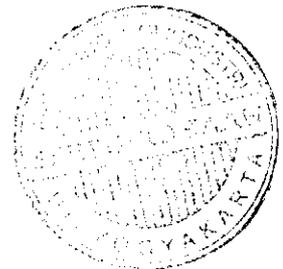
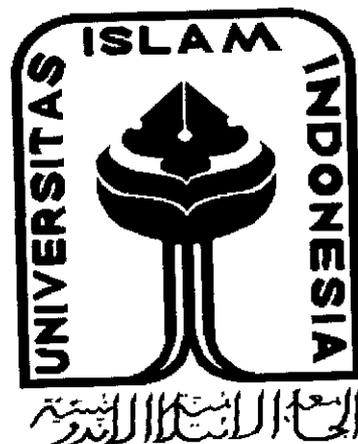


**ANALISIS KINERJA HANDOVER PADA SISTEM
KOMUNIKASI 3G**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta



oleh :

Nama : Buhori Muslim
No. Mahasiswa : 01 524 085

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2008

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
ANALISIS KINERJA HANDOVER PADA SISTEM
KOMUNIKASI 3G

TUGAS AKHIR

Oleh :
Nama : Buhori Muslim
No. Mahasiswa : 01 524 085

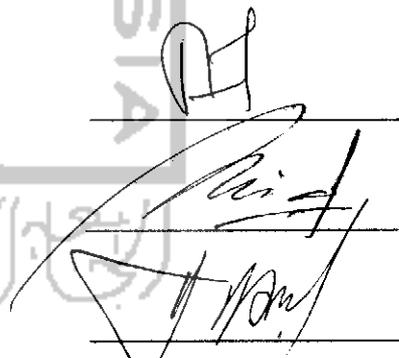
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 05 Februari 2008

Tim Penguji

Tito Yuwono, S.T, M.Sc
Ketua

Dwi Ana Ratnawati, S.T
Anggota I

Yusuf Aziz Amrullah, S.T
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

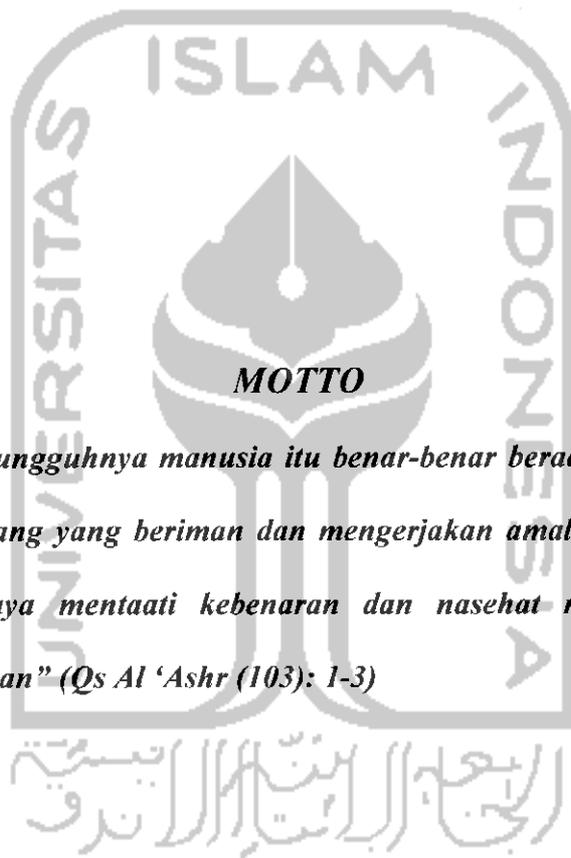


Tito Yuwono, ST, M.Sc

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Ketika penulis sampai kepada masa-masa akhir dari kuliah dan memasuki masa pengerjaan tugas akhir ini, ada suatu rasa yang tak dapat dipungkiri adalah suatu kebanggaan yang dalam terhadap semua yang diberikan, dilakukan bahkan mungkin dikorbankan, ketika dalam segala kesusahan, ketika dalam serba kekurangan, ketika dalam serba ketakutan, ketika sedang merasakan beban yang berat, heran kenapa kau begitu ikhlas menerima hanya untuk membahagiakan ananda, padahal belum tentu bisa menyenangkan, belum tentu bisa membahagiakan, belum tentu bisa menjadi kebanggaan bahkan belum tentu walau hanya bisa menghormati saja, kenapa kau begitu rela memberikan kebahagiaanmu, kenapa kau rela mengorbankan kebahagiaanmu hanya demi ananda. Ku persembahkan ini semua untuk **Emah dan Bapak**, memang tidak ada artinya tapi ini adalah awal janji Inshaallah berusaha tidak akan mengecewakanmu, karena tak mungkin mampu membalas semua pengorbananmu hanya Allah Swt membalas semuanya.*

Ananda



“Demi masa, sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran” (Qs Al ‘Ashr (103): 1-3)



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Pada kesempatan yang membahagiakan ini penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang maha rahman dan rahim, yang selalu memberikan segala rahmat serta segala hidayah-Nya bagi seluruh hambanya, syukur yang sebesar-besarnya pula wajar rasanya kita ucapkan karena sebagai hambanya kita semua hidup dijalan benar sesuai syariat-Nya, shalawat serta salam semoga di sampaikan kepada Nabi Muhammad Rosulullah yang telah memberikan bekal hidup, yang membuat penerangan akan jalan kehidupan dan ilmu buat bekal mengarungi hidup saat ini, selain itu wajar juga rasanya syukur diucapkan karena Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kinerja Handover Pada sistem Komunikasi 3G”., dapat diselesaikan tepat waktu dengan lancar dan baik, ini merupakan salah satu urutan jalan kehidupan yang harus dilewati yang merupakan bukti dari kasih dan sayang-Nya agar jadi bekal agar lebih baik dan berkualitas dalam kehidupan sebagai manusia biasa atau sebagai manusia yang menghamba pada-Nya.

Adapun maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi Kurikulum S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Disamping itu untuk menambah pengetahuan terhadap ilmu yang telah dipelajari di bangku perkuliahan untuk diterapkan ke masyarakat. Dalam penyusunan ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak dan Emah yang senantiasa telah membimbing dan memberikan dorongan dalam segala bentuk sejak penulis lahir sampai sekarang.
2. Bapak Fathul Wahid, ST.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia (UII)
3. Bpk Tito Yuwono, ST, M.Sc selaku Kajar Teknik Elektro.
4. Bpk Tito Yuwono, ST, M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan, nasihat, petunjuk kepada penulis dalam pembuatan laporan ini.
5. Ibu Dwi Ana Ratna Wati, ST. sebagai dosen pembimbing II atas ilmu – ilmu tentang MATLAB, atas waktu, kebaikan, kesabaran dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
6. Bapak Wahyudi Budi Pramono, ST. selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) atas saran – sarannya selama ini.
7. Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri UII. Ka.Lab dan staf laboran Teknik Elektro, atas waktu dan ilmu yang diberikan.
8. Adik-adikku Asep (Ulum), Euis (Ade), Siti (Iseu), Ais (Cemplon / Bapow reget) yang kadang bikin jengkel, mangkel dan sebel.
9. Lizday terima kasih semua dukungannya.
10. Temen-temen Pergerakan Intra & Extra kampus.
11. Semua teman-teman Jurusan Teknik Elektro angkatan 2001, walau pun bareng Cuma satu semester tapi kalian adalah sahabat terbaik, Terima kasih temen-temen 2002 walau saya ga mau ngaku angkatan 2002, harus di akui kuliah saya bareng kalian dari semester 2 sampai selesai.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
SINGKATAN.....	xvi
ISTILAH-ISTILAH.....	xvi
BAB I Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II Dasar Teori	
2.1. Sistem Komunikasi Generasi ke Tiga.....	6
2.2. Sistem WCDMA.....	7
2.2.1. Arsitektur Antarmuka.....	10
2.2.2. Spread Spektrum.....	12
2.2.3. Direct Sequence Spread Spectrum	
2.2.3.1. Proses Spreading.....	15
2.2.3.2. Proses Despreading.....	16
2.2.4. PN Sequence.....	17

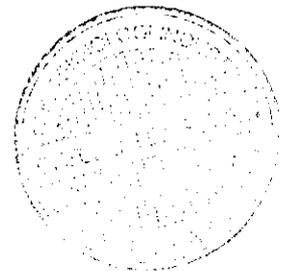
2.2.5. Transmisi Uplink	
2.2.5.1. Struktur Bingkai Transmisi Uplink.....	17
2.2.5.2. Penyebaran & Modulasi Transmisi Uplink.....	18
2.2.6. Transmisi Downlink	
2.2.6.1. Struktur Bingkai Transmisi Downlink.....	20
2.2.6.2. Penyebaran & Modulasi Transmisi Downlink.....	20
2.2.7. Teknik Power Control Konvensional	21
2.2.8. Teknik Multi-User Detection.....	24
2.2.9. MMSE Detector.....	25
2.3. Handover	
2.3.1. Tujuan Handover.....	28
2.3.2. Proses Handover.....	29
2.3.3. Handover Pada sistem WCDMA.....	32
2.3.4. Soft Handover.....	34
2.3.5. Prinsip Soft Handover.....	34
2.3.6. Algoritma Soft Handover WCDMA.....	36
BAB III Perancangan Sistem	
3.1. Algoritma SHO	
3.1.1. Power Control.....	39
3.1.2. Access Data.....	43
3.1.3. Probabilitas SHO.....	45
3.2. Bahasa Program.....	52
3.3. Perancangan Antarmuka.....	53
BAB IV Analisa dan Pembahasan	
4.1. Pengujian	56
4.2. Analisis.....	57
4.3. Pembahasan program simulasi.....	61
4.4. Pembahasan soft handover.....	70
BAB V Penutup	
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA.....xvii

LAMPIRAN

1. Listing program.....xxx

2. Biografi.....xxxvii



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Teknologi kandidat 3G	6
Gambar 2.2	Skema Kode Akses Jamak	8
Gambar 2.3	Kondisi Ideal WCDMA	10
Gambar 2.4	Efek Near Far	10
Gambar 2.5	Model Protokol Interface radio WCDMA	11
Gambar 2.6	Deret Chip sebuah PN Code	15
Gambar 2.7	Proses Spreading	15
Gambar 2.8	Proses Despreading	16
Gambar 2.9	Bingkai Uplink	18
Gambar 2.10	Penyebar & Modulasi Transmisi Uplink	19
Gambar 2.11	Struktur Bingkai Transmisi Downlink	20
Gambar 2.12	Penyebar & Modulasi Transmisi Downlink	21
Gambar 2.13	Blok diagram MUD	25
Gambar 2.14	Proses Handover	30
Gambar 2.15	Model- model Handover pada sistem WCDMA	33
Gambar 2.16	Perbandingan antara Hard & Soft Handover	35
Gambar 2.17	Algorithma Soft Handover WCDMA	36
Gambar 3.1	Blok diagram alir	38
Gambar 3.2	Blok diagram PC	39
Gambar 3.3	Gain kanal	40
Gambar 3.4	PN code	41
Gambar 3.5	Pembangkit gold code	41
Gambar 3.6	Pemodelan SHO 1	49
Gambar 3.7	Pemodelan SHO 2	51
Gambar 3.8	Interface perancangan	53
Gambar 4.1	Pengujian Berdasarkan <i>Base Station 1</i>	63
Gambar 4.2	Pengujian Berdasarkan <i>Base Station 2</i>	64
Gambar 4.3	Pengujian Berdasarkan Pengguna	65
Gambar 4.4	Pengujian Berdasarkan Chip	67
Gambar 4.5	Pengujian Berdasarkan Iterasi	68

Gambar 4.6	Skenario kejadian SHO	72
Gambar 4.7	Voice traffic modeling	73



ABSTRAKSI

Sistem *seluler* yang menggunakan *frekuensi* terbatas untuk meningkatkan kinerja & kapasitas layanan menggunakan teknik penggunaan kembali *frekuensi (reuse)* & pemecahan *sel*, akibatnya akan sering terjadi pergantian *sel*, teknik pergantian yang diteliti adalah *Soft Handover (SHO)* merupakan perpindahan sel pada *UE* ketika sedang melakukan *mobilitas*, pada generasi 3 teknik *SHO* telah dikembangkan sedemikian rupa untuk menjawab kebutuhan *UE* yang semakin kompleks, kemudian dikenal dengan *MAIFHO*.

Teknik power control konvensional & *MMSE Detector*, merupakan teknik untuk mengatur *level daya Transmisi* sistem seluler, dua teknik ini dibandingkan dalam meng-*up date* daya untuk mengatasi *Efek Near far* dan *Multipath fading* yang biasa terjadi pada sistem seluler berbasis *Tersebar*, untuk analisis *handover* kualitas *transfer data* diketahui dari kemampuan *up date* transmisi tersebut.

Perbandingan *Teknik power control* konvensional & *MMSE Detector* dihasilkan suatu perbandingan yang signifikan dalam *up date level daya transmisi* dan kualitas *Soft handover* yang jadi penelitian, pada analisis *up date daya MMSE* mempunyai nilai kendali daya (*konvergensi*) yang lebih baik, dengan demikian dapat diartikan bahwa sistem yang memakai *MMSE Detector* pun dalam kendali *soft handover* lebih baik.

Kata kunci : *Soft Handover, Power control, Multiuser detection, mmse.*

SINGKATAN

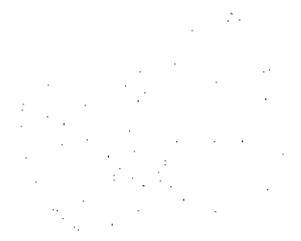
1xEV-DO 1x	Evolution Data Optimized
1xEV-DV 1x	Evolution Data Voice
16QAM	16-quadrature amplitude modulation
3G	Third generation
3GPP	Third Generation Partnership Project
AMR	Adaptive Multi-Rate
BER	Bit error rate
BLER	Block error rate
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
CDMA	Code division multiple access
cdmaOne	Code Division Multiple Access as specified in IS-95
CDMA 2000	Code Division Multiple Access as specified in IS-2000
CS	Circuit switched
CTIA	Cellular Telecommunication Industry Association
DCH	Dedicated Channel
DPCCH	Enhanced Dedicated Physical Control Channel
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel Channel
E_b/N_o	Ratio of signal energy to additive noise and interference
E_c/I_o	Correlated signal strength of pilot channel
EDGE	Enhanced Data for Global Evolution
EIR	Equipment Identification Register



ETSI	European Telecommunication Standards Institute
EUTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
FER	frame error rate
FDD	Frequency Division Duplex
GPRS	General packet radio service
GSM	Global system for mobile communication
GERAN	GSM EDGE Radio Access Network
HLR	Home Location Register
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access (HSDPA + HSUPA)
HSPA +	High Speed Packet Access Plus (also known as HSPA Evolution)
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
ISP	Internet Service Provider
IS-95	Interim Standard 95 of the Telecommunications Industry Association
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
Mcps	Mega chips per second

MMS	Multimedia Messaging Service
MS	Mobile Sculer
Node B	Radio Base Station
PDN	Public Data Network
PLMN	Public Land Mobile Network
PS	Packet Switched
PSTN	Public Switch Telephony Network
P-SCH	Primary synchronization channel
PCMCIA	Personal Computer Manufacturers' Card Interface Adapter
PCS	Personal Communication System
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
QoS	Quality of Service
RAN	Radio Access Network
RF	Radio frequency
RNC	Radio network controller
SCCH	High-Speed Shared Control Channel
S-SCH	Secondary synchronization channel
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
TDM	Time Division Multiplex
TDMA	Time division multiple access
TFC	Transport Format Combination

