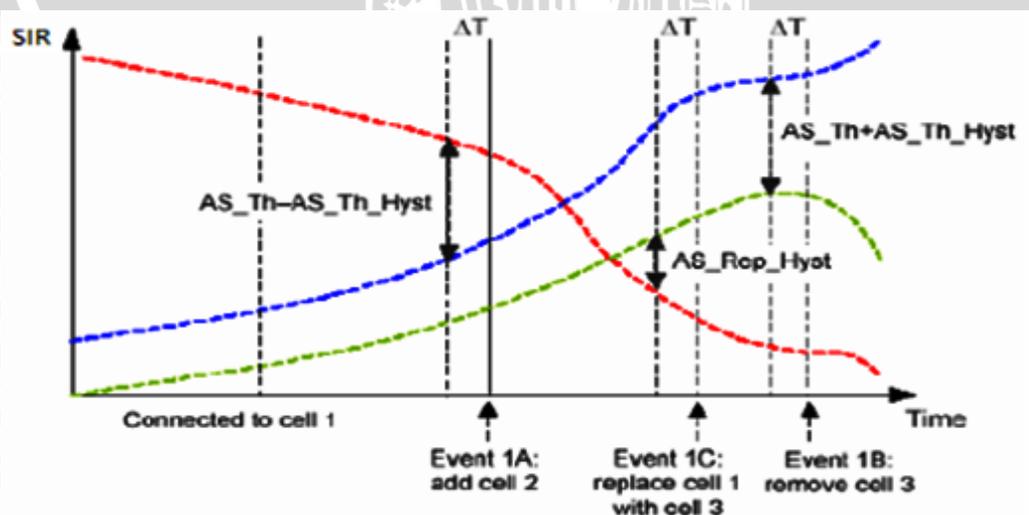
- ❖ Tahap Pengukuran (*Measurement*), dilakukan pengukuran informasi penting yang dibutuhkan untuk tahap *decision*. Pengukuran arah *downlink* yang dilakukan oleh UE adalah sebesar E_c/I_o dari CPICH (*Common Pilot Channel*) sel yang sedang melayani dan sel-sel tetangga.
- ❖ Tahap Keputusan (*Decision*), hasil pengukuran di bandingkan dengan *threshold* yang telah ditetapkan sebelumnya. Kemudian akan diputuskan apakah akan dilakukan *handoff* atau tidak. Algoritma *handoff* yang berbeda akan memiliki kondisi *trigger* yang berbeda pula.

- ❖ Tahap Eksekusi (*Execution*), proses *handoff* selesai dan parameter relatif diubah berdasarkan jenis *handoff*. Sebagai contoh hubungan dengan *Node B* apakah ditambah atau diputus.



Gambar 2.16. Mekanisme *Handoff*
(Sumber : Kurniawati, Arum : 2008)

Sedangkan proses *soft handoff* yang ditetapkan oleh 3GPP dilakukan dengan kondisi adanya tiga sel dalam suatu *active set* (*3-way soft handoff*).
Dibawah ini adalah algoritma *soft handoff* yang dirilis oleh 3GPP:



Gambar 2.17. Algoritma *Soft Handoff* UMTS

Sumber : 3GPP 1992

dimana :

- a. $AS_Th_Threshold$: untuk *Macro Diversity*
- b. $AS_Th_Hyst_Hysteresis$: untuk *Threshold*
- c. AS_Rep_Hyst : gantikan *Hysteresis*
- d. ΔT Waktu : untuk *Trigger*
- e. AS_Max_Size : Ukuran *maximum* dari set aktif

Algoritmanya dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Jika $pilot_SIR > Best_pilot_SIR - (AS_Th - AS_Th_Hyst)$ untuk periode ΔT dan set aktif tidak penuh, maka sel ditambahkan pada set aktif. Ini disebut *Event 1A* atau *Radio Link Addition*.
2. Jika $pilot_SIR < Best_pilot_SIR - (AS_Th - AS_Th_Hyst)$ untuk periode ΔT , maka sel akan dibuang dari set aktif. Ini disebut *Event 1B* atau *Radio Link Removal*.
3. Jika aktif set penuh dan $Best_candidate_pilot_SIR > Worst_Old_pilot_SIR + AS_Rep_Hyst$ untuk periode ΔT , kemudian sel yang paling lemah pada set aktif digantikan dengan calon sel yang paling kuat. Ini disebut *Event 1C* atau *Combined Radio Link Addition and Removal*.

dimana :

- $pilot_SIR$ adalah ukuran dan kuantitas *filter* dari SIR dari *common pilot channel* (CPICH).
- $Best_pilot_SIR$ adalah ukuran sel yang paling kuat pada set aktif.
- $Best_candidate_pilot_SIR$ adalah ukuran sel yang paling kuat pada set monitor.
- $Worst_Old_pilot_SIR$ adalah ukuran sel yang paling lemah pada set aktif.

Standart algoritma tersebut dapat dikembangkan lebih kompleks lagi dengan memperhitungkan *missing node* (MN) dan *detected node* (DN) disamping *active set* (AS). MN adalah *node B* yang berada disekitar AS dan dijadikan

sebagai *target node* alternatif. Sedangkan DN adalah *node* yang letaknya lebih jauh terhadap AS dibanding DN, namun sinyal pilotnya masih dapat diterima UE sebagai alternatif *handoff* setelah AS dan MN. Kemudian, sama dengan proses *3-way soft handoff*, akan dipilih sinyal pilot mana yang lebih baik antara AS, MN, dan DN. Algoritma ini juga diterapkan dalam proses *inter frequency handoff* (XL Axiata, 2010).

2.2.6 Minimum Receive Signal Power (P_R) pada UMTS

Perhitungan kuat sinyal penerimaan minimum (P_R) karena pengaruh E_b/N_0 diperlukan sebagai salah satu parameter peningkatan kapasitas tanpa memperhitungkan *pathloss*.

Hubungan antara E_b/N_0 dengan P_R dapat diperoleh dari persamaan 2.4 berikut (Freeman, 1987:109) :

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{R_b N_0} \quad (2.26)$$

Dengan mengganti level sinyal termodulasi (S) dengan level sinyal yang diterima (P_R), maka persamaannya akan menjadi :

$$\frac{E_b}{N_0} = P_R - N_0 - 10 \log R_b \quad (2.27)$$

Sementara *noise* N_0 dinyatakan sebagai :

$$N_0 = kT + NF \text{ (dB)} \quad (2.28)$$

dengan :

- k = Konstanta Boltzman (1.38×10^{-23} J/K)
- T = Temperatur ruang (290° K)
- NF = *Noise figure* penerima (dB)
- E_b/N_0 = Energi per bit tiap kerapatan daya *noise* (dB)
- S = Daya sinyal pemodulasi rata-rata (watt)
- R_b = *Bit rate* (bps)

2.2.7 Dropcall dan Handoff Failure

Dropcall adalah suatu peristiwa putusnya hubungan pembicaraan sebelum hubungan tersebut diakhiri. Pengertian panggilan telah dibangun adalah ketika panggilan telah disusun secara lengkap oleh *set up channel*.

Jika yang menyebabkan putusnya panggilan adalah karena kanal penuh, maka hal ini tidak termasuk *dropcall* melainkan *blocked call*. Salah satu penyebab *dropcall* adalah gagalnya proses *handoff* atau *handoff failure*. Berikut ini adalah persamaan probabilitas *dropcall* karena *handoff failure* (Siemens, 1999):

$$\text{Dropcall (\%)} = \frac{\Sigma \text{ Handoff request} - \Sigma \text{ Handoff success}}{\Sigma \text{ Handoff request}} \times 100\% \quad (2.29)$$

dengan :

Dropcall = besarnya *handoff failure* (%)

$\Sigma \text{ Handoff request}$ = jumlah yang akan melakukan *handoff* (*user*)

$\Sigma \text{ Handoff success}$ = jumlah *handoff* yang berhasil dilakukan (*user*)

Adanya *dropcall* ini disebabkan karena tidak tersedianya kanal untuk melakukan *handoff* sampai level penerimaan UE dari Node B berada pada nilai *threshold*.

BAB III

METODOLOGI

Tujuan penulisan skripsi ini adalah menganalisis pengaruh penerapan *soft handoff* terhadap peningkatan performansi jaringan UMTS. Metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.1 Studi Literatur

Mempelajari teori tentang UMTS *release* 1999, *release* 4, *release* 5 dan *handoff*, serta parameter-parameter performansi dari penerapan *hard handoff* dan *soft handoff* yang mempengaruhi kapasitas sel pada jaringan UMTS.

3.2 Pengambilan data

Data-data yang digunakan dalam perhitungan dan analisis terdiri dari data primer dan sekunder.

- a. Data primer adalah data yang diperoleh secara riil dalam penerapannya di lapangan yaitu dari PT. XL Axiata, Tbk area Surabaya sebagai berikut :

Tabel 3.1. Nilai E_c/N_0 pada kondisi *hard handoff*

No	Jenis Node	Scrambling Code	Nilai E_c/N_0 (dB)
1	AS	161	-13,00
2	AS	209	-15,00
3	AS	72	-24,00
4	MN	19	-7,00
5	MN	38	-23,00
6	DN	89	-20,50
7	DN	46	-16,5

Sumber : PT. XL Axiata, Tbk.

Tabel 3.2. Nilai E_c/N_0 pada kondisi *soft handoff*

No	Jenis Node	Scrambling Code	Nilai E_c/N_0 (dB)
1	AS	352	-16,00
2	AS	208	-17,00
3	AS	104	-22,50
4	MN	360	-15,50
5	MN	44	-18,00
6	MN	381	-19,50
7	DN	332	-24,5

Sumber : PT. XL Axiata, Tbk.