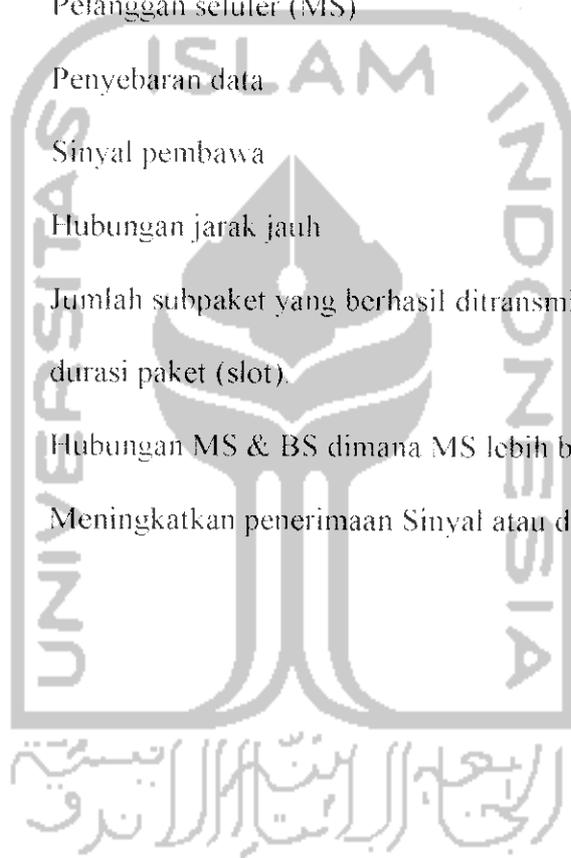
TTI	Transmission Time Interval
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USIM	Universal Subscriber Identity Module
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
VLR	Visitor Location Register
VoIP	Voice over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network
WAP	Wireless Application Protocol
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WIM	Wireless Internet Module
WLAN	Wireless Local Area Network



ISTILAH - ISTILAH

Bandwith	Lebar pita irekuensi
Bit	Satuan terkecil data biner
Blocking	Pemblokian atau penolakan perminataan hubungan baru
Chip	Satuan terkecil data bit
Coverage	Jangkauan suatu sel
Demodulator	Merubah kembali data Modulasi.
Dropping	Pendropan oleh suatu sistem atau sel
Downlink	Hubungan antara MS & BS dimana BS berperan utama
Evolusi	Perubahan terencana sehingga hasilnya lebih baik
Kanal	Saluran
Modulator	Pemodulasi
Modulasi	Proses encoding sumber data dalam suatu sinyal carrier dengan carrier
Operator	Penyedia layanan seluler
Omnidirectional	Antena segala arah
Paket data	Sejumlah data berupa bit/chip data yang berhasil di transmisikan
Propagasi	Rugi-rugi antenna pada sistem seluler.
Scrambling	Pengacakan
Scrambling Panjang	Pengacakan untuk data lebih sederhana dari scrambling pendek.

Scrambling Pendek	Sistem pengacakan data yang dilengkapi deteksi jamak & penghapusan interferensi.
Seluler	Sistem komunikasi dengan daerah layanan yang kecil.
Soft handover	Pergantian sel karena mobilitasnya
Subscriber	Pelanggan seluler (MS)
Spreading	Penyebaran data
Sinyal carrier	Sinyal pembawa
Telekomunikasi	Hubungan jarak jauh
Throughput	Jumlah subpaket yang berhasil ditransmisikan dalam 1 durasi paket (slot).
Up link	Hubungan MS & BS dimana MS lebih berperan
Up date daya	Meningkatkan penerimaan Sinyal atau daya



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Evolusi teknologi seluler sangat menggumkan karena kemudahan dan kepektifitasan yang ditawarkan, sehingga penawaran meningkat signifikan walau awal kemunculannya tahun 1970-an & 1980-an di Amerika bersifat eksklusif & mobilitasnya terbatas, banyak standard teknologi tidak kompetibel, jelajah terbatas, kapasitas kecil, banyak interferensi, kompresi & koding data tidak baik, sehingga seluler masa itu tidak menjadi alat komunikasi efisien saat trafik naik, munculah generasi berikutnya.

Generasi berikutnya, di sebut 2G muncul karena kesadaran ahli & operator 1G akan kebutuhan jaringan dapat melayani *mobilitas* dan kebutuhan *MS* meningkat dikenal *GSM*, menjanjikan kemudahan dan *efektivitas* berkomunikasi, maka langsung *GSM* menarik minat *MS (UE* pada 3G) dan 1G tersisih, di Amerika seluler 2G muncul *D-AMPS, IS-95*, merupakan teknologi berbasis CDMA di perkenalkan oleh *Qualcomm*, di *Jepang* standard teknologi seluler 2G disebut *Japan digital cellular*. Kelebihan 2G adalah suara jernih, efisiensi spektrum meningkat, kemampuan optimasi (kompresi & koding) data digital, *handset* simpel, kecil & ringan, telah digunakan *SIM*, ini memungkinkan penambahan fitur baru seperti: *Voice mail, call waiting, SMS*, dan menyatunya standard serta saling berinterkoneksi, maka sistem ini kemampuan *handover* baik sehingga *mobilitas MS* tidak terbatas, untuk komunikasi data muncul *GPRS & EDGE* tapi kualitas layanannya belum seperti harapan.

Teknologi berikutnya di sebut *IMT2000*, dikenalkan *ITU*, dikenal 3G, teknologinya mengarah pada *CDMA2000* & *WCDMA*, tetapi dalam pertemuan *ITU* terdapat perdebatan tentang 3G ini, menurut beberapa ahli menyatakan *EDGE* pun layak untuk jadi basis 3G sehingga *ITU* menetapkan 3 standard, sebenarnya lebih di sukai *CDMA2000* dan *WCDMA*, ada pun kapabilitas yang diharapkan dari 3G ini adalah: Layanan data rate tinggi, *Multimedia E-mail*, *Video confrence*, *Web interaktif*, jaringan besar & efisiensi spectrum, Mendukung service packet & circuit switched, seperti IP & video conference, *Transfer file* besar dari *intranet/internet*, Interaksi ke *other mobile* dan *fixed users*, *Roaming* nasional dan international bagus. syarat ini memerlukan sistem atau teknik *handover* yang baik karena komunikasi dilakukan MS yang mobilitas tinggi tidak mungkin harus terputus karena pergantian sel, dalam dunia bisnis ketesediaan dan kehandalan pendukung informasi merupakan hal utama.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut : Bagaimana kinerja handover pada saat terjadinya pergantian sel dimana user (*UE*) seolah tidak merasakannya.

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah untuk menyederhanakan dan mengarahkan penelitian serta pembuatan sistem agar tidak menyimpang dari apa yang diteliti, tentang sistem seluler 3G merupakan dirancang untuk melayani MS dengan layanan *Multimedia*. Batasannya adalah:

- a. Dalam tugas akhir ini dibuat simulasi dan analisis terjadinya handover memanfaatkan fasilitas yang telah tersedia pada *Matlab*.
- b. Penelitian ini di fokuskan pada daerah urban.
- c. Proses handover di modelkan dengan persamaan *matematis*, yang akan di simulasikan sebagai kejadian *handover* dengan program.
- d. Objek penelitian atau proses *handover* yang di teliti adalah *soft handover*.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun Tujuan dari penelitian dan merancang program analisis sistem *Soft handover* teknologi *WCDMA* ini adalah sebagai berikut:

- a. Mensimulasi & analisis sebuah sistem dan kejadian *handover* pada 3G.
- b. Mempelajari dan memanfaatkan seluruh fasilitas *Matlab* sebagai dasar membangun sebuah *software* pensimulasi dan menganalisis proses pergantian sel dan kemungkinannya yang terjadi untuk terciptanya suatu sistem baik.
- c. Mengimplementasikan dan mengembangkan teori yang ada menjadi teori yang lebih baik melalui *software*.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah terwujudnya sistem atau sarana baru yang dapat mensimulasikan proses perpindahan MS dari suatu sel ke sel lain melalui *Sistem* dengan memanfaatkan *Matlab*. Selain itu juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa atau pengguna teknologi Industri yang ingin mengembangkan sistem ini lebih lanjut.

- 1.7 :
:
yang ter
BAB I :
- 1.6 **METODOLOGI PENELITIAN**
- a. Penentuan topik, adalah analisis kinerja *handover* sistem komunikasi 3G.
 - b. Studi pustaka, untuk memahami teori pendukung secara mendalam.
 - c. Studi pendahuluan, memahami pengendali *handover* dengan fasilitas *Matlab* sebagai gambaran untuk tahap aplikasi.
 - d. Perumusan masalah, yaitu bagaimana sistem *algoritma handover* yang tepat untuk digunakan pada kendali *handover*, dilakukan berdasarkan studi pustaka & pendahuluan.
 - e. Pembatasan masalah, untuk mempersempit lingkup pembahasan sehingga penelitian ini lebih terfokus.
 - f. Tujuan penelitian, adalah menemukan sistem yang baik.
 - g. Pengumpulan data, sebagai referensi data diambil dari berbagai sumber, data tersebut tidak hanya mengenai SHO pada WCDMA, juga mengenai software.
 - h. Pembuatan simulasi Sistem, Setelah data terkumpul, langkah berikutnya pembuatan simulasi *handover* mengacu pada *algoritma handover* standard 3GPP tahun 1992 dan kemudian analisa.
 - i. Analisis, tahap ini mengetahui hasil simulasi & analisis yang dilakukan tentang kelebihan & kekurangan simulasi, sehingga memberikan gambaran jelas kepada yang membutuhkan atau memperbaiki program.
 - j. Kesimpulan dan saran, dalam menyelesaikan tugas akhir ini langkah terakhir yang dilakukan adalah pembuatan kesimpulan dari hasil penelitian.
- BAB II**
- BAB III**
- BAB IV**
- BAB V :**

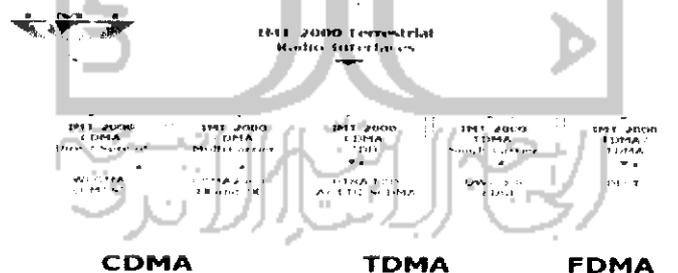


BAB II

DASAR TEORI

2.1. SISTEM KOMUNIKASI GENERASI KETIGA.

Kebutuhan telekomunikasi yang terus meningkat mengharuskan organisasi internasional yang membidangi telekomunikasi (*ITU*) terus mencari terobosan teknologi yang baru, maka muncul beberapa proposal kandidat teknis untuk generasi ke 3, dari eropa *ETSI* dan *ARIB* dari Jepang mengajukan *WCDMA* sebagai kandidat 3G, *TTA* mengajukan *CDMA2000*, dan ada lagi beberapa proposal dan dalam sidang *ITU* tahun 1999 dari berbagai proposal dan teknis yang ditawarkan yang lebih banyak dipakai mengarah kepada *WCDMA & CDMA2000* sehingga dua teknologi ini yang banyak di *instalasi* di Negara-negara anggota *ITU*.



Gambar 2.1. Teknologi kandidat 3G

ETSI memperkenalkan apa yang di sebut *UTRA (UMTS terrestrial radio access)*, dimana perancangannya teknologinya berdasarkan metode *DS-CDMA* yang mampu menyebarkan informasi dilebar bidang 5 Mhz sehingga *DS-CDMA* menjadi lebih lebar dan disebut *wideband* selanjutnya dikenal dengan *WCDMA*. *WCDMA* menjadi lebih menarik karena mampu berkombinasi dengan jaringan yang telah ada seperti

GSM, hal ini menguntungkan karena *WCDMA* tidak menghilangkan keuntungan yang di miliki oleh *GSM*, *WCDMA* menggunakan dua mode, yaitu:

- a. *Frequency division duplex (FDD)*: dimana mode frekuensi untuk *uplink* dan *downlink* berbeda tetapi berpasangan.
- b. *Time division duplex (TDD)* dimana pada mode ini *uplink* dan *downlink* menggunakan frekuensi sama dimana data ditransmisikan dalam sistem secara bergantian dalam jeda tertentu.

Ada pun maksud dari penggunaan dua mode ini adalah untuk menambah pilihan untuk optimalisasi dan spektrum yang dialokasikan, adalah:

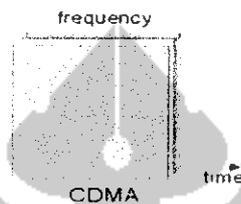
- a. 1920-1980 Mhz *FDD* uplink & 2110-2170 Mhz *FDD* downlink
- b. 1900-1920 Mhz *TDD* & 2020-2055 Mhz *TDD*

Gambar 2.1. merupakan basis teknis buat kandidat teknologi seluler generasi ke 3, yang diusulkan oleh beberapa organisasi pengembangan standarisasi anggota ITU di seluruh dunia dan dari kesepakatan maka generasi 3 disebut *IMT2000*.

2.2. SISTEM WCDMA

Sistem komunikasi telah diterapkan suatu teknik akses jamak, yaitu suatu teknik yang memungkinkan beberapa pengguna dapat melakukan komunikasi secara bersama pada kanal yang sama. Tujuan dari penerapan teknik ini salah satunya adalah mengefisienkan pemakaian kanal yang ada, atau menaikkan kapasitas sistemnya. Teknik kode akses jamak, atau yang sering di sebut *WCDMA* adalah suatu sistem akses jamak yang dapat dilakukan pada satu kanal frekuensi dan satu selang waktu yang sama, dengan menerapkan pemberian kode yang berbeda untuk beberapa

pengguna. Pengembangan dan penggunaan teknik akses *WCDMA* dalam komunikasi selular di dasari oleh pertimbangan meningkatnya kebutuhan komunikasi selular dewasa ini. *WCDMA* di dasarkan pada teknik *direct sequence spread spectrum*. Deskripsi dari teknik kode akses jamak tersebut dapat dipresentasikan seperti Gambar 2.2 di bawah:



Gambar 2.2. Skema Kode Akses Jamak

Dalam sistem *WCDMA* tiap user menggunakan kode unik yang berbeda satu sama lain, dan *cross correlation* antar kode sangat kecil. Setiap data yang akan dipancarkan terlebih dahulu akan ditebar (*spreading*) sehingga memungkinkan adanya akses jamak (*multiple access*). Bandwidth transmisi jauh lebih besar dibandingkan bandwidth sinyal informasi. Rasio antara keduanya disebut *processing gain*. Teknik *WCDMA* pada dasarnya berbasis pada teknologi *spread spektrum*. Hal ini didasari kenyataan bahwa teknologi *spread spektrum* memungkinkan banyak pengguna untuk berkomunikasi secara bersama-sama dengan menggunakan satu kanal/saluran yang sama dengan kode yang berbeda. Metode akses seperti ini disebut *DS-CDMA*. Adapun kelebihan yang diperoleh dari penerapan *WCDMA* pada sistim komunikasi bergerak antara lain:

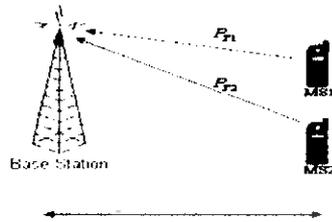
- a. Meningkatkan kualitas suara, Lebih tahan terhadap *multipath*
- b. Memperbaiki karakteristik cakupan yang dapat menurunkan jumlah sel

- c. Mengurangi interferensi pada sistem lain, Meningkatkan *privacy* dan *security*.
- d. Memerlukan daya pancar yang lebih rendah, sehingga waktu bicara MS dapat lebih lama.
- e. Mampu melakukan *soft handover* mengingat semua sistem menggunakan frekuensi yang sama.
- f. Dapat dioperasikan bersamaan dengan teknologi lain (misal AMPS).

Di samping kelebihan, pada penerapan WCDMA dalam sistem komunikasi bergerak juga terjadi berbagai masalah, yaitu:

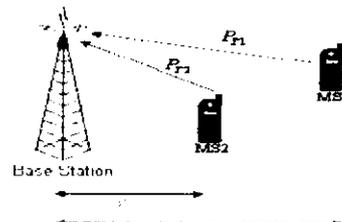
1. Masalah jauh-dekat

Penggunaan teknik *spread spectrum* dalam DS-CDMA mengakibatkan terjadinya penggunaan frekuensi bersama oleh beberapa pengguna. Akibatnya, sinyal pengkode antara setiap pengguna tidak saling *orthogonal*, sehingga akan terjadi interferensi antar pengguna. Apabila daya interferensi yang di terima dari pengguna lain jauh lebih besar dibandingkan daya sinyal yang diinginkan, maka akan terjadi penurunan kinerja pada pengguna yang level dayanya lebih rendah. Kondisi tersebut di kenal dengan *Near far Problem*, yang dapat membatasi kemampuan sistem WCDMA dalam menampung jumlah pemakai. Masalah *near far* dapat dikurangi dengan menerapkan teknik pengontrolan daya, agar daya yang diterima dari semua pengguna oleh penerima di *base station* adalah sama. Ilustrasi dari kondisi ideal pada sistem WCDMA digambarkan pada Gambar 2.3. Sedangkan ilustrasi kondisi sistem WCDMA akibat masalah jauh-dekat digambarkan pada Gambar 2.4, berikut.



$$P_{R1} = P_{R2}$$

Gambar 2.3. Kondisi Ideal WCDMA



$$P_{R1} < P_{R2}$$

Gambar 2.4. Efek Near far

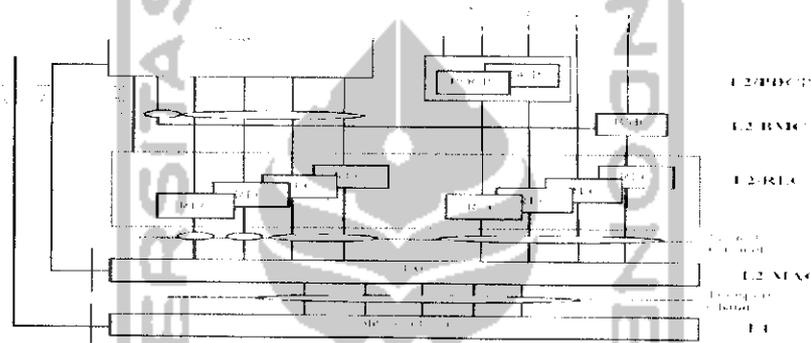
2. *Multipath Fading* Dalam komunikasi seluler, pada umumnya sinyal yang sampai ke antenna penerima *mobile station* tidak hanya berasal dari sinyal lintasan langsung tetapi juga dari lintasan pantul. Sehingga sinyal yang sampai merupakan penjumlahan dari banyak sinyal sehingga sinyal-sinyal tersebut dapat saling menguatkan maupun saling melemahkan. Karena panjang setiap lintasan tidak sama maka masing-masing sinyal mengalami *delay* yang berbeda-beda. Efek lain dari *multipath* ini adalah akibat dari pergertakan *mobile station* yang menyebabkan frekuensi sinyal terima bergeser dari frekuensi asal (efek dopler).

2.2.1. Arsitektur antarmuka

WCDMA menggunakan arsitektur berlapis untuk menangani kompleksitas jaringan, dimana arsitektur berlapis juga untuk memudahkan modifikasi jaringan membantu *evolusi* sistem, antar muka radio antar basis (dalam WCDMA dinamakan *node B*), pengguna disebut *UE (User equipment, atau MS (Mobile station))* yang mengimplementasikan dengan tiga protocol, yaitu:

- a. Lapisan jaringan (*L3, Network layer*) merupakan penyedia fungsi manajemen sumber daya radio (*RRM, radio resource management*) & kendali sumber daya (*RRC*), *L3* terdiri tarap kendali (*C-Plane*) & Tarap pengguna (*U-Plane*).

- b. Lapisan hubung data (L2, *Datalink layer*) merupakan layanan data dan fungsi kendali akses menengah (*MAC, medium access control*), kendali hubung radio (*RLC*), protocol konvergensi data paket (*PDCP, packet data convergence protocol*) dan kendali siaran (*BMC, broadcast multicast control*).
- c. Lapisan fisik (L1, *Physical layer*), bawa informasi dari *MAC* ke lapisan lain.



Gambar 2.5. Model protocol interface radio WCDMA

WCDMA menggunakan 2 kanal fisik terdedikasi (*dedicated physical channel*) pada saat *up link* atau *downlink*:

- a. *Dedicated physical data channel*, kanal pembawa data termodulasi dari L2.
- b. (*DPCCH*), kanal pembawa informasi kendali pada layer 2.

Pada setiap hubungan yang terjadi dengan sistem *WCDMA* pasti akan dialokasikan minimal satu kanal *DPCCH* dan satu atau lebih dari satu atau tanpa *DPDCH*, selain itu sistem *WCDMA* memakai kanal-kanal umum, *common physical channel*, yaitu :

- a. *CCPCH* merupakan kanal untuk membawa beberapa kanal transmisi *downlink*.
- b. *SCH (Synchronisasi channel)*, kanal digunakan untuk pencarian sel saat *Uplink*.
- c. *Physical random access channel (PRACH)* merupakan kanal yang berfungsi untuk membawa informasi kanal untuk proses akses acak.

2.2.2. Teknik Spread Spectrum

Dilatar belakangi oleh kebutuhan akan sistem komunikasi yang kebal terhadap masalah interferensi dan penyadapan, maka dikenalkan sistem komunikasi *spread spectrum* sekitar pertengahan tahun 1950. *Spread spectrum* dapat diartikan sebagai teknik pengiriman sinyal informasi yang menggunakan suatu kode untuk menebarkan spektrum energi sinyal informasi dalam bandwidth yang jauh lebih lebar dibanding bandwidth sinyal informasi. Istilah *spread spectrum* digunakan karena pada sistem ini, sinyal yang dikirimkan memiliki *bandwidth* yang jauh lebih lebar dari *bandwidth* sinyal informasinya sendiri. Proses pelebaran *bandwidth* sinyal informasi ini dilakukan pada sisi pengirim dan disebut *spreading*. Sebaliknya, proses penyempitan kembali *bandwidth* sinyal informasi dilakukan di sisi penerima, dan di sebut *de-spreading*.

Sistem komunikasi *spread spektrum* ini mampu mengurangi kekuatiran akan adanya penyadapan, karena data yang dikirimkan bersifat acak dan memiliki kecenderungan sifat seperti derau. Jadi jika penerima tidak mengenali kode yang digunakan untuk menebarkan spektrum data di sisi pengirim, maka penerima hanya akan menerima sinyal *noise* saja. Selain untuk mengatasi interferensi, sistem komunikasi *spread spectrum* juga dipakai untuk menjamin kerahasiaan informasi yang dikirim dan dapat beroperasi pada tingkat S/N (*signal to noise ratio*) yang rendah atau tahan terhadap derau yang besar. Dengan berbagai kehandalannya ini, teknik *spread spectrum* sangat tepat diterapkan pada dunia komunikasi seluler saat ini, di mana penggunaan kanal frekuensi sudah cukup padat sehingga interferensi dan

noise dari *transceiver* lain cukup dominan berpengaruh. Dalam *spread spectrum* ada beberapa macam cara yang digunakan, yaitu :

1. Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), sinyal pembawa informasi dikalikan secara langsung dengan sinyal penyebar yang berkecepatan tinggi.
2. Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), frekuensi pembawa sinyal informasi berubah-ubah sesuai dengan deretan kode yang diberikan dan akan konstan selama periode tertentu yang disebut T (periode chip).
3. Time Hopping Spread Spectrum (THSS), sinyal pembawa informasi tidak dikirimkan secara kontinyu tetapi dikirimkan dalam bentuk *short burst* yang lamanya *burst* tergantung dari sinyal pengkodeannya.

Kode-kode yang digunakan pada sistem *spread spectrum* memiliki sifat acak tetapi periodik sehingga disebut sinyal acak semu (*pseudo random*). Kode-kode tersebut bersifat seperti *noise* tapi bersifat deterministik sehingga disebut juga *noise* semu (*pseudo noise*). Pembangkit sinyal kode ini disebut *Pseudo Random Generator* (PRG) atau *pseudo noise generator* (PNG).

Kode-kode yang dibangkitkan dari PRG inilah yang digunakan untuk melebarkan dan sekaligus mengacak sinyal data yang akan dikirimkan. Dalam komunikasi *spread spectrum* semakin lebar *bandwidth* akan semakin kebal terhadap *jamming* dan akan semakin terjamin tingkat kerahasiaannya. Kelebihan lain yang dimiliki sistem *spread spektrum* adalah sistem ini dapat ditrapkan pada teknik akses jamak seperti CDMA (*Code Division Multiple Acces*). Jika dibanding sistem multiple akses yang lain seperti FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA

(*Time Division Multiple Access*), skema CDMA merupakan sistem yang diminati oleh perusahaan komunikasi, karena dapat digunakan pada frekuensi dan waktu yang sama secara bersamaan. Sehingga sangat tepat diterapkan pada komunikasi seperti sekarang ini di mana penggunaan kanal frekuensi sudah cukup padat sehingga interferensi dan noise dari *transceiver* lain cukup dominan berpengaruh. Beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam sebuah sistem *spread spectrum* adalah :

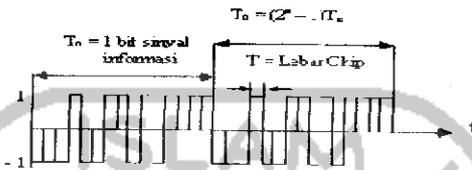
1. Sinyal yang dikirimkan setelah mengalami proses *spreading*, menempati *bandwidth* yang jauh lebih lebar daripada *bandwidth* minimum yang diperlukan untuk mengirimkan sinyal informasi
2. Pada pengirim terjadi proses *spreading* untuk menebarkan spektrum sinyal informasi dengan bantuan sinyal kode yang bersifat independen terhadap sinyal informasi.
3. Pada penerima terjadi proses *despreading* untuk mendapatkan kembali sinyal informasi semula.

Sistem komunikasi *spread spectrum* sebagai salah satu sistem komunikasi digital, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sistem komunikasi analog yaitu: Lebih kebal terhadap *jamming*, mampu menekan interferensi, dapat dioperasikan pada level daya yang rendah, kemampuan multiple access secara CDMA, sulit untuk disadap sehingga kerahasiaan lebih terjamin

2.2.3. Direct Sequence Spread Spectrum (DS-SS)

Pada sistem komunikasi *Direct Sequence Spread Spektrum* ini, sebuah sinyal informasi akan dimodulasi oleh sebuah sinyal kode digital dengan laju code bit atau

chip yang jauh lebih besar dibanding laju bit sinyal informasinya, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6.



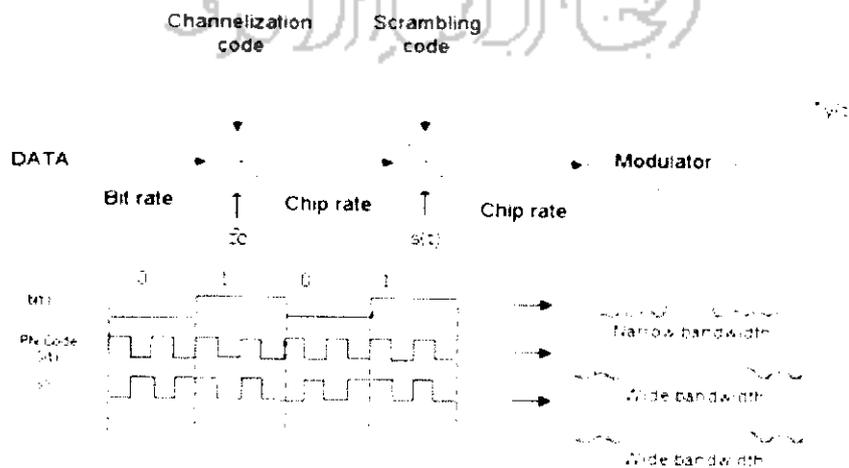
Gambar 2.6. Deretan Chip Sebuah PN Code

Pada teknik DSSS dilakukan beberapa proses, yaitu :

2.2.3.1. Proses Spreading

Bagian utama dari pembangkitan sinyal *spread spectrum* (SS) pada sistem komunikasi DS-CDMA adalah proses *spreading*. Pada proses ini dilakukan penebaran terhadap spektrum frekuensi sinyal informasi yang relatif sempit yaitu sinyal *narrow-band* $b(t)$, oleh PN code $s(t)$. Hasil yang didapatkan berupa sinyal *wide-band* $y(t)$, yaitu sinyal *spread spectrum* yang memiliki spektrum frekuensi lebar identik dengan spektrum frekuensi kode PN, yang selanjutnya akan dikirimkan.

Gambar 2.7 dibawah menggambarkan proses *spreading*.



Gambar 2.7. Proses spreading

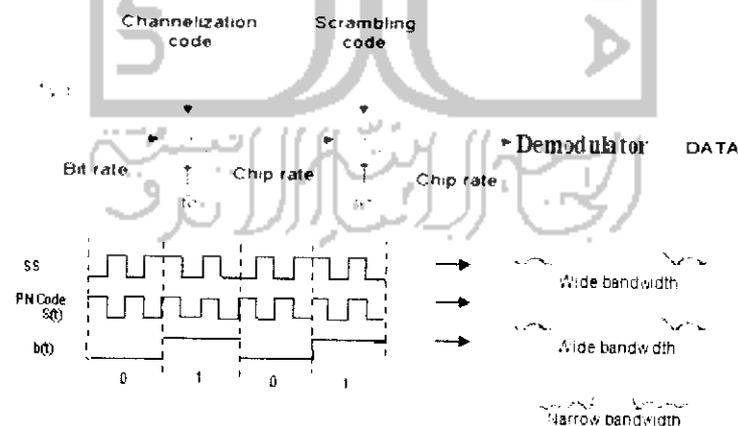


Maka dari gambar diatas dapat diketahui sinyal yang di pancarkan oleh mobile seluler untuk melakukan hubungan memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$y(t) = \sqrt{2P}c(t)\cos(W_0(t) + \theta_d(t)) \quad (2.1)$$

2.2.3.2. Proses Despreading

Sinyal *spread spectrum* $y(t)$ tidak bisa dideteksi oleh sembarang penerima (*undesired users*) karena daya sinyalnya yang lemah, hampir menyerupai *noise*. Namun pada penerima yang dituju (*desired user*), sinyal *spread spectrum* $y(t)$ yang diterima akan disempitkan kembali dengan kode PN yang identik dengan yang dipakai pada pengirim, sehingga didapatkan data informasi yang sesuai dengan data informasi yang dikirimkan, proses ini disebut dengan *despreading*. Gambar 2.8 berikut menggambarkan proses *despreading*.