Selain data E_c/N_0 di atas, sektorisasi sel yang digunakan oleh PT. XL Axiata adalah sektorisasi 120° (3 sektor) dan *noise figure* sebesar 3 dBm.

b. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai referensi baik berupa buku teks, jurnal maupun informasi dari internet antara lain :

- Digunakan faktor pembebanan (η) sebesar 50%.
- Digunakan faktor aktifitas suara sebesar 40% untuk layanan suara.
- Digunakan *chip rate* (W) sebesar 3,84 Mcps.
- Digunakan *bit rate* sebesar 16 Kbps untuk layanan *speech*.

3.3 Analisis Data

Analisis pengaruh *soft handoff* terhadap peningkatan performansi jaringan UMTS dilakukan secara matematis dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada pada bab 2. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi *hard handoff* dan *soft handoff* sebagai berikut :

1. Perbedaan prinsip *handoff* antara *hard handoff* dan *soft handoff* yang diterapkan oleh PT. XL Axiata, Tbk.

2. Hubungan antara kapasitas sel dengan E_c/N_0 pada saat terjadi *hard handoff* dan *soft handoff*.
3. Pengaruh sektorisasi antena dan *voice activity factor* terhadap kapasitas sel UMTS disamping E_c/N_0 .
4. Hubungan antara kuat sinyal penerimaan minimum yang dipengaruhi oleh nilai E_c/N_0 pada kondisi *hard* dan *soft handoff*.
5. Analisis *dropcall probability* untuk kondisi *hard* dan *soft handoff* terhadap kegagalan *handoff* atau *handoff failure*.

3.4 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan kontribusi pokok dari hasil analisis pengaruh *soft handoff* terhadap peningkatan performansi jaringan UMTS.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Analisis pengaruh *soft handoff* terhadap peningkatan performansi jaringan UMTS merupakan salah satu cara untuk mengetahui keseluruhan performansi jaringan. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, kehadiran *soft handoff* sebagai metode *handoff* dengan karakteristik yang dapat menghasilkan *seamless handoff* tersebut dapat meningkatkan kapasitas sel saat terjadi *handoff* bila dibandingkan dengan *hard handoff*. Namun hal ini bukan berarti *hard handoff* sudah tidak digunakan pada UMTS, melainkan masih diperlukan untuk *handoff* antar frekuensi yang berbeda (*inter frequency handoff*) atau *handoff* antar sistem misalnya dari site 3G ke site 2G (*inter system handoff*).

Parameter jaringan dan *handoff* pada UMTS merupakan parameter yang terjadi dalam kondisi *handoff*, baik saat *hard handoff* maupun *soft handoff*. Parameter jaringan berupa *energy per chip to noise density* (E_c/N_0), *chip rate* (W), faktor *frequency reuse* (F), *voice activity* (v), dan sektorisasi sel (λ) digunakan untuk menganalisis performansi jaringan yang terjadi saat *handoff*. Selain itu, parameter E_c/N_0 juga digunakan untuk perhitungan kuat sinyal penerimaan minimum (P_R). Kemudian data jumlah permintaan dan kesuksesan *handoff* digunakan untuk menganalisis *droppcall probability* yang dikarenakan *handoff failure*.

4.2 Analisis Kapasitas Sel UMTS Pada Saat *Handoff*

Dalam analisis ini, digunakan jenis komunikasi suara dengan *voice activity factor* (v) 0,4 dan *bit rate* 16 Kbps. Selain itu, sektorisasi antena yang digunakan oleh PT XL Axiata untuk site 3G adalah 3 sektor sehingga $\lambda=2,5$. Analisis ini ditinjau dari pengaruh E_c/N_0 pada saat *hard* dan *soft handoff* terhadap kapasitas sel. Nilai E_c/N_0 sendiri didapat dari hasil pengukuran dalam jaringan PT XL Axiata saat terjadi *handoff* baik *hard handoff* maupun *soft handoff*. Kemudian nilai inilah yang nantinya digunakan untuk mencari kapasitas sel *Node B*.

Perhitungan kapasitas sel yang dipengaruhi E_b/N_0 ini menggunakan persamaan (2.16) yaitu :

$$M = \left[\frac{W/R_b}{E_b/N_0} \right] \times F \times \lambda \times \frac{1}{v} \quad (4.1)$$

dengan :

M = Kapasitas sel (user/sel)

η = 50% = 0,5

v = 0,4

λ = 2,5

R_b = 16 Kbps

W = 3,84 Mcps

$F = \frac{1}{1 + \eta}$



Namun sebelumnya, untuk mendapatkan nilai E_b/N_0 dari data nilai E_c/N_0 yang ada, digunakan persamaan (2.26) yaitu :

Jika diketahui $E_c/N_0 = -13 \text{ dB} = 0,0501$

$$\begin{aligned} \frac{E_b}{N_0} &= \frac{W E_c}{R_b N_0} \\ &= \frac{3,84 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^3} \times 0,0501 \\ &= 12,024 \end{aligned} \quad (4.2)$$

Kemudian, substitusikan nilai persamaan (4.1) ke persamaan (2.16) :

$$\begin{aligned} M &= \left\lceil \frac{3,84 \cdot 10^6 / 16 \cdot 10^3}{12,024} \right\rceil \times 0,588 \times 2,5 \times \frac{1}{1,5} \\ (4.3) \\ &= 83,2 \approx 83 \text{ user} \end{aligned}$$

Tabel 4.1. berikut ini menunjukkan hasil perhitungan kapasitas pada site 3G PT. XL Axiata saat keadaan *hard handoff*. Sedangkan Tabel 4.2. menunjukkan hasil perhitungan kapasitas sel pada saat dilakukannya *soft handoff*.

Tabel 4.1. Perhitungan kapasitas sel saat *hard handoff*

No	E_c/N_0 (dB)	E_c/N_0	E_b/N_0	M (user)
1	-7	0,1995	47,88	20
2	-13	0,0501	12,024	83
3	-15	0,0316	7,584	131
4	-16,5	0,0223	5,352	186
5	-20,5	0,0089	2,136	468

6	-23	0,005	1,2	833
7	-24	0,0039	0,936	1068

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.2. Perhitungan kapasitas sel saat *soft handoff*

No	E_c/N_0 (dB)	E_c/N_0	E_b/N_0	M (user)
1	-15,5	0,0281	6,744	148
2	-16	0,0251	6,024	166
3	-17	0,0199	4,776	209
4	-18	0,0158	3,792	263
5	-19,5	0,0112	2,688	372
6	-22,5	0,0056	1,344	744
7	-24,5	0,0035	0,84	1190

Sumber : Hasil perhitungan

Dari dua tabel diatas, dapat diketahui rata-rata jumlah *user* yang dapat dilayani oleh suatu sel saat dilakukannya *hard* dan *soft handoff* sebagai berikut :

$$M_{rata-rata\ HHO} = \frac{\sum M_{hard\ handoff}}{7}$$

$$= \frac{20 + 83 + 131 + 186 + 468 + 833 + 1068}{7}$$

$$= 398\ user$$

$$M_{rata-rata\ SHO} = \frac{\sum M_{soft\ handoff}}{7}$$

$$= \frac{148 + 166 + 209 + 263 + 372 + 744 + 1190}{7}$$

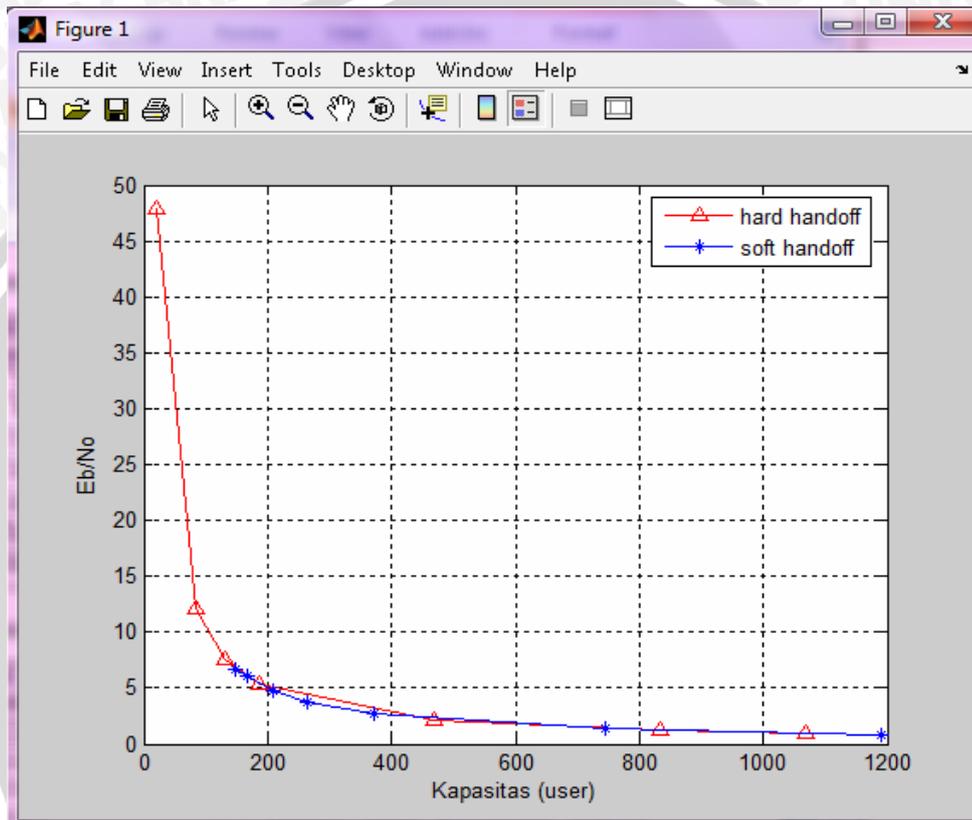
$$= 441\ user$$

dengan :

$M_{rata-rata\ HHO}$ = jumlah rata-rata *user* yang dapat dilayani oleh *Node B* pada saat dilakukan *hard handoff*.

$M_{\text{rata-rata SHO}}$ = jumlah rata-rata *user* yang dapat dilayani oleh *Node B* pada saat dilakukan *soft handoff*.

Maka dengan demikian, didapatkan peningkatan kapasitas sebesar 43 *user* atau 9,77% saat menggunakan *soft handoff* dibanding saat *hard handoff*. Gambar di bawah ini menunjukkan grafik hubungan E_b/N_0 terhadap kapasitas sel UMTS.



Gambar 4.1. Grafik hubungan E_b/N_0 terhadap kapasitas sel UMTS

4.3 Analisis Minimum Received Signal Power (P_R)

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kuat sinyal penerimaan minimum yang dipengaruhi oleh E_b/N_0 saat terjadi *handoff*. Perhitungan ini menggunakan persamaan (2.27) sebagai berikut untuk nilai $E_c/N_0 = -7\text{dB}$ maka $E_b/N_0 = 16,8\text{dB}$:

Digunakan bit rate (R_b) = 16 kbps, dan N_0 seperti pada persamaan (2.28).

$$\begin{aligned}
 P_R &= \frac{E_b}{N_0} + N_0 + 10 \log R_b \\
 &= 16,8 + N_0 + 16000
 \end{aligned}
 \tag{4.4}$$

Sementara N_0 dicari dengan persamaan (2.28), sehingga pada temperatur ruang (290°K) dan $noise\ figure$ penerima sebesar 3 dB dihasilkan :

$$N_0 = -203 + NF \quad (\text{dBm})$$

$$N_0 = -203 + 3$$

$$N_0 = -200\text{dBm}$$

Dengan demikian :

$$P_R = 16,8\text{dB} + (-200\text{dBm}) + 42,04\text{dB}$$

$$= 47,88 + 10^{-20} + 15,99$$

$$= 63,86$$

$$= 18\text{dBm}$$

Tabel (4.3) dan tabel (4.4) berikut ini menunjukkan hasil perhitungan *minimum received signal power* (P_R) pada saat *hard handoff* dan *soft handoff* :

Tabel 4.3. Perhitungan P_R berdasarkan E_b/N_0 saat *hard handoff*

No	E_c/N_0 (dB)	E_b/N_0	P_R (dBm)
1	-7	47,88	41,4123
2	-13	12,04	32,9673
3	-15	7,584	31,1724
4	-16,5	5,352	30,1318
5	-20,5	2,136	28,4118
6	-23	1,2	27,8501
7	-24	0,936	27,6858

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.4. Perhitungan P_R berdasarkan E_b/N_0 saat *soft handoff*

No	E_c/N_0 (dB)	E_b/N_0	P_R (dBm)
1	-15,5	6,744	30,7934
2	-16	6,024	30,4566
3	-17	4,776	29,8447
4	-18	3,792	29,3343

5	-19,5	2,688	28,7289
6	-22,5	1,344	27,9386
7	-24,5	0,84	27,6254

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa kuat sinyal penerimaan minimum rata-rata saat *hard handoff* dan *soft handoff* adalah sebagai berikut :

$$P_{R \text{ rata-rata HHO}} = \frac{\sum P_{R \text{ hard handoff}}}{7}$$

$$= 31,375 \text{ dBm}$$

$$P_{R \text{ rata-rata SHO}} = \frac{\sum P_{R \text{ soft handoff}}}{7}$$

$$= 29,246 \text{ dBm}$$

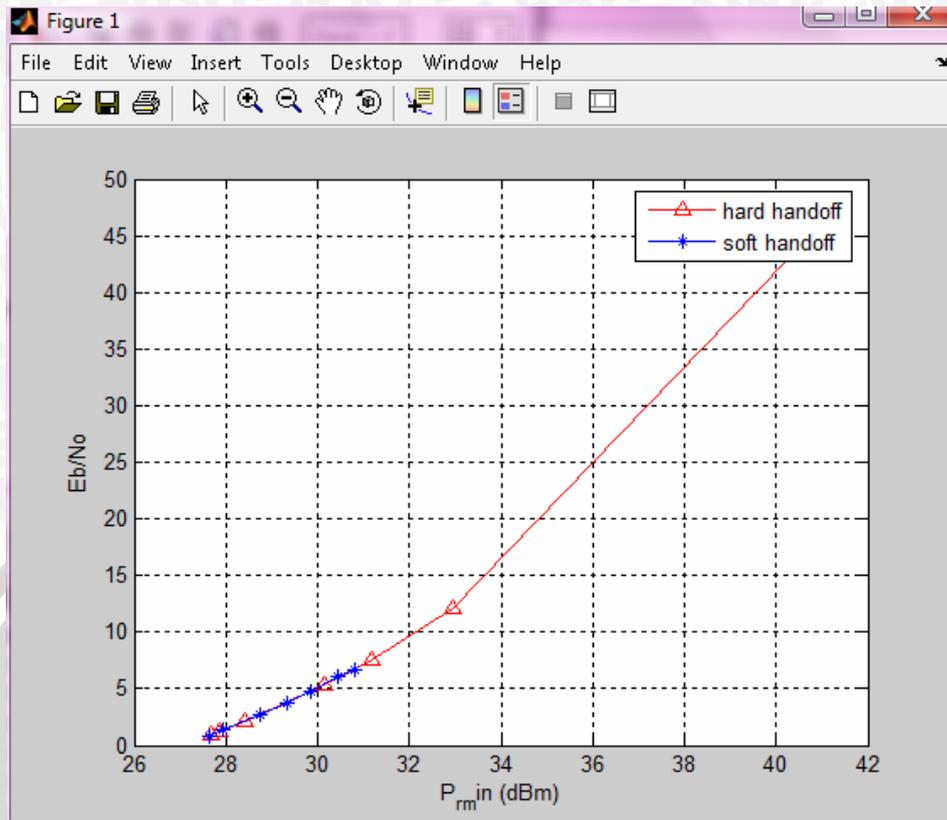
dengan :

$P_{R \text{ rata-rata HHO}}$: kuat sinyal penerimaan minimum yang diperlukan pada penerapan *hard handoff*

$P_{R \text{ rata-rata SHO}}$: kuat sinyal penerimaan minimum yang diperlukan pada penerapan *soft handoff*

Dari hasil perhitungan diatas, dapat terlihat bahwa *soft handoff* memerlukan daya penerimaan minimum yang lebih rendah daripada *hard handoff*. Hal tersebut berarti bahwa penerapan *soft handoff* menunjukkan penghematan daya sebesar 6,78%.

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara E_b/N_0 terhadap *minimum received signal power* untuk kondisi *hard handoff* dan *soft handoff*.



Gambar 4.2. Grafik hubungan E_b/N_0 terhadap *minimum receive signal power* saat *handoff*

4.3 Analisis Dropcall Probability

Analisis untuk probabilitas *dropcall* dilakukan berdasarkan jumlah permintaan *handoff* dan jumlah *handoff* sukses yang berasal dari data internal PT XL Axiata. Persamaan yang digunakan adalah persamaan (2.29) :

$$\text{Dropcall (\%)} = \frac{\Sigma \text{ Handoff request} - \Sigma \text{ Handoff success}}{\Sigma \text{ Handoff request}} \times 100\%$$

4.3.1 Hard Handoff Dropcall Probability

Diketahui rata-rata jumlah permintaan *hard handoff* dan kesuksesan *handoff* dalam tempo 5 hari (1-5 Juli 2010) pada suatu RNC dalam 1 jam sibuk adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5. Data Permintaan dan Kesuksesan *Hard Handoff* dalam 5 hari pengamatan

No	Cell Name	RNC	Request (user)	Success (user)	R _{rata-rata}	S _{rata-rata}
1	SB44169	RNSBY02	769	751	6,4083	6,2583
2	SB44177		941	927	7,8416	7,7250
3	SB44178		734	722	6,1167	6,0167
4	SB44179		1123	1100	9,3583	9,1667
5	SB45977		3	1	0,0250	0,0083
6	SB45978		75	57	0,6250	0,4750
7	SB45979		91	87	0,7583	0,7250

Sumber : PT XL Axiata, Tbk

dengan :

R_{rata-rata} : rata-rata permintaan *handoff* dalam 1 jam sibuk selama 5 hari.

S_{rata-rata} : rata-rata kesuksesan *handoff* dalam 1 jam sibuk selama 5 hari.