Gambar 2.8. Proses despreading

Proses despreading seperti gambar diatas diperoleh persamaan sebagai berikut, dalam hal ini tentu sinyal sudah mengalami berbagai gangguan propagasi antenna, yaitu :

$$r(t) = \sqrt{2P}d(t-t_d) c(t-t_d) \cos(W_0t + \theta) + \sqrt{2}j \cos(W_0t + \theta') \quad (2.2)$$

2.2.4. PN Sequence

Untuk melindungi sinyal dari berbagai *interferensi* dan *jamming*, digunakan kode *pseudorandom*. Terlihat seperti acak tetapi sebenarnya deterministik dan periodik, sehingga *receiver* dapat merekonstruksi kode untuk deteksi sinkron karena diketahui baik oleh penerima maupun pengirim. Kode *pseudorandom* juga disebut *Pseudo Noise (PN code)*. Tiap kanal, *BS* membangkitkan kode yang unik yang berubah untuk tiap koneksi. *BS* menjumlahkan secara bersama semua kode transmisi setiap *MS*. Setiap *MS* membangkitkan kode-nya sendiri dan menggunakannya untuk mengekstrak sinyal tertentu. Metode umum digunakan membangkitkan PN Codes :

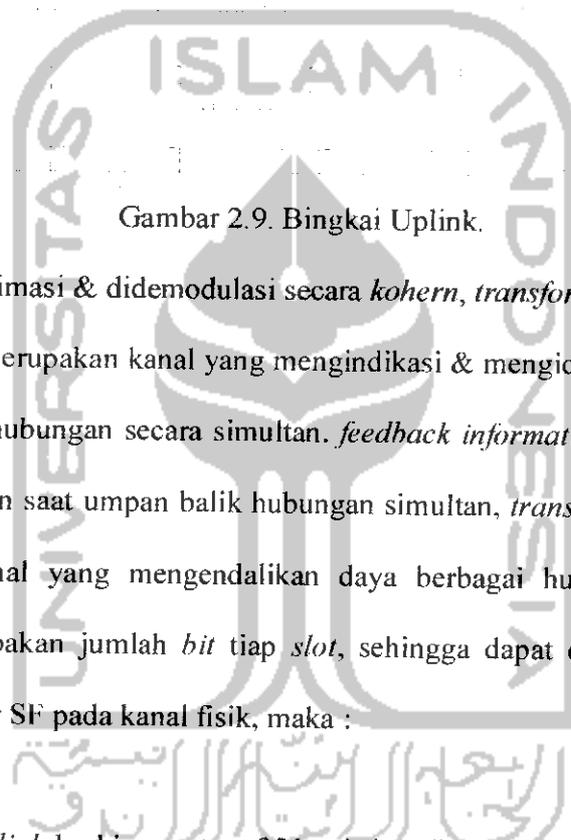
1. M-Sequence. Pada metode M-Sequence digunakan beberapa *shift register* yang tersusun dan umpan balik menurut pola tertentu.
2. Gold Codes. dihasilkan dari proses XOR (modulo-2) dua buah M-Sequence dengan panjang sama. Kode-kode berurutan ditambahkan chip demi chip secara sinkron.
3. Hadamard-Walsh Codes. Dibangkitkan dengan menggunakan proses iteratif dari matriks Hadamard dengan $N = 2^l$ yang sama.

2.2.5. Transmisi Uplink

2.2.5.1. Struktur bingkai transmisi uplink

Struktur bingkai saat kondisi *uplink* teknik seluler dengan sistem *WCDMA* mempunyai prinsip seperti gambar bawah. Bingkai terbagi 15 *ts* berdurasi 10 ms, setiap slot merupakan periode kendali daya terdiri dari 2560 chip, bingkai super berdurasi 72 ms merupakan gabungan dari 72 bingkai, kanal DPDCH membawa data

pengguna serta sinyal lapisan lain dan DPCCCH merupakan kanal membawa beberapa informasi kendali seperti *bit pilot*, *TPC*, *FBI* dan *TFCI*.



Gambar 2.9. Bingkai Uplink.

Bit pilot akan diestimasi & didemodulasi secara *koheren*, *transfort format combination indicator (TFCI)* merupakan kanal yang mengindikasi & mengidentifikasi kanal yang diperlukan dalam hubungan secara simultan. *feedback information (FBI)* merupakan kanal yang berperan saat umpan balik hubungan simultan, *transmitter power control (TPC)*, adalah kanal yang mengendalikan daya berbagai hubungan itu, dimana parameter *k* merupakan jumlah *bit* tiap *slot*, sehingga dapat dihubungkan dengan parameter penyebar SF pada kanal fisik, maka :

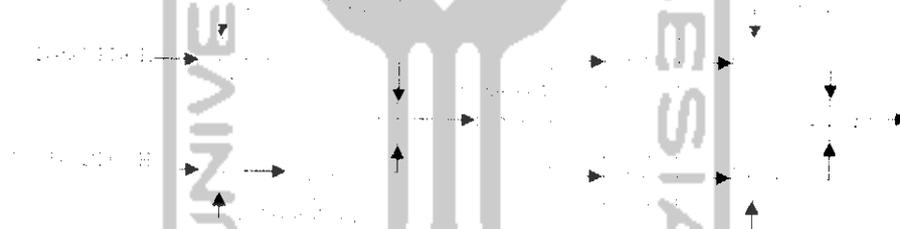
$$SF = 256/2^k \quad (2.3)$$

faktor transmisi *uplink* berkisar antara 256 - 4 dan dipilih menurut pesat data, agar dapat diestimasi kanal secara akurat saat DPCCCH berpesat data tinggi dibutuhkan level daya transmisi besar, khususnya DPCCCH harga faktor penyebar SF selalu 256.

2.2.5.2. Penyebaran & Modulasi transmisi Uplink

Penyebaran kanal DPDCH & DPCCCH sebelum data biner kanal-kanal fisik lebih dahulu di petakan antara +1 & -1 (0 → +1 & 1 → -1) disebar dengan kode kanalisasi Cd atau Cc, pada *Uplink* kode kanalisasi tidak hanya untuk memisahkan

kanal-kanal data DPDCH. Transmisi *uplink* data DPDCH & DPCCH didemodulasi dulu secara *BPSK*, dimana hasil modulasi DPCCH dipetakan di kanal Q dan DPDCH dipetakan pada kanal I jika ada beberapa DPDCH maka akan dipetakan secara bergantian pada kanal Q atau pada kanal I yang mana penyebaran terjadi setelah modulasi data dan sebelum pembentukan pulsa, modulasi penyebaran pada saat *uplink* adalah *QPSK* dua kanal, modulasi penyebarannya terdiri dari 2 operasi yang berbeda, penyebaran pertama dengan kode kanalisasi menyebarkan setiap bit data menjadi sejumlah chip yang terdefinisi sebagai *SF*, penyebaran ini menyebabkan pita semakin melebar.



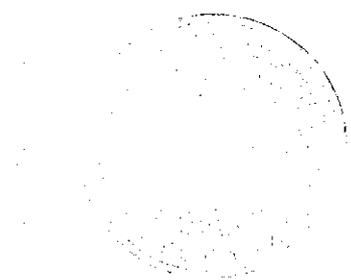
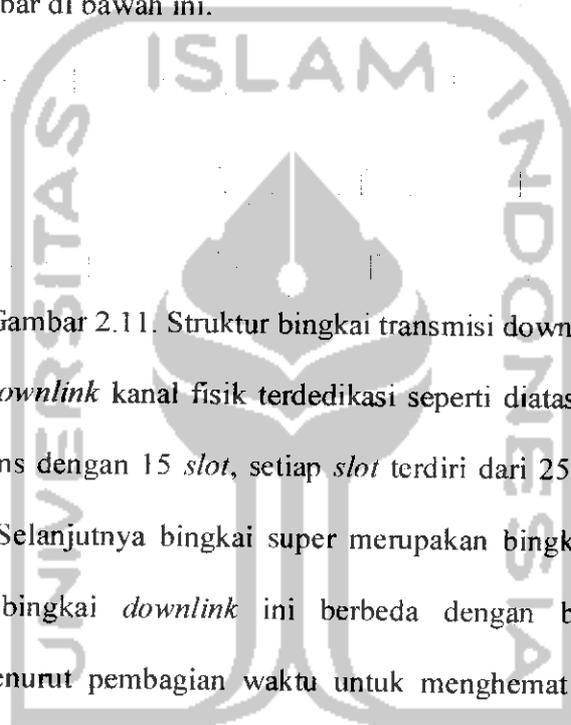
Gambar 2.10. Penyebar & Modulasi Transmisi Uplink

Operasi selanjutnya adalah pengacakan atau *scrambling* dengan menggunakan kode S, gambar diatas merupakan gambar proses penyebaran dan modulasi, misalnya pada saat suatu user melakukan hubungan bisa menggunakan lebih banyak DPDCH dan hanya satu DPCCH dimana kanal kode S menjadi unik karena berguna untuk membedakan user yang berlainan yang selanjutnya sinyal dipertajam yang akan membentuk pulsa menggunakan tapis *square-root raised cosine (RRC)* dengan *factor roll off 0.22*, yang mana RRC sangat berguna sebagai *filter* penapis untuk menghilangkan ISI.

2.2.6. Transmisi Downlink.

2.2.6.1. Struktur Bingkai Transmisi Downlink.

Struktur bingkai kondisi downlink teknik seluler sistem WCDMA mempunyai prinsip seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.11. Struktur bingkai transmisi downlink

Prinsip transmisi *downlink* kanal fisik terdedikasi seperti diatas setiap bingkai sama seperti *uplink* 10 ms dengan 15 *slot*, setiap *slot* terdiri dari 2560 *chip*, menunjukkan periode kendali. Selanjutnya bingkai super merupakan bingkai gabungan dari 72 bingkai, dimana bingkai *downlink* ini berbeda dengan bingkai *uplink* pada *multiplexingnya* menurut pembagian waktu untuk menghemat kode kanalisasi, k merupakan jumlah bit setiap *slot* sehingga dapat dihubungkan dengan parameter faktor *SF*, kanal fisik transmisi *downlink*, sehingga persamaannya:

$$SF = 512/2k \quad (2.4)$$

Downlink SF berkisar 4 sampai 512, berbeda dengan *uplink* pada *downlink* penyebar 512 digunakan semua pada *downlink*.

2.2.6.2. Penyebaran & Modulasi Transmisi Downlink.

Teknik yang digunakan *downlink* adalah *QPSK*, tiap pasang 2 bit dari seluruh kanal fisik transmisi *downlink* (kecuali *SCH*), selanjutnya di konversi secara *serial* ke

parallel, dipetakan berurutan pada Cabang I & Q, selanjutnya disebarakan dengan kode kanalisasi Cch sama untuk mencapai laju chip tertentu, hasil penyebaran di acak dengan kode S yang spesifik untuk masing-masing sel.



Gambar 2.12. Penyebar & modulasi transmisi downlink

Modulasi transmisi *downlink* saat MS melakukan hubungan dengan MS lain minimal mempunyai satu DPDCH & satu DPCCCH, DPDCH bertambah saat modulasi *QPSK* dengan kode kanalisasi berbeda. Selanjutnya sinyal tersebar di pertajam dalam bentuk pulsa dengan tapis sama yaitu tapis *square-root raised cosine (RRC)* dengan *factor roll off 0.22* & di modulasikan menggunakan *QPSK* untuk keperluan transmisi. Perbedaan Transmisi *Uplink & downlink* yaitu saat modulasi data, transmisi *uplink* menggunakan teknik *BPSK*, sedangkan *downlink* menggunakan *QPSK* dimana laju data pada cabang I & Q pasti sama untuk *Downlink*, setiap cabang pasti berbeda kode kanalisasi yang digunakan untuk membedakan DPCCCH dengan DPDCH berlainan pada transmisi *Uplink* sehingga pada transmisi *downlink* untuk spesifikasi MS kode *scrambling* untuk spesifikasi sel saat *downlink* dan spesifikasi MS *Uplink*.

2.2.7. Teknik Power Control Konvensional

Power control adalah teknik pengatur level daya transmisi yang di terima *BS* dari MS pada proses *uplink*, untuk meminimalkan interferensi antar MS aktif. Pada

algoritma *power control* diasumsikan bahwa *BS* menggunakan penerima *matched filter* konvensional. Detektor konvensional *matched Filter* menggunakan metode deteksi MS tunggal (*single user detector*), yaitu masing-masing MS di deteksi secara terpisah, tanpa mempertimbangkan MS lain. Dengan demikian munculnya MAI (*Multiple Interference Access*) dapat terjadi pada *matched filter* konvensional. Diasumsikan bahwa sistem yang digunakan adalah WCDMA sinkron, pada kanal *uplink*, dengan N jumlah pengguna aktif dan M jumlah *BS* di area tertentu. Suatu pengguna mempunyai *signature sequence* unik untuk memodulasi datanya. Gelombang *signature sequence* dari MS ke-*i* dinotasikan dengan $S_i(t)$. Sinyal terima *BS* dari MS *i* dapat dituliskan :

$$r_i = \sum_{j=1}^M \sqrt{P_j} \sqrt{P_i} b_j s_j + n \quad (2.5)$$

dimana : P_i = Vektor daya MS *j*

h_{ij} = gain MS *i* terhadap *j*

b_j = bit yang ditransmisikan

n = Vektor noise AWGN

Dari persamaan di atas, diketahui sinyal yang di terima *BS* merupakan penjumlahan dari semua sinyal yang dikirimkan beberapa MS ditambah dengan noise. Pada setiap *matched filter*, sinyal/bit informasi dibangkitkan kembali dengan cara mengalikannya dengan *signature sequence* $S_i(t)$ masing-masing *MS*. Satu *matched filter* memproses data dari satu pengguna. Pada *matched filter* pertama, sinyal $r_i(t)$ akan dikalikan dengan *signature sequence* MS pertama yaitu $S_1(t)$, demikian seterusnya. Sehingga

terjadi korelasi auto (*auto correlation*) dan korelasi silang (*cross correlation*) dari hasil perkalian tersebut. Contoh dari korelasi auto adalah perkalian antara S_1 dengan S_1 pada *matched filter* 1, Sedangkan korelasi silang contohnya adalah jika pada *matched filter* 1 terjadi perkalian dengan *signature sequence* MS kedua yaitu S_2 dengan S_1 . Pada *matched filter* 1 perhitungannya adalah:

$$y_1(t) = A_1 b_1 S_1 S_1 + A_2 b_2 S_2 S_1 + A_3 b_3 S_3 S_1 + \dots + A_k b_k S_k S_1 \quad (2.6)$$

Hasil perkalian S_1 dan S_1 sama dengan satu, sehingga didapatkan data. Sedangkan perkalian S_1 dengan S_2 dan seterusnya hasilnya adalah kurang dari 1, sehingga akan menghasilkan MAI (*multiple access interference*). Pada umumnya *cross correlation* relatif lebih kecil dibandingkan dengan *auto correlation*. Tetapi semakin banyak jumlah pengguna maka MAI bertambah. Keberadaan MAI menyebabkan dampak yang signifikan pada kinerja dan kapasitas dari sistem *direct sequence WCDMA*. Masalah yang timbul selain MAI adalah masalah jauh dekat. Hal ini diakibatkan karena setiap pengguna cenderung selalu berpindah posisi terhadap BS, sehingga daya transmisi tiap MS cenderung berubah. Karena itu, BS melakukan proses *up date* daya transmisi bagi masing-masing BS yang di layaninya. Nilai daya transmisi pengguna yang di *update* adalah:

$$p_i = (n+1) \frac{y_i}{h_{ii}} \frac{1}{(c_i s_i)^2} (\sum_{j \neq i} p_j(n) h_{ij} (c_i s_j)^2 + \sigma^2 (c_i c_i')) \quad (2.7)$$

Dan nilai SIR MS ke-i adalah :

$$SIR_i = \frac{p_i h_{ii} (c_i s_i)^2}{\sum_{j \neq i} p_j h_{ij} (c_i s_i)^2 + \sigma^2 (c_i c_j)} \quad (2.8)$$

Untuk mendapatkan nilai kinerja sistem diinginkan, maka SIR $\geq \gamma$ dimana γ adalah target SIR. Sehingga total daya diminimal dengan mendapatkan nilai optimal daya p_i dan menentukan filter *coefficient* konstan c .