Untuk mendapatkan R_{rata-rata} dan S_{rata-rata} digunakan perhitungan sebagai berikut, misalnya pada sel SB44169 :

$$\begin{aligned}
 R_{\text{rata-rata}} &= \frac{\text{Request}}{5 \text{ (days)}} \times \frac{1}{24 \text{ (hr)}} \\
 &= \frac{769}{5} \times \frac{1}{24} \\
 &= 6,4083
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{rata-rata}} &= \frac{\text{Success}}{5 \text{ (days)}} \times \frac{1}{24 \text{ (hr)}} \\
 &= \frac{751}{5} \times \frac{1}{24} \\
 &= 6,2583
 \end{aligned}$$

Sehingga perhitungan *dropcall probability* dilakukan dengan mengambil selisih rata-rata permintaan dan rata-rata kesuksesan *handoff* dalam tujuh sel dibanding dengan rata-rata permintaan dalam tujuh sel sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Dropcall (\%)} &= \frac{\frac{31,1332 - 30,375}{7} \times 100\%}{\frac{31,1332}{7}} \\
 &= 2,435\%
 \end{aligned}$$

4.3.2 Soft Handoff Dropcall Probability

Diketahui rata-rata jumlah permintaan *soft handoff* dan kesuksesan *handoff* dalam tempo 5 hari (5-9 Juni 2010) pada suatu RNC dalam 1 jam sibuk adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6. Data Permintaan dan Kesuksesan *Soft Handoff* dalam 5 hari pengamatan

No	Cell Name	RNC	Request (user)	Success (user)	R _{rata-rata}	S _{rata-rata}
1	SB44169	RNSBY02	4754	4754	39,617	39,617
2	SB44177		42091	42054	350,758	350,45
3	SB44178		28917	28885	240,975	240,708
4	SB44179		31680	31654	264	263,783
5	SB45977		15249	15241	127,075	127,008
6	SB45978		13027	13016	108,558	108,508
7	SB45979		8444	8432	70,367	70,267

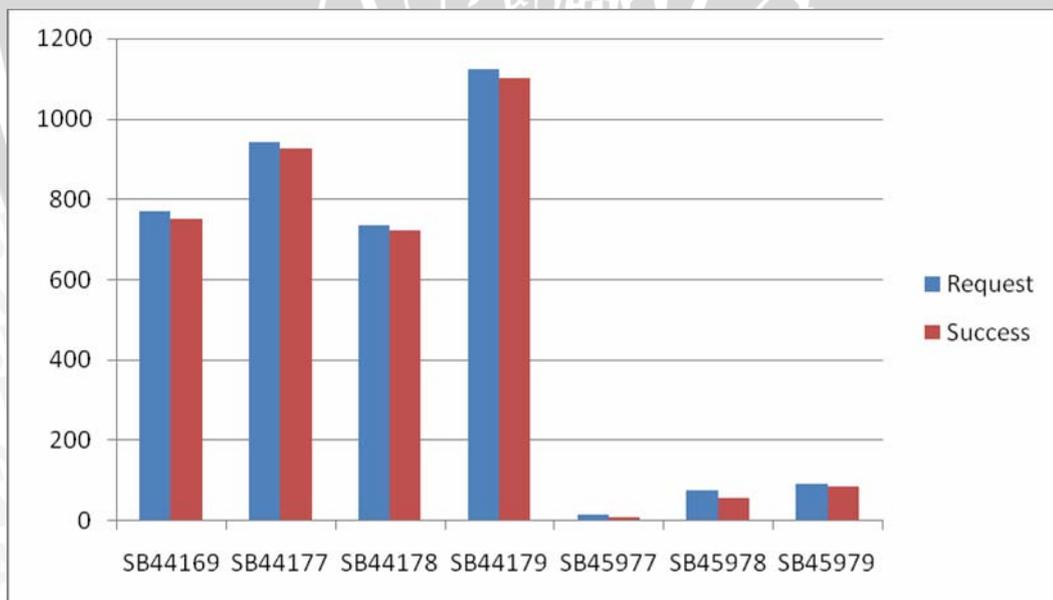
Sumber : PT XL Axiata, Tbk

Sehingga perhitungan *dropcall probability* dilakukan dengan mengambil selisih rata-rata permintaan dan rata-rata kesuksesan *handoff* dalam tujuh sel dibanding dengan rata-rata permintaan dalam tujuh sel sebagai berikut :

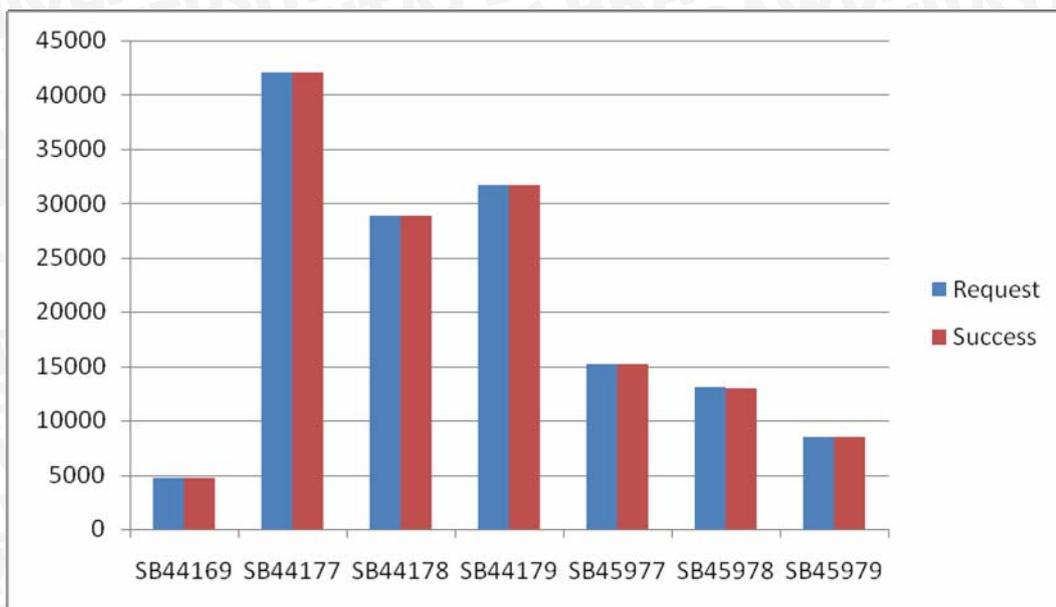
$$\begin{aligned} \text{Dropcall (\%)} &= \frac{1201,35 - 1200,341}{7} \times 100\% \\ &= \frac{1201,35}{7} \times 100\% \\ &= 0,08\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat terlihat bahwa penggunaan *soft handoff* dapat menurunkan probabilitas putus panggilan karena *handoff failure* sebesar 96%, yaitu dari *dropcall probability hard handoff* senilai 2,435% menjadi 0,08% untuk *soft handoff*.

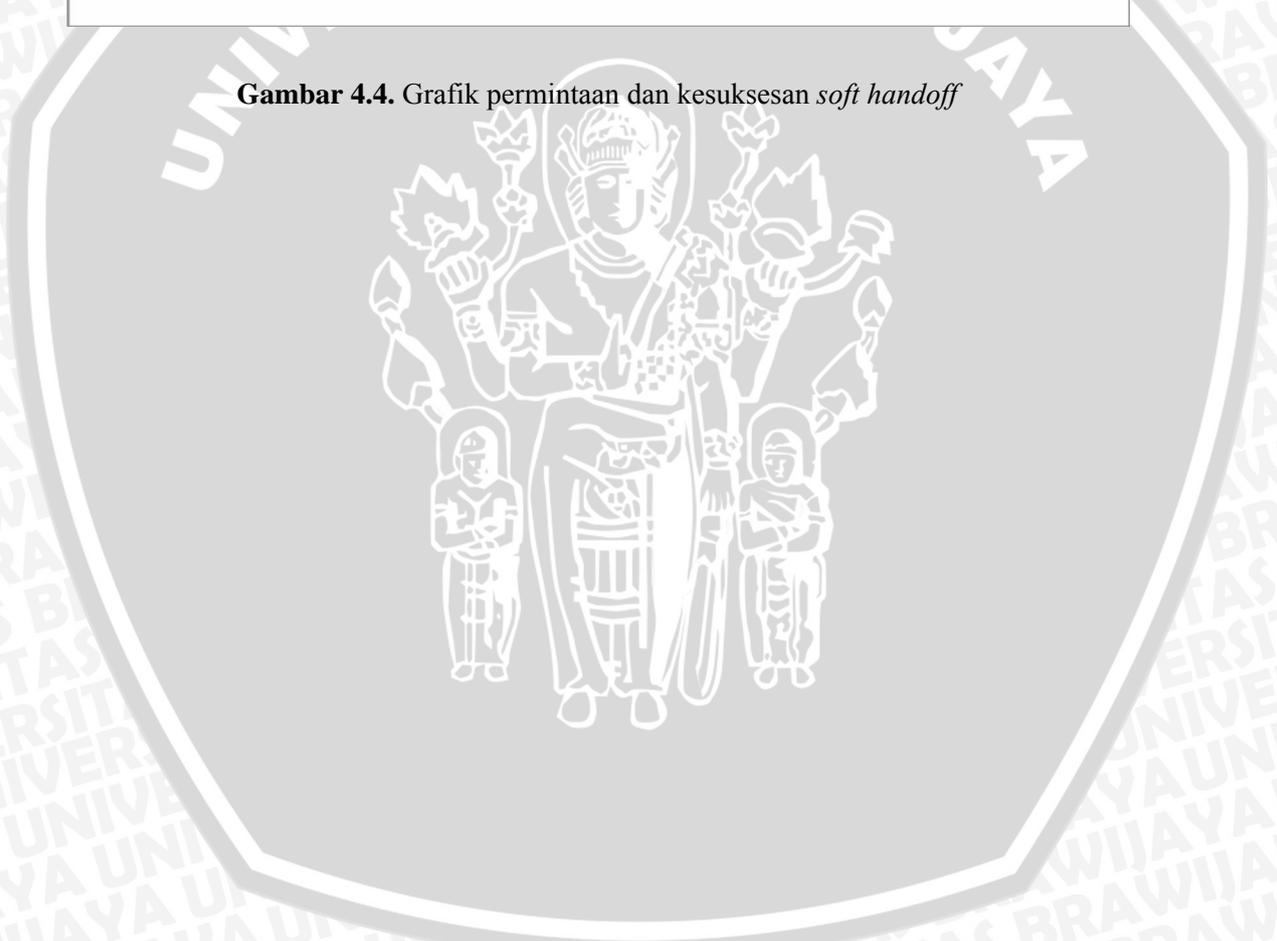
Gambar 4.3 menunjukkan grafik permintaan dan kesuksesan *hard handoff* dan Gambar 4.4 menunjukkan grafik permintaan dan kesuksesan *soft handoff* pada tujuh sel.



Gambar 4.3. Grafik permintaan dan kesuksesan *hard handoff*



Gambar 4.4. Grafik permintaan dan kesuksesan *soft handoff*



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis pengaruh *soft handoff* terhadap performansi jaringan UMTS didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data *handoff* yang dimiliki PT XL Axiata, diperoleh nilai kapasitas sel rata-rata yang dipengaruhi nilai E_c/N_0 saat *hard handoff* adalah 398 *user*.
2. Nilai kapasitas sel rata-rata yang dipengaruhi E_c/N_0 saat *soft handoff* adalah 441 *user*.
3. Kapasitas sel UMTS meningkat sebesar 9,77% dengan penerapan *soft handoff* dari pada *hard handoff*.
4. Analisis *minimum received power* memperlihatkan hasil bahwa *hard handoff* memerlukan daya setidaknya sebesar 31,375 dBm
5. *Minimum received power* (P_R) yang diperlukan saat *soft handoff* adalah sebesar 29,246 dBm.
6. Penerapan *soft handoff* lebih menghemat daya sebesar 6,78% daripada yang diperlukan *hard handoff* pada saat proses *handoff* itu berlangsung.
7. Dari data jumlah permintaan *hard handoff* dan jumlah kesuksesan *hard handoff* didapatkan *dropcall probability* sebesar 2,435%
8. Dari data jumlah permintaan *soft handoff* dan jumlah kesuksesan *soft handoff* didapatkan *dropcall probability* sebesar 0,08%.
9. Dengan diterapkannya *soft handoff*, *dropcall probability* yang disebabkan oleh *handoff failure* menurun hingga 96% daripada *hard handoff*.

5.2 Saran

Analisis untuk pengaruh *soft handoff* terhadap performansi jaringan UMTS dapat ditingkatkan dengan :

1. Analisis pengaruh *soft handoff* terhadap performansi jaringan UMTS dapat dilakukan dengan pembangunan program simulasi *soft handoff* yang kemudian dibandingkan dengan simulasi untuk *hard handoff*.
2. Analisis dapat lebih dikembangkan ke arah pengaruh *soft handoff* terhadap area cakupan *Node B* pada jaringan UMTS.



DAFTAR PUSTAKA

- 3GPP. 1999. *Technical Specification Group Radio Access Network : UTRAN Overall Description*, TS 3G 25.401 version 3.0.0. Third Generation Partnership Project.
- 3GPP. 1999. *Requirements on Handover for 3G*, TSG RAN WG4 #2. Third Generation Partnership Project.
- 3GPP. 1999. *Required Eb/No for Voice Channel*, TSG RAN WG4. Third Generation Partnership Project.
- 3GPP. 2004. *Overview of 3GPP Release 4*, Third Generation Partnership Project.
- 3GPP. 2004. *The Evolution of UMTS Release 5 and Beyond*, Third Generation Partnership Project.
- Bauer, Caroline I. & Dr. S, John Rees. 2002. *Classification of Handover Schemes Within A Cellular Environment*. Staffordshire University : IEEE
- Christophe Chevallier., et al. 2006. *WCDMA (UMTS) Deployment Handbook Planning and Optimization Aspects*. John Wiley and Sons, Ltd.
- Duk Kyuk Kim, 1999. *Charaterization of Soft Handoff in CDMA Systems* : IEEE Transaction on Vehicular Technology.
- Holma, H Toskala,.A. 2000. *WCDMA for UMTS*. New York. John Wiley & Sons Inc.
- Kishore, Shalinee, Larry J. Greenstein. 2005. *Soft Handoff and Uplink Capacity in a Two-Tier CDMA System*. IEEE Transactions on Wireless Communication.
- Koivo, Heiki & Mohammed Elmusrati. 2009. *System Engineering in Wireless Communication*. Chippenham. John Wiley & Sons Inc.
- Lacki, Jaroslaw. 2005. *Optimization of Soft Handover Parameters for UMTS Network in Indoor Environment*. Tampere. Tampere University of Technology.

Lee, William C.Y. 1995. *Mobile Cellular Telecommunication Analog and Digital Systems*. Singapore : Mc Graw Hill, Inc.

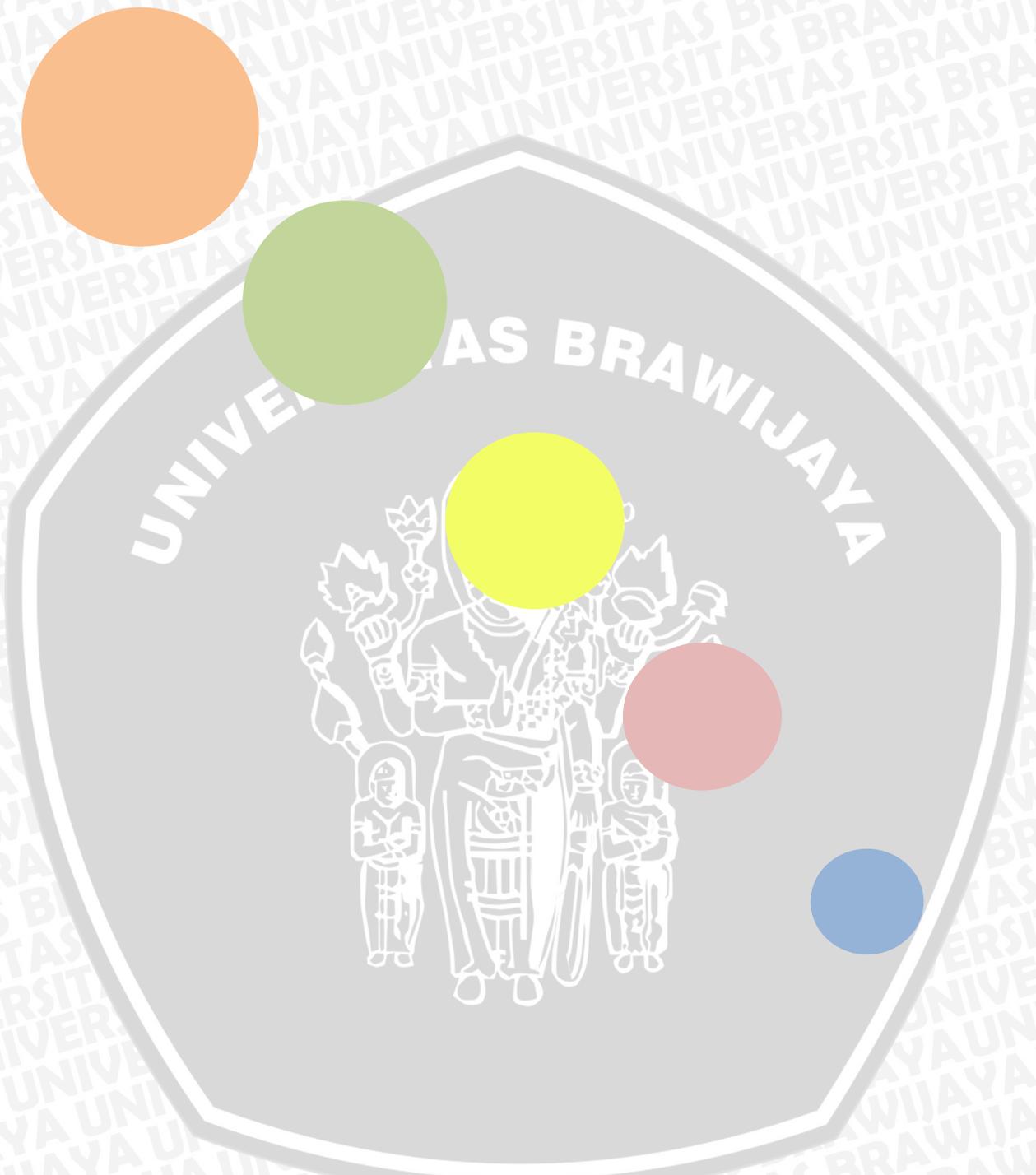
Singh, N.P. & Brahmjit Singh. 2008. *Performance of Soft Handoff Algoritihm in Varied Propagation Environments*. World Academy of Science : IEEE.

Van Cauwenberg, Stijn N.P., 2003. *Study of Softhandover in UMTS*. Danmarks Tekniske Universitet.

Yang, Samuel. 1998. *CDMA RF System Engineering*. Norwood : Artech House, Inc.

Yang, Samuel, 2004. *3G CDMA 2000 Wireless System Engineering*. Norwood : Artech House, Inc.