Dimana : p_j = vektor daya MS ke-j

h_{ij} = gain kanal pada link BS MS ke-i dengan MS ke-j

$h_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^\alpha}$, d_{ij} = jarak antara BS MS ke-i dengan MS ke-j

b_j = bit yang ditransmisikan oleh MS ke-j

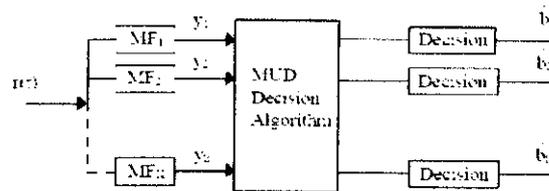
s_j = *signature sequence* dari MS ke-j

c_i = koefisien filter MS ke-i

n = vektor noise AWGN.

2.2.8. Teknik Multiuser Detection (MUD)

MUD adalah teknik yang mengasumsikan daya yang di terima dari semua MS adalah tetap, sekaligus mendemodulasi semua sinyal yang di terima dari semua MS secara bersamaan. Untuk mengatasi masalah MAI pada detektor konvensional *matched filter*, maka dibuat suatu detektor yang tidak memperlakukan pengguna lain sebagai interferensi, melainkan sebagai sinyal yang di anggap penting. Agar kerja dari *Matched Filter* optimal maka perlu ditambahkan rangkaian MUD, salah satu cirinya adalah kemampuannya merubah nilai koefisien filter rx, sehingga nilainya tidak konstan/*fixed* lagi. Prosedur deteksi tersebut merupakan pendeteksian semua sinyal dari semua MS secara simultan. Detektor ini disebut detektor *multi user*.



Gambar 2.13. Blok Diagram MUD

Pada rx , sinyal mengalami *despreading* dan *demodulasi*, yang selanjutnya dilewatkan pada sebuah rangkaian *Matched Filter (MF)*. Suatu rangkaian *MF* digunakan oleh satu *MS*, sehingga banyaknya rangkaian *MF* tergantung banyaknya *MS*. Karena data dari beberapa *MS* dikirimkan secara bersama dalam satu kanal, tentu saja interferensi antara data satu *MS* dengan data *MS* lain tidak dapat di hindari. Untuk mengatasi interferensi tersebut maka data dari *MF* yaitu y_i , diolah menggunakan rangkaian MUD. Dari rangkaian MUD diharapkan data yang didapatkan sudah terhindar dari interferensi antar *MS*. MUD merupakan perkembangan dari teknik *PC*. Sama halnya dengan *power control* konvensional, MUD juga berkonsentrasi pada permasalahan interferensi yang muncul karena masalah jauh-dekat. MUD dikelompokkan menjadi dua, yaitu *optimal detector* dan *sub optimal detector*. Dalam proyek akhir ini akan dilakukan analisa pada sistem *sub optimal* MUD, yaitu MMSE

2.2.9. MMSE(*minimum mean squared error*) Detector

MMSE adalah jenis pengembangan MUD sub optimal. Prinsip kerja MMSE memungkinkan pengontrolan (*up date*) daya yang ditransmisikan *MS*, P_i , dan sekaligus mengatur (*up date*) koefisien filter disisi penerima, c_i . Mulanya, pada setiap iterasi, koefisien filter di sisi penerima melakukan proses *up date* untuk menekan interferensi cenderung mengganggu daya transmisi. Kemudian kembali dilakukan

proses *up date* atas daya yang ditransmisikan, untuk meminimalkan probabilitas interferensi pada MS lain, agar di dapat nilai sesuai target SIR. Proses *up date* koefisien filter penerima pada teknik MMSE nampak pada formula di bawah :

$$c_i(n+1) = \frac{P_i}{\sum_{j=1}^N P_j + \sigma^2} \quad (2.9)$$

Dimana : S_i = PN code MS ke-i

P_i = vektor daya MS ke-i,

$A = \sum_{i=1}^N P_i S_i S_i^H + \sigma^2 I$,

Sedangkan proses *up date* daya yang ditransmisikan sesuai persamaan 2.7 dan nilai SIR i sesuai 2.8. Untuk mendapatkan nilai kinerja sistem diinginkan, maka $SIR_i \geq \gamma_i$, γ_i adalah target SIR. Sehingga daya dapat diminimal dengan mendapatkan nilai optimal p_i dan menentukan filter *coefficient* konstan c .

Kelebihan MMSE dibandingkan PC konvensional adalah *performance*-nya. Kinerja MMSE lebih baik daripada *power control* konvensional dengan perhitungan efek *noise* dan meng-*up-date* koefisien filter rx. karena MMSE detector sedikit kebal terhadap jauh-dekat. Jadi detektor MMSE bertujuan menyeimbangkan sinyal-sinyal MS dalam satu metode algoritma & menghilangkan MAI secara total dengan harapan *noise* tidak ikut bertambah.

Upaya meminimumkan MSE (*mean square error*) pada output transformasi linier adalah sama halnya dengan memaksimalkan SIR. Karena untuk MSE yang rendah maka perbandingan antara sinyal yang didapatkan dengan interferensi menjadi semakin besar, jadi kinerja sistem menjadi lebih baik.

2.3. HANDOVER

Kondisi komunikasi selular sulit untuk diprediksi, karena kondisinya yang bergerak dari satu sel ke sel yang lain. Terdapat tiga komponen propagasi yang digunakan untuk menggambarkan kondisi komunikasi selular yaitu *Pathloss*, *shadowing (slow fading)* & *multipath fading (fast fading)*. *Pathloss* adalah fenomena menurunnya daya yang diterima terhadap jarak karena refleksi, difraksi disekitar struktur. *Shadowing* disebabkan gedung-gedung, pohon dan sebagainya. *Multipath fading* disebabkan refleksi *multipath* dari gelombang transmisi oleh objek seperti rumah, gedung, dan sebagainya.

Perbedaan panjang saluran propagasi dari sinyal *multipath* memberikan peningkatan untuk waktu *delay* propagasi berbeda. Salah satu fasilitas didalam sistem seluler untuk menjamin adanya kontinuitas komunikasi apabila pelanggan bergerak dari satu sel ke sel yang lain adalah *Handover*. *Handover* merupakan proses pengalihan kanal *traffic* secara otomatis pada MS sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan bahwa *handover* pada dasarnya adalah sebuah 'call' koneksi yang bergerak dari satu sel ke sel lainnya. Secara umum *Handover* dapat didefinisikan sebagai prosedur, dimana ada perubahan layanan pada MS dari satu BS ke BS lain.

Proses ini memerlukan pendeteksi untuk mengubah status *dedicated node* (persiapan *handover*) & alat untuk *switch* komunikasi sedang berlangsung dari suatu kanal pada sel tertentu ke kanal lain pada sel lain. Keputusan untuk sebuah *handover* dibuat oleh BSC, yaitu dengan mengevaluasi secara *permanent* pengukuran

yang diambil oleh BTS dan MS. Pengukuran rata-rata (P_x) oleh BSC dibandingkan dengan nilai-nilai ambang batas (*threshold*); jika P_x melebihi nilai *threshold* maka dimulai proses *HO* dengan mencari sebuah sel target yang cocok. Sehingga *HO* diperlukan saat :

1. Kualitas signal yang diterima MS lebih kecil dibandingkan dengan *threshold*
2. Kualitas dikonversi dengan E_b/N_0 (SIR). E_b/I_0 atau E_b/N_0 merupakan perbandingan energi tiap bit informasi terhadap sinyal *interferensi* derau (*noise*) yang menyertainya. Intinya adalah perbandingan antara sinyal dikehendaki terhadap kuat sinyal tidak dikehendaki. Makin besar nilai E_b/I_0 makin memberikan performansi lebih baik.

Handover pada jaringan komunikasi bergerak 1G & 2G disebut *HHO*. Pada 1G, *handover* relatif lebih mudah sedangkan pada 2G, *handover* lebih superior dari 1G, dimana sudah digunakan algoritma *handover*. Kemudian pada jaringan komunikasi bergerak untuk 3G atau WCDMA banyak didominasi berdasarkan teknologi CDMA, maka konsep *handover* yang digunakan disebut *SHO*. Dibandingkan dengan *HHO* konvensional, maka *SHO* dapat memberikan transmisi baik, karena menjamin kontinuitas dari hubungan.

2.3.1. Tujuan Handover

Proses *Handover* terjadi karena kualitas atau daya *ratio* turun di bawah nilai yang dispesifikasikan dalam BSC. Penurunan level sinyal ini dideteksi dari pengukuran yang dilakukan MS maupun BTS. Konsekuensinya *handover* ditujukan ke sel dengan sinyal lebih besar. Selain itu, *handover* dapat terjadi apabila *traffic* dari

sel yang dituju sudah penuh. Saat MS melewati sel, dialihkan ke '*neighbouring cell*' dengan beban *traffic* yang lebih kecil. Tujuan dari *Handover* diantaranya yaitu:

1. *As imperceptible to user as possible.*
2. *As successfully as possible.*
3. *As infrequently as possible.*

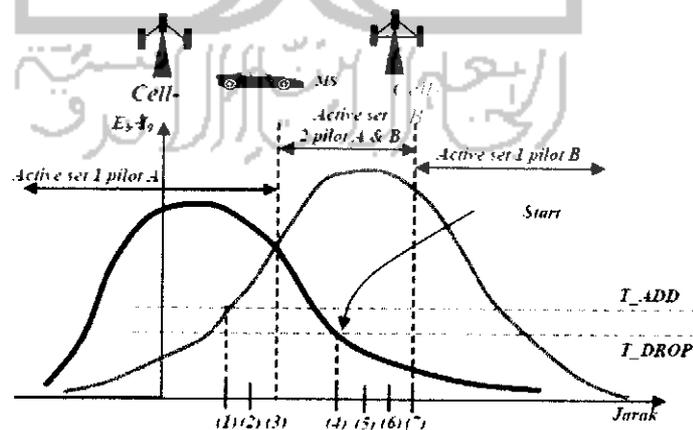
2.3.2. Proses *Handover*

Proses *handover* dimulai ketika MS mendeteksi sinyal pilot secara signifikan lebih kuat dibandingkan kanal trafik *forward* lainnya yang ditujukan kepadanya. MS tersebut akan mengirimkan pesan pilot *measurement* ke BS kandidat dengan sinyal terkuat tadi sekaligus menginstruksikan untuk memulai proses *handover*. *Cell site* tersebut akan mengirimkan pesan *handover direction* ke MS, mengarahkannya untuk melakukan *handover*. Setelah mengeksekusi pesan *handover direction* tersebut, MS akan mengirim pesan *handover completion* pada kanal trafik reverse baru. *Handover* bisa terjadi untuk satu atau beberapa alasan. Misalnya karena propagasi radio, distribusi trafik, aktivitas CDMA, kegagalan peralatan.

Pembagian ini juga bisa dilakukan berdasarkan bagian yang mengontrol *handover*, *eksternal* dan *internal handover*. *Eksternal handover* dikontrol oleh MS asal (*inter-BSS & inter-MS* *handover*). Informasi pengukuran dilaporkan dari MS melalui kanal radio khusus dan diterima oleh BSS. Setelah dilakukan diproses pendahuluan hasilnya dikirim ke MSC. *Internal handover* diinisiasi dan dilakukan dalam BSS tanpa referensi ke MSC asal (*controlling MSC*). Disini MSC hanya diinformasikan bahwa sebuah proses *handover internal* otomatis telah selesai

dilakukan. *Internal handover* terjadi antar sel pada BSS yang sama BSS dengan multi sel /multi BTS. Pada saat MS bergerak menjauhi suatu sel maka daya yang diterima oleh MS berkurang. Jika MS bergerak semakin menjauhi *BS* maka daya pancar semakin berkurang. Menjauhnya MS pada sel asal menjadikan MS mendekati sel lainnya. Sel lainnya dikatakan sebagai sel kandidat yaitu sel yang menerima pelimpahan MS dari sel sebelumnya. MSC melalui sel kandidat akan memonitor pergerakan MS dan menangkap daya pancar MS.

Diantara sel kandidat yang menerima daya pancar MS terbesar maka pelimpahan MS akan berada pada sel tersebut. Sel kandidat yang menerima pelimpahan MS melakukan monitoring. Proses monitoring dilakukan oleh MSC & menginstruksikan pada sel kandidat tersebut. Pada saat *Handover*, supervisi dipersingkat. MSC melakukan prioritas pendudukan kanal pada MS yang mengalami *Handover*. Sel kandidat dibuat urutan prioritas. Gambar 2.14. Proses SHO.



Gambar 2.14. Proses Handover

- (1) MS dilayani oleh *cell A* dan *active set* hanya terdiri dari pilot A. MS mengukur pilot B (E_b/N_0), diperoleh kecenderungan $> T_ADD$. MS mengirim pesan hasil ukur pilot B & memindahkan status pilot B dari *neighbor* ke *candidate set*.
- (2) MS menerima pesan dari *cell A* berisi *PN offset cell B* dan alokasi *Walsh code* untuk *TCI* dan MS *start* komunikasi menggunakan *TCI* tersebut.
- (3) MS memindahkan status pilot B dari *candidate set* ke *active set*, MS mengirim pesan *handover completed*. Sekarang ada 2 pilot yang aktif.
- (4) MS mendeteksi pilot A jatuh $< T_DROP$, MS *start* mengaktifkan *timer*.
- (5) *Timer* mencatat T_TDROP , MS mengirim *PSMM*.
- (6) MS menerima *handoff direction message*, pesan berisi hanya *PN offset cell B*.
- (7) MS memindahkan status pilot A dari *active set* ke *neighbor set*.

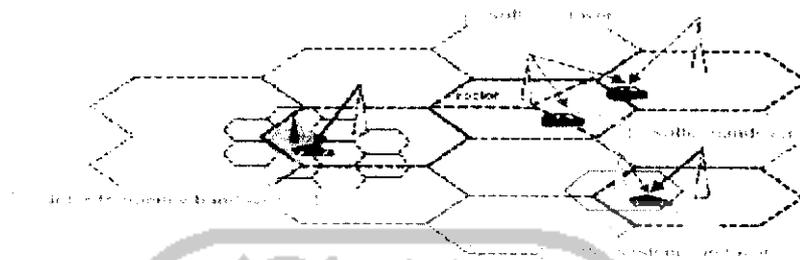
Untuk kelangsungan komunikasi seluler *handover* sangat diperlukan agar percakapan yang terjadi antar pelanggan tetap berlangsung tanpa terputus, meskipun pelanggan berpindah sel/wilayah. Pada saat MS bergerak dari satu sel ke sel lainnya, *traffik* pada sel sebelumnya harus diubah ke kanal dengan *traffik* dan kanal kontrol sel yang baru. Apabila terjadi kegagalan *handover* akan berakibat *dropcall* yaitu terputusnya hubungan saat percakapan sedang berlangsung.

Faktor-faktor penyebab gagalnya *handover* antara lain : *Interferensi* yang tinggi, *Setting parameter* yang tidak baik, *Kerusakan Hardware*, *Area cakupan radio* jelek, *Neighbouring cell relation* yang tidak perlu, *Masalah antenna rx* atau *hardware BTS*.