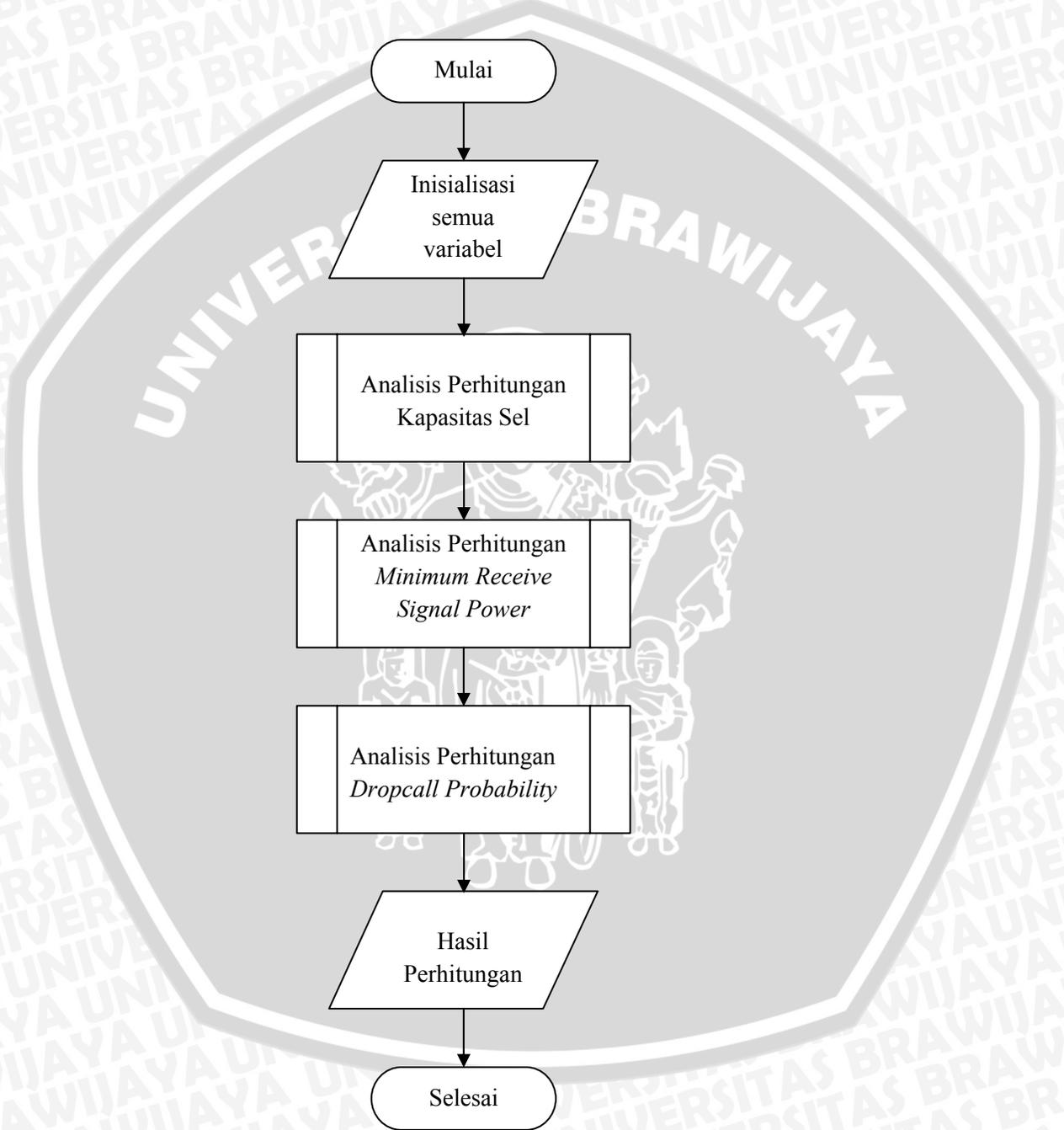




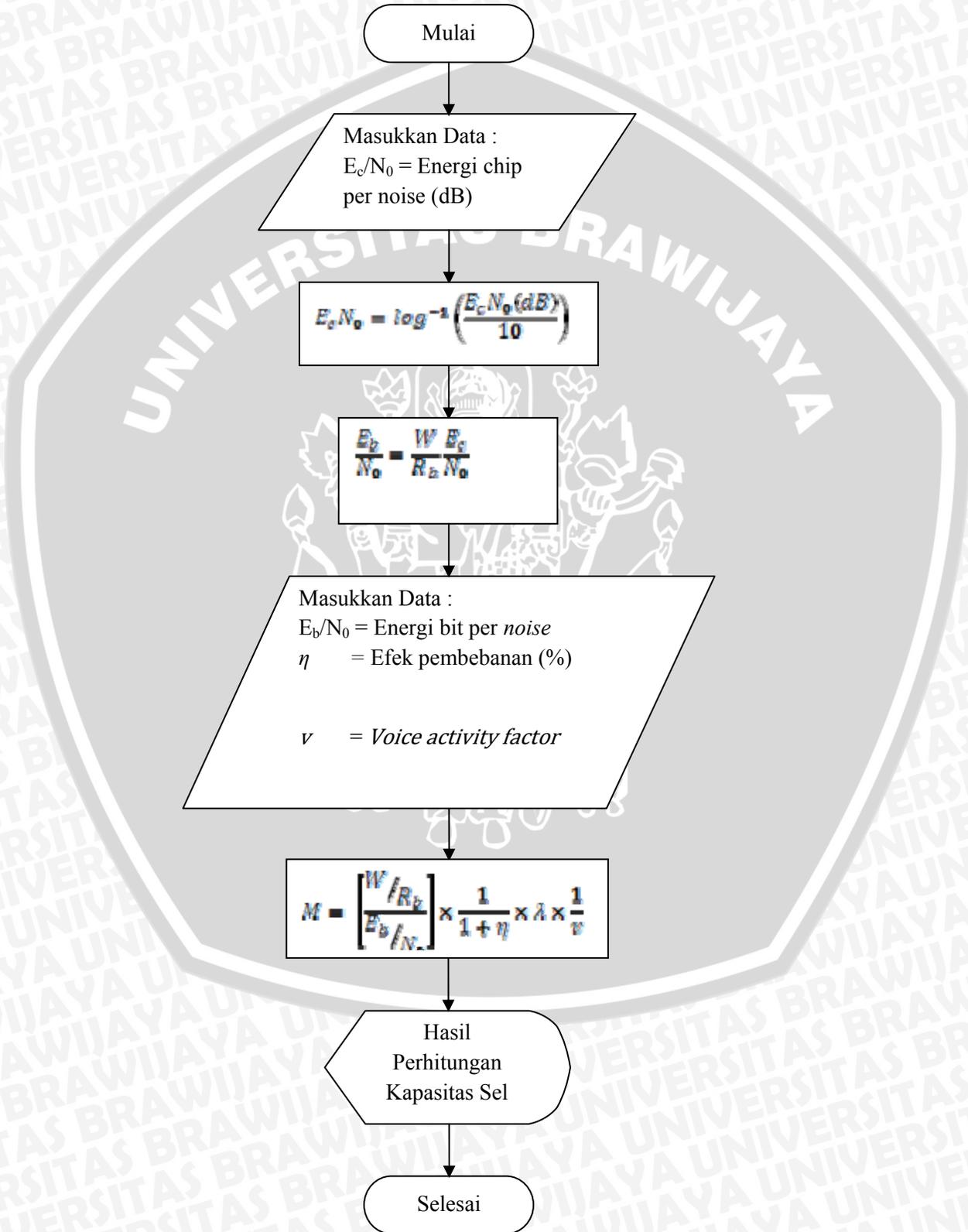
LAMPIRAN

DIAGRAM ALIR ANALISIS PENGARUH *SOFT HANDOFF* TERHADAP PENINGKATAN PERFORMANSI UMTS

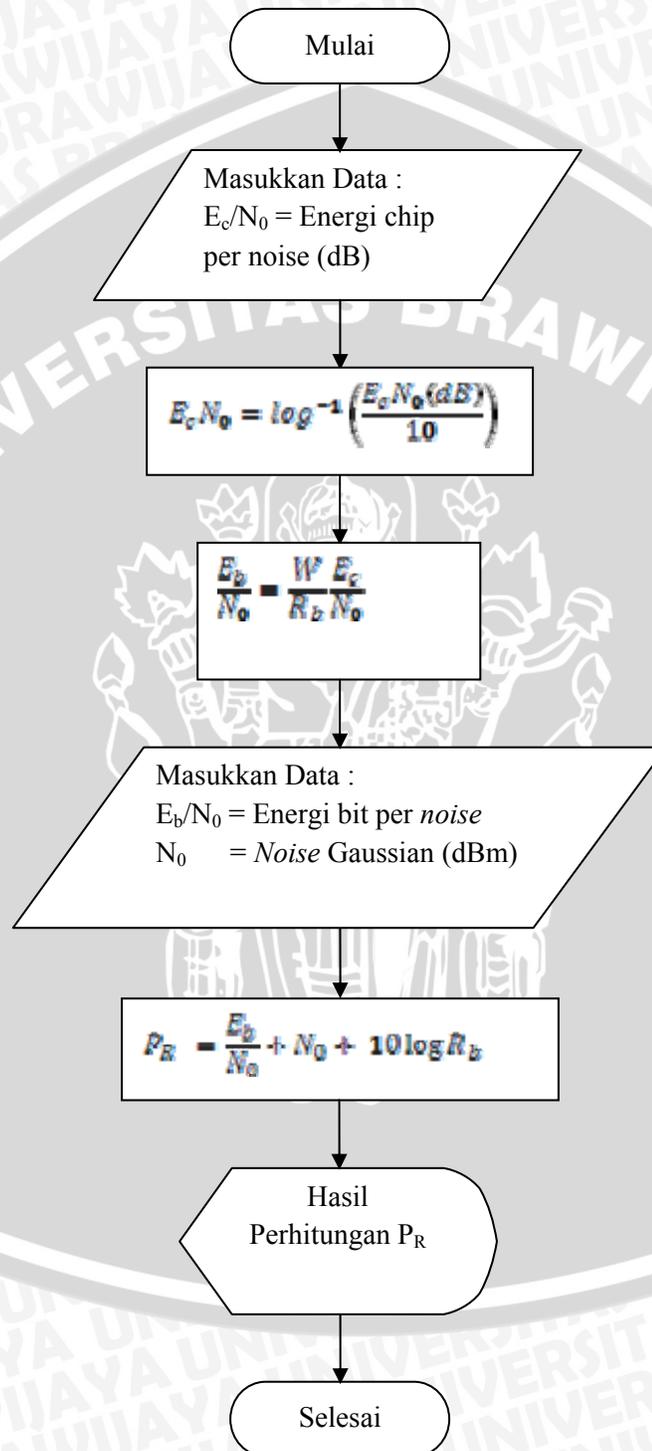
1. Diagram Alir Perhitungan Keseluruhan



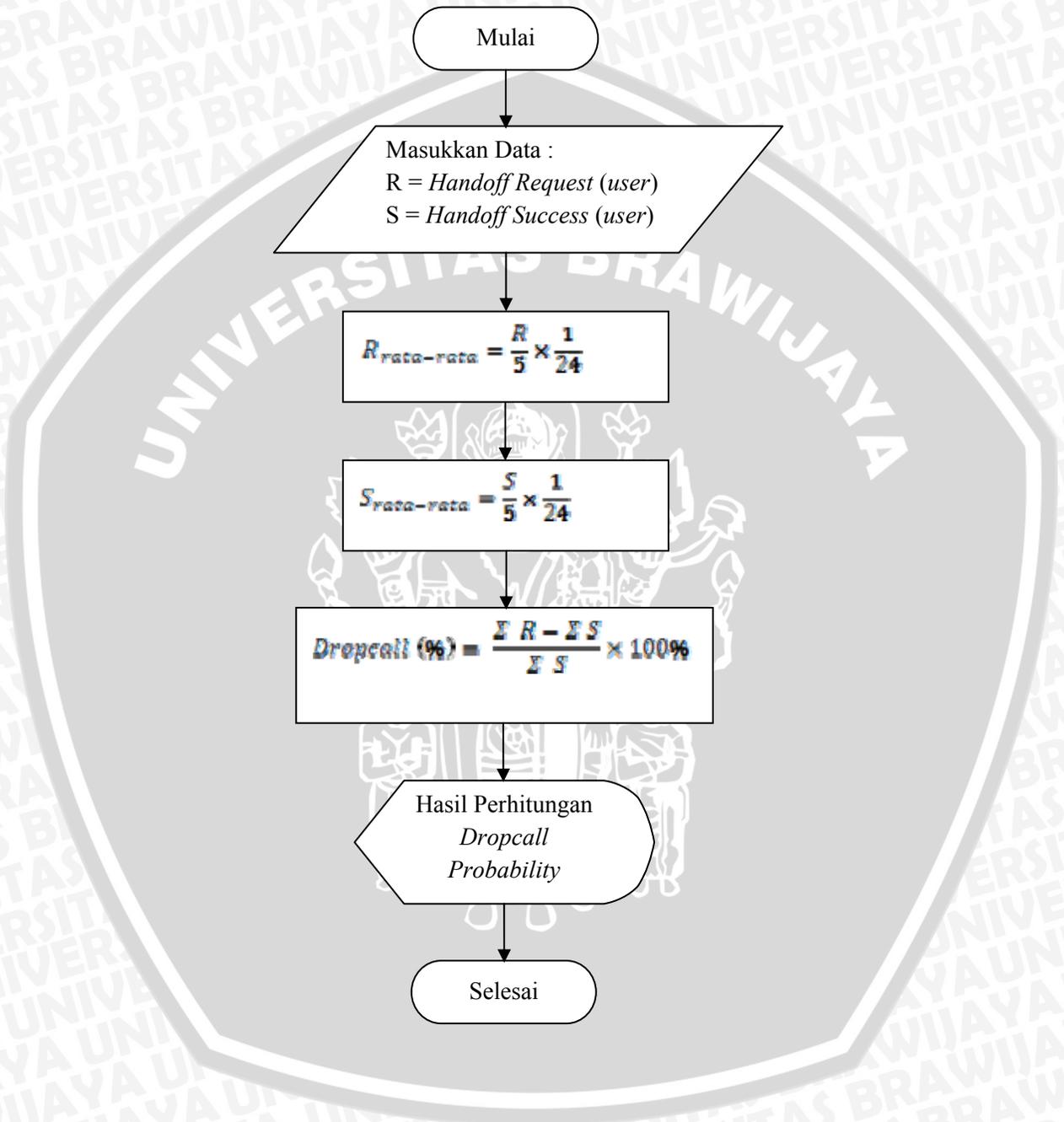
2. Diagram Alir Perhitungan Kapasitas Sel



3. Diagram Alir Perhitungan *Minimum Receive Signal Power* (P_R)



4. Diagram Alir Perhitungan *Dropcall Probability*



LISTING PERHITUNGAN MATLAB

1. Perhitungan Kapasitas Yang Dipengaruhi E_c/N_0 Pada Saat *Handoff*.

%Perhitungan Kapasitas Saat *Hard Handoff*%

ech1=0.1995;

ech2=0.0501;

ech3=0.0316;

ech4=0.0223;

ech5=0.0089;

ech6=0.005;

ech7=0.0039;

w=3840000;

r=16000;

n=0.5;

F=(1/(1+n));

L=2.5;

v=0.4;

ebh1=((w/r)*ech1);

ebh2=((w/r)*ech2);

ebh3=((w/r)*ech3);

ebh4=((w/r)*ech4);

ebh5=((w/r)*ech5);

ebh6=((w/r)*ech6);

ebh7=((w/r)*ech7);

ebh=[ebh1 ebh2 ebh3 ebh4 ebh5 ebh6 ebh7]

mh1=(((w/r)/ebh1)*F*L*(1/v));

mh2=(((w/r)/ebh2)*F*L*(1/v));

mh3=(((w/r)/ebh3)*F*L*(1/v));

mh4=(((w/r)/ebh4)*F*L*(1/v));

mh5=(((w/r)/ebh5)*F*L*(1/v));

mh6=(((w/r)/ebh6)*F*L*(1/v));



```

mh7=(((w/r)/ebh7)*F*L*(1/v));
mh=[mh1 mh2 mh3 mh4 mh5 mh6 mh7]
%Perhitungan Kapasitas Saat Soft Handoff%
ecs1=0.0281;
ecs2=0.0251;
ecs3=0.0199;
ecs4=0.0158;
ecs5=0.0112;
ecs6=0.0056;
ecs7=0.0035;
ebs1=((w/r)*ecs1);
ebs2=((w/r)*ecs2);
ebs3=((w/r)*ecs3);
ebs4=((w/r)*ecs4);
ebs5=((w/r)*ecs5);
ebs6=((w/r)*ecs6);
ebs7=((w/r)*ecs7);
ebs=[ebs1 ebs2 ebs3 ebs4 ebs5 ebs6 ebs7]
ms1=(((w/r)/ebs1)*F*L*(1/v))
ms2=(((w/r)/ebs2)*F*L*(1/v))
ms3=(((w/r)/ebs3)*F*L*(1/v))
ms4=(((w/r)/ebs4)*F*L*(1/v))
ms5=(((w/r)/ebs5)*F*L*(1/v))
ms6=(((w/r)/ebs6)*F*L*(1/v))
ms7=(((w/r)/ebs7)*F*L*(1/v))
ms=[ms1 ms2 ms3 ms4 ms5 ms6 ms7]
plot(mh,ebh,'-^r',ms,ebs,'-*b')
grid on
xlabel ('Kapasitas (user)')
ylabel ('Eb/No')
legend('hard handoff','soft handoff')

```

2. Perhitungan Kuat Sinyal Minimum Pada Saat *Handoff*.

%perhitungan Pr_min saat hard handoff%

ech1=0.1995;

ech2=0.0501;

ech3=0.0316;

ech4=0.0223;

ech5=0.0089;

ech6=0.005;

ech7=0.0039;

w=3840000;

r=16000;

no=10⁻²⁰;

nf=15,99;

ebh1=((w/r)*ech1);

ebh2=((w/r)*ech2);

ebh3=((w/r)*ech3);

ebh4=((w/r)*ech4);

ebh5=((w/r)*ech5);

ebh6=((w/r)*ech6);

ebh7=((w/r)*ech7);

ebh=[ebh1 ebh2 ebh3 ebh4 ebh5 ebh6 ebh7]

prh1=10*(log(ebh1+no+nf));

prh2=10*(log(ebh2+no+nf));

prh3=10*(log(ebh3+no+nf));

prh4=10*(log(ebh4+no+nf));

prh5=10*(log(ebh5+no+nf));

prh6=10*(log(ebh6+no+nf));

prh7=10*(log(ebh7+no+nf));

prh=[prh1 prh2 prh3 prh4 prh5 prh6 prh7]

prmh=(prh1+prh2+prh3+prh4+prh5+prh6+prh7)/7



```
%perhitungan Pr_min saat soft handoff%
ecs1=0.0281;
ecs2=0.0251;
ecs3=0.0199;
ecs4=0.0158;
ecs5=0.0112;
ecs6=0.0056;
ecs7=0.0035;
ebs1=((w/r)*ecs1);
ebs2=((w/r)*ecs2);
ebs3=((w/r)*ecs3);
ebs4=((w/r)*ecs4);
ebs5=((w/r)*ecs5);
ebs6=((w/r)*ecs6);
ebs7=((w/r)*ecs7);
ebs=[ebs1 ebs2 ebs3 ebs4 ebs5 ebs6 ebs7]
prs1=10*(log(ebs1+no+nf));
prs2=10*(log(ebs2+no+nf));
prs3=10*(log(ebs3+no+nf));
prs4=10*(log(ebs4+no+nf));
prs5=10*(log(ebs5+no+nf));
prs6=10*(log(ebs6+no+nf));
prs7=10*(log(ebs7+no+nf));
prs=[prs1 prs2 prs3 prs4 prs5 prs6 prs7]
prms=(prs1+prs2+prs3+prs4+prs5+prs6+prs7)/7
plot(prh,ebh,'-^r',prs,ebs,'-*b')
grid on
xlabel('P_r_min (dBm)')
ylabel('Eb/No')
legend('hard handoff','soft handoff')
```