2.3.3. Handover Pada Sistem WCDMA

Handover merupakan suatu aspek penting dalam sistem radio selular yang perlu ditangani & dikaji dengan teliti untuk memastikan sambungan kepada rangkaian berterusan dan membolehkan panggilan tidak akan digururkan. Secara umum *Handover* digolongkan ke dalam dua kategori yaitu, *SHO* dan *HHO*. Pada WCDMA terdapat 4 Model *handover* yang berbeda, yaitu :

- a. *Intra-System Handover*. terjadi pada satu sistem, yang dibagi menjadi *intrafrequency handover* dan *inter-frequency handover*.
- b. *Inter-System Handover*. terjadi diantara sel-sel yang berhubungan dengan dua *Radio Access Mode* berbeda, misalnya diantara WCDMA dan GSM/EDGE.
- c. *Hard Handover*. merupakan kategori dari *handover* dimana radio link sebelumnya dari suatu pergerakan dibebaskan sebelum *radio link* baru dibentuk. *HHO* memungkinkan MS untuk berpindah dari CDMA ke sistem lainnya, dan termasuk tipe koneksi "*break-before-make*". *Hard handover* juga terjadi untuk 2 sel CDMA yang beroperasi pada frekuensi berbeda.
- d. *Soft Handover & Softer Handover*. *SHO* melibatkan *inter-cell handover* dan termasuk tipe "*make before-break*" connection. Koneksi antara MS dan *cell site* dilakukan oleh beberapa *cell site* selama proses *handover*. *SHO* hanya terjadi jika sel asal dan sel tujuan beroperasi pada kanal frekuensi sama. *Softer HO* adalah *intracell-handover* yang terjadi antar sector dalam suatu *cell site*, dan termasuk tipe koneksi "*make-before-break*".



Gambar 2.15. Model - model Handover pada Sstem WCDMA.

Selama SHO, suatu MS layanan atau MS secara bersamaan dapat berkomunikasi dengan dua (2-way SHO) atau lebih sel yang terhubung dengan BS yang berbeda baik untuk RNC yang sama atau tidak.

Pada keadaan *downlink*, MS bergerak menerima masing-masing sinyal untuk *maximal ratio combining* (MRC), sedangkan pada keadaan *uplink*, kode kanal dari MS yang sedang bergerak dideteksi oleh masing-masing BS (2-way SHO), dan diteruskan ke RNC untuk *selection combining*. Disini terdapat dua *PC loop*, masing-masing satu untuk BS. Selama SHO, suatu MS diatur sedikitnya dua sektor dalam satu BS, dimana RNC tidak ikut terlibat dan hanya terdapat satu *PC loop*. Pada SHO dan *softer* HO hanya terdapat satu frekuensi pembawa. Proses *handover* tidak sama untuk arah transmisi yang berbeda.

Pada *Uplink*, MS mengirimkan sinyal ke udara melalui antena *omnidirectional*. Dua BS aktif dapat menerima sinyal secara bersamaan sebab frekuensi *reuse factor* pada WCDMA adalah satu. Kemudian sinyal diteruskan ke RNC untuk *selection combining*. Selain itu pada *uplink* tidak ada kanal tambahan untuk mendukung SHO. Pada *downlink*, sinyal sama ditransmisikan melalui masing-masing BS dan MS dapat mengkombinasi secara koheren sinyal-sinyal dari BS

berbeda selama dipandang sebagai komponen *multipath* tambahan. Biasanya strategi *maximal ratio combining* digunakan yang menyediakan keuntungan tambahan, disebut *macrodiversity*. Untuk mendukung *SHO* pada *downlink*, sedikitnya satu ekstra kanal *downlink* dibutuhkan, tetapi menambah *interferensi* pada *air interface*.

2.3.4. *Soft Handover*

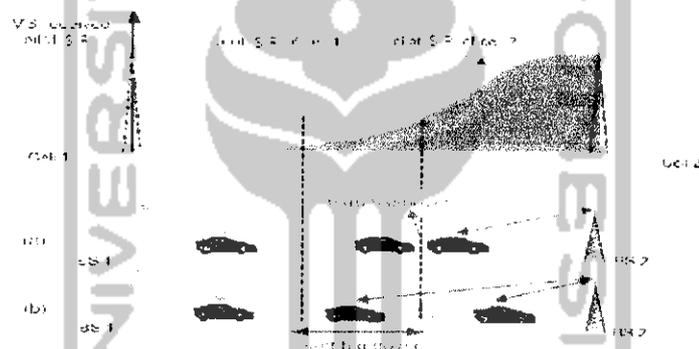
Kejadian *SHO* dalam modul diterbitkan *Helsinki university of Technology (Communications Laboratory)* adalah sebagai berikut, parameter yang diukur:

- a. Pengukuran seluruh parameter MS
- b. Pengukuran daya terima *downlink* (Prx) & sinyal *downlink* (Srx)
- c. Pengukuran daya *downlink* (Prx) – Prx sel tetangga
- d. Pengukuran daya terima Uplink & Pengukuran sinyal terima Uplink
- e. Pengukuran distance MS ke BTS

2.3.5. *Prinsip Soft Handover*

Pada sistem CDMA, corak yang penting adalah *SHO* menyediakan *seamless connections* dari MS antara sel. Proses *SHO* berbeda dari *hard handover (HHO)*. Pada *HHO*, suatu keputusan dibuat untuk *handover* atau tidak, maka MS yang bergerak hanya berkomunikasi dengan satu BS saat itu. Sedangkan pada *SHO*, suatu keputusan dibuat untuk *handover* atau tidak, tergantung pada perubahan dari kekuatan sinyal *pilot* dari dua atau lebih BS terlibat, sehingga pada akhirnya keputusan harus dibuat untuk komunikasi dengan satu BS, hal ini biasanya terjadi jika sinyal datang dari BS lebih kuat dibandingkan dari BS lain.

Selama *SHO*, MS yang bergerak berkomunikasi secara bersamaan dengan semua BS aktif. *HHO* terjadi pada suatu saat tertentu, sedangkan *SHO* terjadi pada suatu periode waktu. Gambar 2.16 menunjukkan proses dasar dari *HHO* & *SHO*. Misal ada MS yang bergerak didalam mobil, bergerak dari sel 1 ke sel 2. BS_1 merupakan BS awal dari MS, dimana dalam perpindahan sel, MS tersebut secara terus menerus mengukur kekuatan sinyal pilot yang diterima dari BS terdekat. Pada gambar 2.16 (a) menunjukkan proses *HHO*.



Gambar 2.16. Perbandingan antara *hard* dan *soft handover*

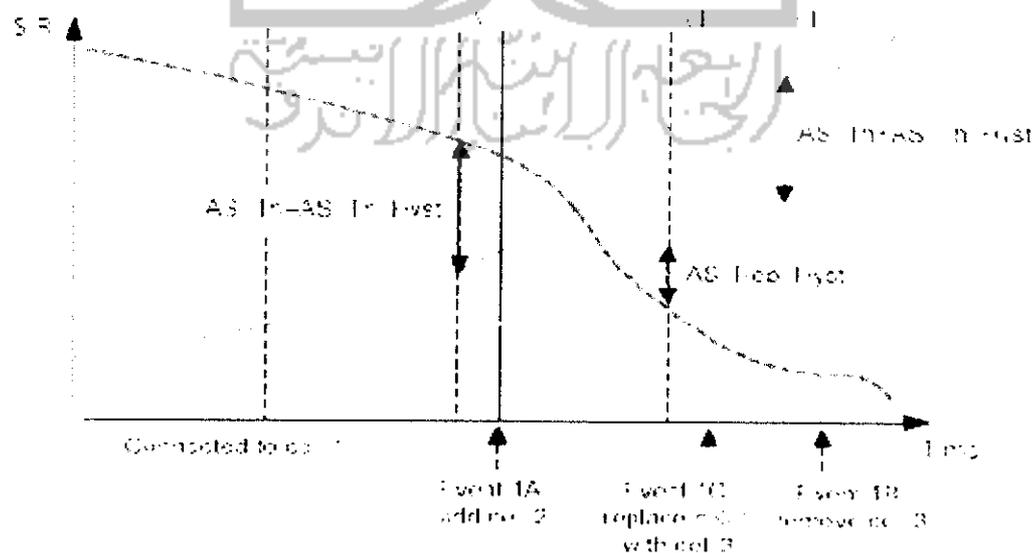
Alasan adanya *hysteresis margin* pada algoritma *HHO* adalah untuk menghindari efek “ping-pong” yang merupakan suatu fenomena dimana ketika MS berpindah pada batas sel, *HHO* akan sering terjadi. Dengan adanya *hysteresis margin*, efek “ping-pong” dikurangi karena MS tidak langsung *handover* ke BS yang lebih baik. Jika margin besar, maka efek “pingpong” menjadi kecil, tetapi *delay* menjadi lebih besar. Lebih dari itu MS menyebabkan *interferensi* ekstra pada sel tetangga disebabkan oleh kualitas buruk selama *delay*. Jadi pada *HHO*, sambungan dengan BS_1 akan diputus sebelum membuat sambungan baru ke BS_2 . Gambar 2.16 (b) menggambarkan proses *SHO*, dimana sebelum $(pilot_SIR)_2$ melampaui $(pilot_SIR)_1$, selama algoritma *SHO*

dipenuhi, maka MS memasuki bagian *SHO* & sambungan baru dibentuk. Sebelum BS1 diputus, maka MS berkomunikasi dengan BS1 dan BS2 secara bersamaan. Sejauh ini beberapa algoritma telah dikemukakan untuk mendukung *SHO* dan kriteria yang berbeda digunakan pada algoritma berbeda.

Pada *downlink*, sinyal sama ditransmisikan melalui masing-masing BS dan MS dapat mengkombinasi secara kohern sinyal dari BS berbeda selama dipandang sebagai komponen *multipath* tambahan. Biasanya strategi MRC digunakan yang menyediakan keuntungan tambahan, disebut *macrodiversity*. Untuk mendukung *SHO* pada *downlink*, sedikitnya satu ekstra kanal *downlink* dibutuhkan, menambah *interferensi* pada *air interface*.

2.3.6. Algoritma *Soft Handover* WCDMA

Performansi *SHO* berhubungan dekat dengan algoritma. Pada WCDMA, algoritma *SHO* lebih sulit, seperti yang ada pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Algoritma *Soft Handover* WCDMA

>AS_Th <i>Threshold</i>	untuk	<i>Macro Diversity</i>
>AS_Th_Hyst <i>Hysteresis</i>	untuk	<i>Threshold</i>
>AS_Rep_Hyst	gantikan	<i>Hysteresis</i>
> ΔT Waktu	untuk	<i>Trigger</i>
>AS_Max_Size	Ukuran	<i>maximum</i> dari set aktif

Algoritmanya dapat dijelaskan sebagai berikut :

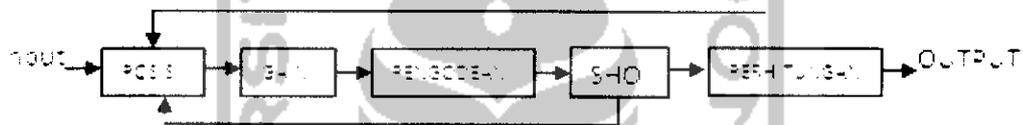
- Jika $pilot_SIR > Best_pilot_SIR - (AS_Th - AS_Th_Hyst)$ untuk periode ΔT dan set aktif tidak penuh, maka sel ditambahkan pada set aktif. Ini disebut *Event 1A* atau *Radio Link Addition*.
- Jika $pilot_SIR < Best_pilot_SIR - (AS_Th - AS_Th_Hyst)$ untuk periode ΔT , maka sel akan dibuang dari set aktif. Ini disebut *Event 1B* atau *Radio Link Removal*.
- 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.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Soft handover (SHO) merupakan pergantian sel dalam sistem seluler pada saat *MS* sedang aktif, analisis *SHO* dalam pemrograman ini persamaan utama yang mempengaruhi adalah persamaan 2.7, 2.8 dan 2.9, tetapi persamaan-persamaan ini dalam aplikasinya tentu harus sesuai dengan kejadian sebenarnya dan kebutuhan program, maka urut-urutannya sesuai dengan diagram berikut :



Gambar 3.1. Blok diagram perancangan SHO

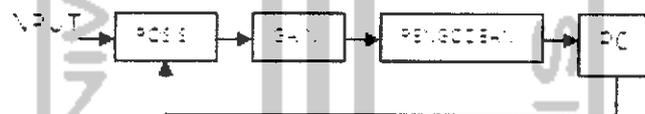
Dari blok diagram diatas untuk simulasi dan analisis *SHO* dalam program ini inputnya yaitu jumlah *MS*, *BS*, *Chip*, *Iterasi* dan analisisnya merupakan perubahan jarak (*Distance*) antara *MS* & *BS*, hal ini disebabkan karena dalam komunikasi berbasis sistem tersebar (Bab II), mempunyai 2 masalah yaitu *near far* (jauh dekat) dan *Multipath fading*, sehingga untuk mengatasi 2 masalah dalam program analisis, simulasi ini lebih dulu dianalisis pengaturan *power control (PC)* yang baik. Pengaturan *PC* sangat diperlukan karena *SHO* merupakan upaya untuk *up date* daya (*SIR*) setiap saat atau setiap terjadinya perubahan jarak, dimana sebelum sampai pada mengetahui pengaturan *PC* dalam program ini harus diketahui jarak antara *MS* & *BS* baru bisa dihitung *Gain* antara *MS* setelah itu dilakukan pengkodean merupakan perubahan sinyal input & *carrier* menjadi sinyal tersebar yang acak, maka bisa dianalisis *PC* melalui Grafik yang

ditampilkan *GUI*, analisis *SHO* diawali dari pengaturan *PC*, dalam *GUI* pada antarmuka ditampilkan 2 *PC* sebagai bahan perbandingan analisis, dan untuk perhitungan dan analisis penerimaan daya & sinyal grafik yang ditampilkan merupakan sinyal dari *MMSE* hal ini karena *MMSE* lebih baik dari pada *PC Conv* (Medika Risnasari, POLTEK ITS & Adit Kurniawan, TE ITB).