3. Perhitungan Dropcall Probability Karena Handoff Failure

%dropcall soft handoff%

rh1=6.4083;

rh2=7.8461;

rh3=6.1167;

rh4=9.3583;

rh5=0.025;

rh6=0.625;

rh7=0.7583;

rh=[rh1 rh2 rh3 rh4 rh5 rh6 rh7]

sh1=6.2583;

sh2=7.725;

sh3=6.0167;

sh4=9.1667;

sh5=0.0083;

sh6=0.4750;

sh7=0.725;

sh=[sh1 sh2 sh3 sh4 sh5 sh6 sh7]

%dropcall soft handoff%

rs1=39.617;

rs2=350.758;

rs3=240.975;

rs4=264;

rs5=127.075;

rs6=108.558;

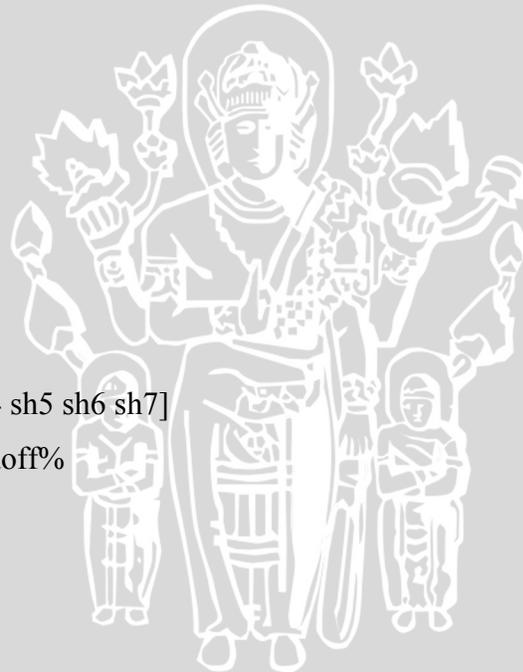
rs7=70.367;

rs=[rs1 rs2 rs3 rs4 rs5 rs6 rs7]

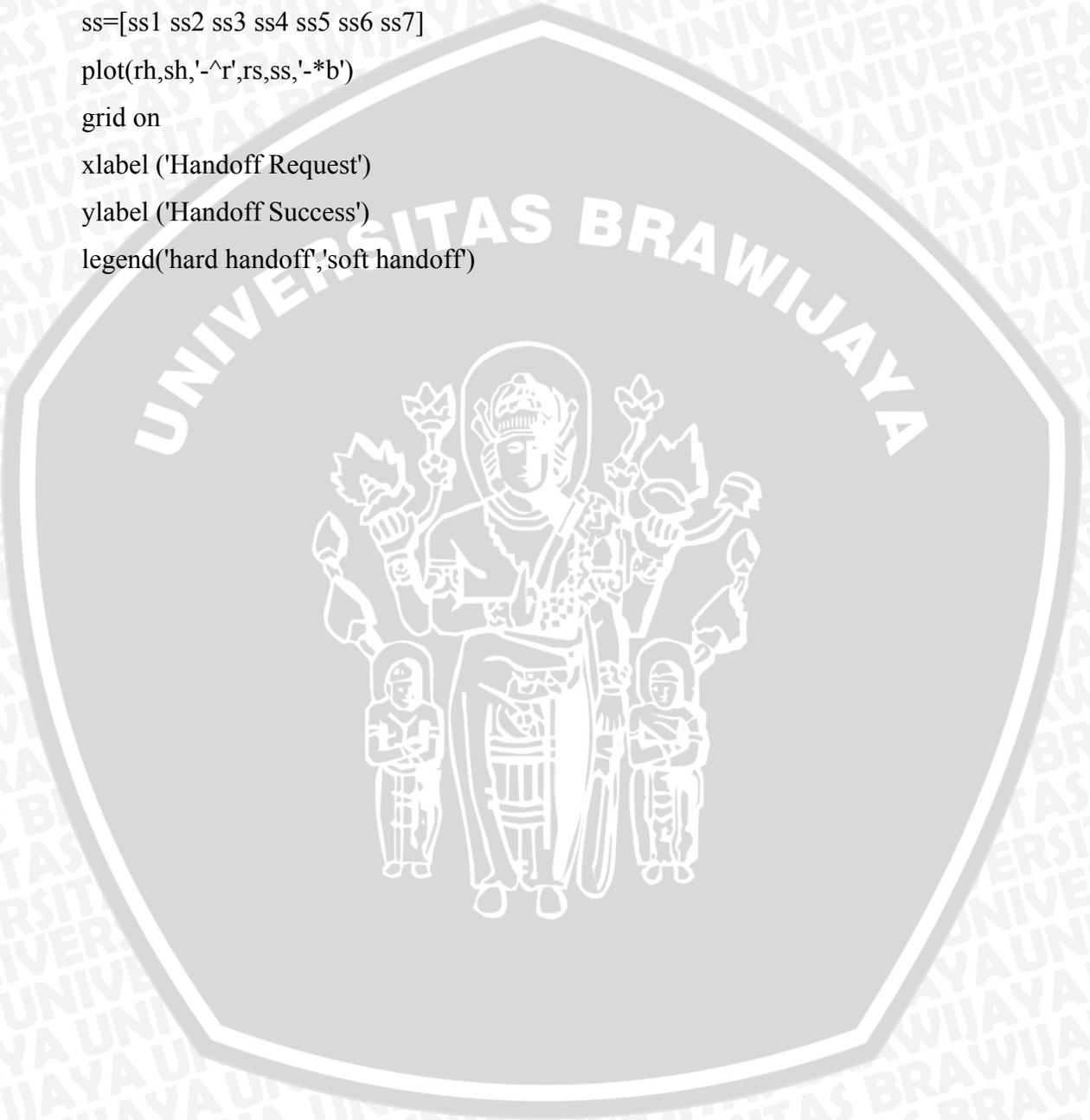
ss1=39.617;

ss2=350.45;

ss3=240.708;



```
ss4=263.783;  
ss5=127.008;  
ss6=108.508;  
ss7=70.267;  
ss=[ss1 ss2 ss3 ss4 ss5 ss6 ss7]  
plot(rh,sh,'-^r',rs,ss,'-*b')  
grid on  
xlabel ('Handoff Request')  
ylabel ('Handoff Success')  
legend('hard handoff','soft handoff')
```



DATA HARD HANDOFF PT. XL AXIATA, Tbk

The screenshot displays a mobile network analysis tool interface with several panels:

- Events Panel:** A list of network events for an MS1 device. The selected event is "Handover From UTRAN".
- Map Panel:** A map showing a handoff path between two cell towers. A distance of 2.03 miles is indicated between the towers. The path is marked with a yellow line and a black arrow.
- WCDMA Radio Parameters [MS1] Panel:** A table showing radio parameters for the MS1 device.
- WCDMA Serving/Active Set + Neighbors [MS1] Panel:** A table showing the serving cell and its neighbors.
- WCDMA Speech Quality [MS1] Panel:** A table showing speech quality metrics.

IE	Value
Tx Power	5.00
UTRA Carrier RSSI	-94.00
Target SIR	6.78
SIR	7.02
SQI	
RRC State	Connected_CELL_DCH
Mode (System)	GSM
Time	10:45:21.04

Type	Cell Name	SC	CellID	UARFCN DL	CPICH Ec/N ₀	CPICH RSCP	HS Type
AS		161	10688		-13.00	-104.00	
AS		209	10688		-15.00	-107.00	
AS		72	10688		-24.00	-115.00	
MN		19	10688		-7.00	-99.00	
MN		38	10688		-23.00	-114.00	
DN		89	10688		-20.50	-115.00	
DN		46	10688		-16.50	-108.00	

Element	Uplink	Downlink
SQI		
SQI MOS		
PESQ Score		
Frequent AQM Score		
PESQ Sentence		
Frequent AQM Sent...		
PESQ Echo Attenua...		
PESQ Echo Correlati...		
PESQ Echo Delay		

DATA SOFT HANDOFF PT. XL AXIATA, Tbk

The screenshot displays a mobile network analysis tool interface. The top-left pane shows a list of events for MS1, including measurement reports and radio link additions. The top-right pane shows a map with signal strength contours and cell coverage areas. The bottom section contains three data tables: WCDMA Radio Parameters, WCDMA Serving/Active Set + Neighbors, and WCDMA Speech Quality.

Eq.	Event	Info
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Radio Link Addition	SC added: 208, SHO type: unknown, E...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	SHO Procedure Complete	Addition
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Measurement Report 1	e1a, a Primary CPICH enters the reportin...
MS1	Radio Link Addition	SC added: 352, SHO type: unknown, E...
MS1	Measurement Report 1	e1c, a non-active primary CPICH becom...
MS1	SHO Procedure Complete	Addition
MS1	Measurement Report 1	e1b, a primary CPICH leaves the reporti...
MS1	Measurement Report 1	e1c, a non-active primary CPICH becom...

IE	Value
Tx Power	-20.00
UTRA Carrier RSSI	-75.00
Target SIR	8.34
SIR	11.57
SQI	-11
RRC State	Connected_CELL_DCH
Mode (System)	WCDMA
Time	17:25:15.15

Type	C...	SC	Cell ID	UARF...	CPICH Ec/No	CPICH RSCP
AS		352	10688		-16.00	-80.00
AS		208	10688		-17.00	-93.00
AS		104	52344	10688	-22.50	-98.00
MN		360	10688		-15.50	-92.00
MN		44	10688		-18.00	-93.00
MN		381	10688		-19.50	-95.00
DN		332	10688		-24.50	-102.00

Element	Uplink	Downlink
SQI		1
SQI MOS		.40
PESQ Score		
Frequent AQM Score		
PESQ Sentence		
Frequent AQM Sent...		
PESQ Echo Attenua...		
PESQ Echo Correlati...		