3.1. ALGORITHMMA SHO

3.1.1. Power Control.

Perancangan program simulasi, analisis diawali dengan pengaturan *PC*, pengaturan *PC* sangat diperlukan karena dalam sistem tersebar terdapat 2 masalah utama yaitu : *Near far* & *Multipath fading*, untuk mengatasi kedua masalah ini cara paling baik adalah dengan mengatur daya atau *PC*, dimana blok diagramnya:



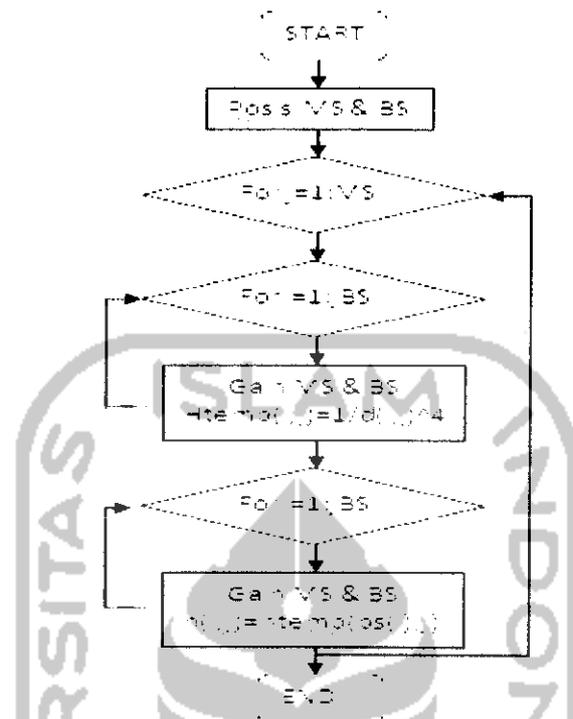
Gambar 3.2. Blok diagram PC

Blok diagram *PC* diawali dengan penentuan Posisi antara *MS* terhadap *BS*, input analisis *MS*, *BS*, *Chip* & *Iterasi*. Penentuan posisi ini dianggap untuk mensimulasi 2 masalah diatas terjadinya perubahan-perubahan posisi itu agar terjadi perubahan dalam *GUI* sehingga perubahan tersebut yang dianalisis, setelah posisi diketahui maka diketahui juga jaraknya antar *MS* terhadap *MS*, maka selanjutnya dapat dihitung penguatannya (*Gain, hij*) dari *MS* & *BS*.

$$h_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^{\alpha}} \quad (3.1)$$

dimana : h_{ij} = gain Mobile station *i* pada Base station *j*

d_{ij} = distance Mobile station *i* dengan Mobile station *j*

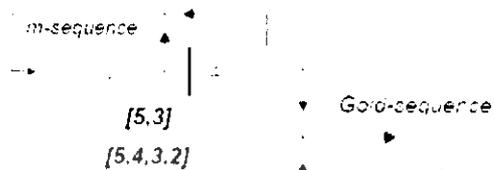


Gambar 3.3. Gain kanal

Dari gambar 3.3. maka simulasi *gain* kanal dapat lebih dipahami, *gain* diperhitungkan dari kejadian perubahan jarak *MS* terhadap *BS*, selanjutnya adalah pengkodean. pengkodean merupakan proses pencampuran antara sinyal informasi dengan sinyal *carrier* untuk menghasilkan sinyal tersebar yang handal pada saat ini sinyal informasi yang sempit dicampur dengan sinyal *carrier* menghasilkan sinyal dengan *bandwidth* lebar, sinyal informasi menjadi lemah sehingga bila informasi tersebut di *demodulasi* oleh *MS* bukan tujuan akan di deteksi sebagai *Noise* atau seperti acak maka kodenya disebut *pseudonoise (PN)* atau *pseudo random*, sinyal *PN* ini bila sampai kepada *MS* tujuan akan disempitkan (*despreading*) kembali, difilter sampai menjadi informasi lagi. Pada tugas akhir ini pengkodean *PN* dilakukan dengan metode *Gold Codes* dihasilkan dari proses *XOR (modulo-2)* dua buah *M-Sequence* dengan panjang sama. Kode-kode yang berurutan ditambahkan *chip* demi *chip* secara sinkron. Contoh dalam program

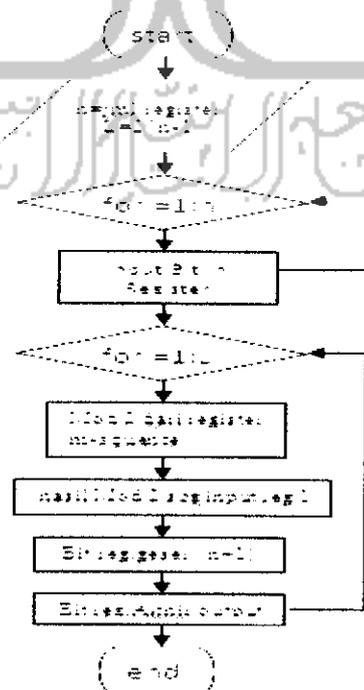
simulasi, analisis *SHO* ini, 2 *M-sequence* dengan persamaan panjang kode

$T_c = 2^L - 1$, misalkan *simple sift register generator* 5, 3 dan 5, 4, 3, 2. Maka :

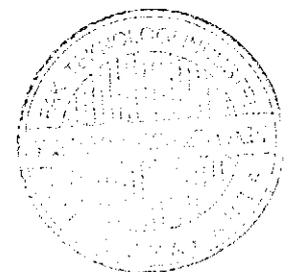


Gambar 3.4. PN Code

Dimana L adalah jumlah shift register generator, register 5,3. artinya pada *register bit* pada 5,3 di *XOR*. Dan pada program parameter yang diacak adalah N dan L , N merupakan jumlah *MS*. Register 5,4,3,2 merupakan peng*XOR*an bit yang ada pada *register* 5,4,3,2, di *M-sequen* ke 2, setelah *XOR* pertama selesai maka sinyal akan diacak lagi pada pita yang lebih lebar sehingga sifat data informasi menjadi semakin pribadi.



Gambar 3.5. Pembangkit Gold code



Pada program simulasi ini, digunakan 3 variasi nilai *gold code* yaitu 31 *chip*, 63 *chip* dan 127 *chip*. Pengguna dapat memilih salah satu dari 3 variasi di atas. *Gold code* yang di pilih tersebut akan digunakan dalam proses modulasi bit informasi. *PC* yang disimulasikan adalah *PC konvensional* dan *MMSE*, hal ini sebagai bahan perbandingan saja, karena *MMSE* diyakini lebih baik dibanding *PC konvensional*, dimana simulasi *PC konvensional* adalah dengan persamaan *up date* daya berikut :

$$p_i = (n+1) \frac{\gamma_i}{h_{ii}} \frac{1}{(c_i s_i)^2} (\sum_{j \neq i} p_j(n) h_{ij} (c_i s_j)^2 + \sigma^2 (c_i c_i')) \quad (3.2)$$

Dan nilai *SIR* pengguna ke-*i* adalah :

$$SIR_i = \frac{p_i h_{ii} (c_i s_i)^2}{\sum_{j \neq i} p_j h_{ij} (c_i s_i)^2 + \sigma^2 (c_i c_j)} \quad (3.3)$$

Untuk mendapatkan nilai kinerja sistem yang diinginkan, maka $SIR_i \geq \gamma_i$, dimana: γ_i target *SIR*. Sehingga total daya dapat diminimal dengan mendapatkan nilai optimal daya p_i dan menentukan filter *coeficient* konstan c .

Dimana : p_j = vektor daya pengguna ke-*j*

h_{ij} = gain kanal pada link BS pengguna ke-*i* dengan pengguna ke-*j*

$h_{ij} = 1/d_{ij}$, d_{ij} = jarak antara BS pengguna ke-*i* dengan pengguna ke-*j*

b_j = *bit* yang ditransmisikan oleh pengguna ke-*j*

s_j = *signature sequence* dari pengguna ke-*j*

c_i = *koefisien filter* pengguna ke-*i*

n = vektor *noise AWGN*.

Dan untuk *PC MMSE*, yang merupakan pengembangan dari *PC konvensional* sehingga hasil dari pengontrolan terhadap daya terima MS lebih baik persamanya:

$$c_i(n+1) = \frac{P_i}{\sum_{j=1}^N P_j} A^{-1} s_i \quad (3.4)$$

Sedangkan proses *up date* daya yang ditransmisikan adalah sesuai persamaan 2.7 dan nilai SIR i sesuai persamaan 2.8.

$$A = \sum_{i=1}^N P_i h_i^2 s_i s_i - \sigma^2 I \quad (3.5)$$

Dimana : S_i = PN code pengguna ke- i

P_i = vektor daya pengguna ke- i

3.1.2. Access Data

Metode akses data yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah metode *IRMA CDMA (inhibit and random multiple access CDMA)*, *IRMA* merupakan suatu metode bentuk multiple akses yang digunakan untuk mengintegrasikan data & suara. Dalam penransmisi data paket ke dalam kanal suara, dimana protokol ini memanfaatkan kondisi silent kanal suara, dari berbagai penelitian lain diketahui bahwa *IRMA* lebih baik bila dibandingkan dengan *metode slot-aloha*, tapi pada keadaan *multitrafik* yang penuh performansi agak menurun karena efek data yang terhalang. Multiple akses lain telah disebutkan adalah *S-Aloha CDMA* yang mana keunggulannya adalah dalam menghasilkan *throughput* yang tinggi dan penransmisi sinyal yang fleksible untuk *multimedia*, sistem akses yang dibahas dalam tugas akhir ini merupakan teknik multiple akses baru gabungan *IRMA* dan *CDMA* maka selanjutnya metode ini disebut *CDMA IRMA*. Pada bagian ini akan kita pelajari jauh *BER*, dan *Throughput*. *BER* untuk sistem *CDMA* dapat dihitung dengan persamaan umum yang sudah ada dari penelitian-penelitian sebelumnya (*Asri W, hal. 3. dari Ogawa*), *BER* dapat dihitung dengan Persamaan berikut:

$$\text{BER}(kd, kv) = Q\left[\left(\frac{N_d}{E_b} + \frac{N_v}{E_b} + \frac{N_f}{E_b}\right)^{-0.5}\right] \quad (3.6)$$

Dimana $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$

kd = nilai pentransmisi simultan data

kv = nilai pentransmisi simultan suara

nd = spectrum factor untuk data

nv = spectrum factor untuk suara

N_0/E_b = *error effect* dari AWGN

maka pada *CDMA IRMA* untuk *trafik data*, hal ini artinya $kv = 0$, maka:

$$\text{BER}(kd) = Q\left[\left(\frac{N_d}{E_b} + \frac{N_f}{E_b}\right)^{-0.5}\right] \quad (3.7)$$

$\text{BER}(kv, kd)$ merupakan Bit error rate voice & data *CDMA*, Maka probabilitas paket data yang sukses ditransmisikan untuk *trafik data* pada *CDMA IRMA*, dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Q_d = [1 - \text{BER}(kd)]^{L_d} \quad (3.8)$$

Dimana L_d merupakan panjang paket data. Dari sini maka dengan jelas dapat kita hitung *trafik voice* yang berhasil ditransmisikan adalah memenuhi persamaan, sebagai berikut :

$$Q_d = [1 - \text{BER}(kv)]^{L_d} \quad (3.9)$$

Untuk menghitung *BER* pada *voice* maka kd adalah bernilai 0, maka persamaannya, adalah sebagai berikut:

$$\text{BER}(kv) = Q\left[\left(\frac{N_v}{E_b} + \frac{N_f}{E_b}\right)^{-0.5}\right] \quad (3.10)$$

Maka dapat dihitung probabilitas paket data *multitrafik* ditransmisikan adalah:

$$Q_d = (1 - \text{BER}(kd, kv))^{L_d} \quad (3.11)$$

Maka besar *throughput*, dihitung dengan 2 keadaan, yaitu: perhitungan *throughput* dari rata-rata nilai data paket yang sukses di transmisikan pada frame dengan nilai berasal dari rata-rata probabilitas kondisi *silence dan inhibit (Psil & Pin)*, yang kedua adalah rata-rata *throughput* yang sukses pada *slot* dalam *state equilibrium (Sc)* yang memberikan data generation λd , dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_r = \frac{E_{sil}}{E_{frame}} \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \lambda d P_{mk} = \lambda d P_{mk} Q_d \quad (3.12)$$

$$S_c = M \cdot d - \frac{E_{sil}}{E_{frame}} \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \lambda d P_{mk} = \lambda d P_{mk} Q_d \quad (3.13)$$

Maka total rata-rata *throughput* untuk *CDMA IRMA* pada model *multitrafik* dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = S_r + S_c \quad (3.14)$$

Dimana :S = total *throughput*

S_r = *throughput* *silence dan inhibit* (menghalangi)

S_c = *throughput* *state equilibrium*

P_{sil} = daya saat *silence*

σ = deviasi

N = Mobile station

P_{mk} = daya Mobile station m_k

K = mobile station k

Q_d = *traffic* paket data yang ditransmisikan

3.1.3. Probabilitas Soft Handover.

Sistem *WCDMA* sinyal yang di pancarkan oleh suatu MS ke k , dalam keadaan sebenarnya adalah, sebagai berikut:

$$S_k(t) = \sum_k P_k(t) b_k \cos(Wct + c_k) \quad (3.15)$$

Dimana : $P_k(t)$ = merupakan daya pancar MS

b_k = adalah faktor *bit rate* data

$c(t)$ = merupakan penyebar dengan nilai berubah-ubah +1 & -1

persamaan ini selanjutnya disebut persamaan Uplink karena MS berusaha melakukan hubungan. Perhitungan selanjutnya adalah pemodelan sistem *downlink* dalam tugas akhir ini, adalah menghitung daya pancar yang diterima *BTS* dari *MS*, dimana nilai parameter persamaan ini telah terpengaruh oleh gangguan yang terjadi dialami sinyal itu selama proses pemancaran itu, dimana lama pemancaran itu diidentifikasi dengan parameter t_d , (*M.Najieb (UTM)*, hal 14). Maka:

$$r(t) = \sum_k P_k(t-d) a(t-d) b(t-d) \cos(Wot + \phi_k) + \sum_j j \cos(Wot + \phi_j) \quad (3.16)$$

Dimana : j = merupakan pulsa gangguan yang terjadi.

Dimana pada saat *handover* sistem *WCDMA* yang menjadi ukuran adalah nilai E_b/N_0 (SIR) dimana persamaannya adalah:

$$E_b/N_0 = \frac{P}{N} \quad (3.17)$$

Dimana : $r(t)$ = sinyal terima *BTS* (Downlink)

N = Jumlah MS

R = Bit rate

X = Activity factor

I_{ex} = Interferensi external

W = Bandwidth



selanjutnya untuk menghitung nilai jarak R diatas adalah terlebih dahulu dihitung dulu adalah rugi-rugi *propagasi* yang persamaannya adalah sebagai berikut:

$$L_p = 46.3 + 33.9 \log f_c - 13.82 \log h_T - a_R + (44.9 - 6.55 \log h_T) \log R + C_m \quad (3.18)$$

Dimana : f_c = Frekuensi carrier

h_T = Tinggi antenna BS

a_R = Faktor koreksi tinggi antenna MS

R = Distance MS dan BS

persamaan ini pengembangan penelitian *Hatta*, dimana h_T merupakan tinggi *antenna BTS*, a_R yaitu tinggi *MS*, C_m merupakan parameter tambahan wilayah perkotaan besar 3 dB dan kota kecil 0, selanjutnya f_c merupakan *frekuensi carrier* yang diaplikasikan operator dalam sistem dimana untuk sistem *mode FDD* mempunyai nilai berbeda antara uplink & downlink berbeda tetapi berpasangan, pada *TDD* nilai *frekuensi carrier* adalah sama tetapi ketika bekerja membawa informasi di pancarkan secara bergantian secara berurutan. Maka dari persamaan ini kita baru dapat menentukan nilai R itu menurut *COST-321* hasil pengembangan dari persamaan hasil penelitian *Hatta*, adalah sebagai berikut :

$$R = \log \frac{f_c - 10^{(46.3 - 13.82 \log h_T - a_R + C_m)}}{44.9 - 6.55 \log h_T} \quad (3.19)$$

kejadian *SHO* di modelkan dalam persamaan matematis, dimana persamaan banyak dipakai adalah distribusi *eksponensial*, dan probabilitas. Program ini pada dasarnya mensimulasikan pengaturan sinyal pilot *BS* untuk mempertahankan nilai E_b/N_0 diatas nilai *thershold* 4 dB. Nilai *threshold* adalah nilai E_b/N_0 & SIR terendah dimana komunikasi masih di ijinan. dalam program simulasi ini diamati berbagai kejadian kemungkinan *probabilitas perpindahan (handover)*, *dropping*

dan bloking. yang berturut-turut muncul akibat aktifitas *MS*. untuk menentukan perpindahan ini di pengaruhi oleh redaman, propagasi, jarak dan sinyal terima. Nilai *SIR* merupakan parameter yang jadi patokan dari pergantian sel pada tugas akhir ini, karena untuk menentukan *C/I* untuk teknologi seluler berbasis *CDMA* (teknik tersebar) & *WCDMA* nilai *C/I* kecil hal ini berbeda sekali dengan *GSM*, dalam program simulasi dan analisis ini juga ditambah dengan metode akses data saat *MS* sedang beraktifitas. Ketika memahami *handover*, maka dalam hal ini tentu adalah tentu pengaruh *handover* itu terhadap unjuk kerja sistem *WCDMA*, maka untuk hal ini perlu ditentukan terlebih dulu pergerakan *MS* secara akurat, maka untuk keperluan hal ini maka perlu dibuat suatu model untuk mobilitas *MS*, untuk membuat model pergerakan pengguna, maka asumsinya sebagai berikut :

- a. *MS* yang berada pada suatu sel bergerak sejauh *L* untuk mencapai pinggir sel (daerah *SHO*), dimana nilai *L* terdistribusi secara *uniform* antara 0 sampai $2R$.
- b. *MS* yang berada dalam suatu sel bergerak dengan kecepatan *konstan* *V* yang terdistribusi secara *uniform* antara 0 sampai V_{max} .
- c. semua sel tetangga sel memiliki kemungkinan yang sama untuk menjadi tujuan dilakukannya *handover*.

untuk menentukan karakteristik pergerakan *MS* dibuat suatu parameter α yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{2R}{V_{max}} \quad (3.20)$$

T_m merupakan waktu pendudukan *MS* jika tak mengalami *handover*, selajutnya kita dapat menentukan perbedaan waktu ketika *MS* batas sel (sampai terjadi *handover*), disebut t_{mc} didefinisikan sebagai berikut:

$$t_{mc} = \frac{t}{\alpha} \tag{3.21}$$

maka dari persamaan diatas, maka persamaan *probability density function (PDF)* untuk *t_{mc}* maka didapatkan persamaan, sebagai berikut:

$$f_{t_{mc}}(t) = \frac{\alpha e^{-\alpha t}}{1 - e^{-\alpha T_m}} + \frac{e^{-\alpha t}}{1 - e^{-\alpha T_m}} u(t - T_m) \tag{3.22}$$

$$\text{dimana } u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases} \tag{3.23}$$

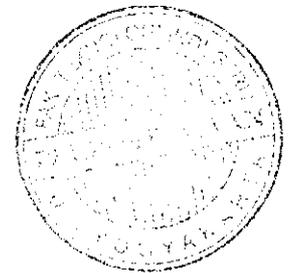
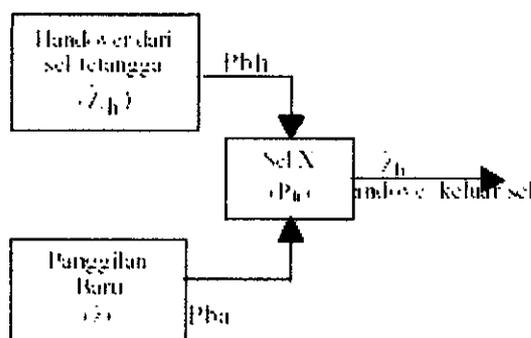
saat *MS* mencapai batas sel (*t_{mc}*), jika kita definisikan *Ph* sebagai probabilitas dari suatu sel menghasilkan handover ke sel tetangga, maka persamaannya adalah:

$$P_h = \int_0^{\infty} Pr\{ob(t) | ob(t) = t\} f_{ob}(t) dt \tag{3.24}$$

Pr merupakan $\frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2\sigma^2}\right) dt$ aproksimasi gauss, dari persamaan 3.17, 3.18 dan 3.19 lalu asumsikan bahwa *td* memiliki distribusi secara *eksponensial*, maka kita dapat persamaan sebagai berikut:

$$P_h = \frac{1 - e^{-\alpha T_m} - \alpha T_m}{2\alpha} \int_0^{\infty} \frac{e^{-\alpha t}}{1 - e^{-\alpha T_m}} dx \tag{3.25}$$

dari pemodelan & berbagai asumsi persamaan diatas kejadian *HO* terjadi ketika waktu pendudukan (*td*) lebih besar dari waktu yang dibutuhkan. Demi pemodelan *SHO* ini selanjutnya maka dibuat terlebih dulu pemodelan dengan diagram dibawah hal ini untuk memudahkan menggambarkan kedalam bentuk persamaan.



Gambar 3.6. Diagram pemodelan Handover.

bloking panggilan *HO* dari sel tetangga (Bogi Witjaksono, Ir, MT. hal: 7), adalah:

$$P_{bh} = \left(\frac{S^{N-\lambda h} (Sho)^{N-(N-\lambda h)}}{N!} \right) P(0) = \left(\frac{S^{N-\lambda h} (Sho)^{\lambda h}}{N!} \right) P(0) \quad (3.26)$$

S merupakan server, $P(0) = \frac{1}{\sum_{\lambda=0}^{N-\lambda h-1} S^{\lambda}/\lambda! \sum_{\lambda=N-\lambda}^N \frac{S^{\lambda-N-\lambda h}}{\lambda!}}$ P_{ba} adalah sebagai

berikut:

$$P_{ba} = S^{N-\lambda h} \sum_{\lambda=N-\lambda h}^N (S^{\lambda-(N-\lambda h)}/N!) \cdot P(0) \quad (3.27)$$

Dimana : P_{ba} = merupakan probabilitas bloking set up,

λ = Originating call

λh = kedatangan handover

pada proses *HO* kemungkinan pembicaraan terjadi mengalami *HO*, tidak bergantung kepada jumlah *HO* yang dialami oleh *MS* tersebut. Maka berdasarkan asumsi itu jumlah *HO* rata-rata per panggilan dapat diturunkan (Qing-an zeng & Dharma P. Agrawal. hal, 5), persamaannya adalah sebagai berikut:

$$N_h = \frac{(1-P_{ba})P_h}{1-P_h(1-P_{bh})} \lambda \quad (3.28)$$

Dimana : P_{bh} = Probabilita *bloking* untuk *handover*

P_h = Probabilitas SHO suatu MS.

Pada asumsi berikutnya adalah kedatangan untuk handover misalnya kita modelkan dengan model *Posisson* karena untuk pakct data yang mempunyai rate tinggi pemakaian erlang tipe B tidak begitu akurat (Nauhlan, paper kuliah), maka dimisalkan kedatangan untuk *handover* (λh), maka dari pemodelan diagram diatas maka didapat persamaan:

$$\lambda h = \lambda (1-P_{ba}) P_h + \lambda h (1-P_{bh}) P_h \quad (3.29)$$

Maka dari pemodelan untuk pergerakan pengguna diatas juga kita dapat menghitung pendudukan MS dalam suatu sel yang sedang aktif melakukan hubungan, parameternya dilambangkan dengan tH , maka persamaannya adalah :

$$tH = \min [tmc, td] \quad (3.30)$$

telah kita pahami diatas bahwa td terdistribusi secara *eksponensial* dengan rata-rata Tm , maka tH memiliki nilai harapan:

$$E(tH) = Tm(1-Ph) \quad (3.31)$$

Probabilitas dari suatu panggilan tidak dapat dilayani hingga pembicaraan berakhir (Pns), artinya pembicaraan berhenti pada saat awal panggilan atau karena kegagalan *handover*, persamaannya adalah sebagai berikut:

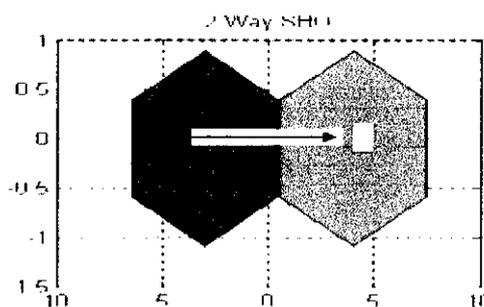
$$Pns = Pba + (1-Pba) Pdropp \quad (3.32)$$

$Pdropp$ merupakan probabilitas pembicaraan terputus akibat dari kegagalan *handover*, yang nilainya dapat dirumuskan (*Hong & Rapport*). sebagai berikut:

$$Pdrop = \frac{Pns \cdot E(tH)}{1 - Pns \cdot E(tH)} \quad (3.33)$$

Untuk total intensitas *trafik* setiap sel dapat dihitung dengan persamaan, sebagai berikut:

$$\lambda_{tot} = \lambda + \lambda \cdot Pns \cdot E(tH) \quad (3.34)$$



Gambar 3.7. Pemodelan SHO

Maka probabilitas untuk bloking dapat dihitung, berdasarkan persamaan berikut:

$$P_b = \frac{\lambda_{tot} \cdot P_h}{S} \quad (3.35)$$

Dimana : P_b probabilitas bloking call set up

P_h probabilitas kemungkinan SHO

P_{bh} probabilitas bloking SHO

λ_o call set up

λ_{tot} total traffic

S jumlah server

P_h jumlah Mobile station yang melakukan handover

3.2. Bahasa Program.

Program simulasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Matlab 7.1*. Bahasa pemrograman ini memberikan kemudahan-kemudahan dalam membuat tampilan dengan *GUI* dan dalam perhitungan rumus-rumus *matematika*. Hal inilah yang menjadi dasar pertimbangan dipilihnya *Matlab* sebagai *bahasa program* dalam pembuatan simulasi untuk menganalisis kinerja *handover* ini. Parameter persamaan *WCDMA* yang digunakan dalam program simulasi *soft handover* ini berdasarkan pada standar internasional *UMTS* yang ditetapkan.

Parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

W_b	=	5 MHz	B_r	=	9600 bps
E_b	=	4 – 7 dB	$c(t)$	=	1 atau -1
$D_{ms} (P)$	=	23 dBm	h_T	=	15 – 200 m
a_R	=	0.5 – 1.5 m	f_c	=	1900 MHz
J_a	=	23 dB	E_{IRF}	=	18 dB

divisualisasikan dengan *axes*, sebagai penggambaran dalam bentuk grafik. Ada pun urutan penampilan output hasil dari program adalah panel pertama *Visualisasi BTS*, *axes 1* menampilkan grafik pergerakan *MS* yang melakukan *SHO*, pada saat ini dihitung juga daya proses *spreading* dan *despreading* sinyal informasi oleh *MS* tersebut, panel 1 *axes 2* menampilkan posisi *MS* terhadap *BS* yang menjadi bahan analisis, ditampilkan juga perubahan-perubahannya ketika tombol *pushbutton* diklik secara berulang-ulang. Panel 2, panel perbandingan *power control*, menampilkan 2 *axes*. *Axes 1* merupakan penampil grafik dari *power control* konvensional (*PC Conv*), untuk dibandingkan analisis dengan *axes 2* yang menampilkan grafik kontrol daya dari *MMSE PC*, dimana tampilan grafik *MMSE* harus selalu lebih dari *PC Conv* karena *MMSE* merupakan pengembangan dari teori *PC Conv*. Panel 3, merupakan Panel yang menampilkan sinyal terima (*Rx*) *SIR* dari *MS* yang melakukan perpindahan sel (*SHO*), dan dalam hal ini sinyal terima tersebut demi memperhatikan unsur estetika *GUI* maka sinyal yang diterima *MS* di tampilkan dalam 2 *axes* yang berbeda, *axes 1* menampilkan sinyal terima dari *BS* yang ditinggalkan oleh *MS* tersebut sehingga grafiknya pada ujung perhitungan berupa grafik yang menurun, *axes 2* menampilkan grafik sinyal dari *BS* yang didatangi atau tujuan *handover* dari *BS* sehingga sinyalnya semakin dekat akan semakin menaik. Panel 4, merupakan panel judul yang menerangkan dari isi program yang ditampilkan *GUI*, Panel 5, merupakan panel input yang terdiri dari 4 *popup menu*, dimana *popup menu 1* merupakan input dari jumlah *BS*, untuk menganalisis dengan jumlah *BS*, *popup menu 1* ini dapat dipilih 2 input jumlah *BS* yaitu : 10 dan 50 *BS*, *popup menu 2* input dari jumlah *MS*, dimana input *MS* dapat

dipilih 3 jumlah input *MS* yaitu 50, 100 dan 150 *MS*. *Popup menu 3* merupakan input jumlah *chip*, jumlah *chip* yang bisa dipilih adalah 31, 63 dan 127, pemilihan jumlah *chip* ini untuk menganalisis kinerja dari sistem karena semakin tinggi jumlah *chip* maka kinerja sistem akan semakin baik.

Popup menu 4 adalah input untuk *Iterasi* atau perulangan perhitungan, dalam panel 3 yang menampilkan daya sinyal terima iterasi dianggap sebagai jarak dari jangkauan suatu *BS*, dalam *popup menu 4* ini nilai input yang dapat dipilih adalah 15, 20 dan 25 *iterasi*. Panel 6, merupakan panel *pushbutton simulator*, dalam panel ini terdapat 2 *pushbutton*, *pushbutton 1* merupakan *pushbutton* untuk mengeksekusi program, saat diklik pertama maka program akan dijalankan semua urut-urutannya sama seperti blok diagram 3.1, klik 2 dan seterusnya akan merubah jarak *MS* terhadap *BS* sehingga sesuai penjelasan diatas akan merubah-rubah juga output simulasi. Panel 7. Analisis *SHO*, panel ini menampilkan seluruh perhitungan dari kejadian *SHO*, yaitu: Daya pancar, daya terima, *Eb/No*, *Probabilitas SHO*, *SHO failure*, *BER*, paket transmisi data, *throughput*, *dropping*, *bloking* dan nilai daya *up date* setiap terjadi perubahan posisi. Panel 8. *MAIFHO*, merupakan teknis *SHO* terbaru yang dimiliki sistem komunikasi seluler 3G, menampilkan 2 edit perhitungan *level SIR*, karena yang jadi acuan terjadinya *SHO* adalah *SIR* dan *Eb/No*, sehingga 2 nilai parameter tersebut yang diperhatikan dalam perancangan instalasi sistem seluler.

Pada panel 8, juga terdapat radiobutton, ada pun maksud dari *radiobutton* tersebut adalah untuk memberikan tanda bahwa *MS* sedang berada disalah satu *coverage BS* yang diwakilinya, jadi radiobutton menunjukkan suatu *BS* tertentu.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian.

Pengujian merupakan upaya mencoba atau menguji kehandalan & akurasi yang dihasilkan *program* dibangun, pengujian dilakukan mempunyai urutan sama halnya seperti Bab 3, yaitu dimulai dengan menguji hasil simulasi lalu akan dibandingkan dengan hasil analisa yang akan menghitung ulang semuanya secara manual, pada bagian akhir dibahas hasilnya. Pengujian awal dimulai dengan: perhitungan *Uplink, downlink, probabilitas SHO*, akses data, terakhir adalah *PC*.

Pengujian merupakan percobaan satu per satu dari tiap persamaan yang menjadi bahan *observasi*, percobaan awal adalah menguji persamaan *uplink & downlink*, persamaan 3.15 untuk persamaan pada *Uplink* & 3.16 persamaan *downlink*, dari bentuk *algorithma pemrogramannya* seperti bab II, pada uji terhadap *program* terlihat bahwa nilai dihasilkan pada sisi *uplink & downlink*, perbedaan tidak terlihat karena sinyal yang diterima telah di filter & dikuatkan. Pengujian berikutnya adalah perhitungan parameter-parameter yang mungkin dipakai dalam simulasi, seperti : *penentuan sinyal design, redaman maksimal, pathloss, interferensi, sampai pada perhitungan radius*, perhitungan tak dibahas secara detail karena persamaan parameter ini pasti sehingga analisisnya detail dibagian 4.2. Analisa.

Pengujian selanjutnya adalah *probabilitas SHO*, merupakan pengujian inti dalam tugas akhir ini, persamaan yang dipakai sebagian telah disebutkan diatas dan

memang dari asumsi kejadian *handover* intinya bagaimana supaya tetap tersambung dengan kualitas sambungan tetap, sesuai persamaan 3.17, dari hasil persamaan 3.17 pada perhitungan program terlihat bahwa nilainya mempunyai perbedaan yang kecil hal ini karena asumsi sel adalah *serba homogen*, untuk menghitung probabilitas harus dengan asumsi seperti Bab 3, sesuai persamaan 3.25, dari perhitungan *program* terlihat bahwa nilai P_h (*probabilitas HO*) selalu dibawah 1 menurut berbagai *literature* acuan (3GPP), cukup tepat karena memakai persentase pemblokian 1%, untuk *operator* dengan daya saing tinggi. Berikutnya yang ingin diketahui adalah nilai-nilai keberhasilan data yang dipertukarkan antara sistem sebelum sampai kepada *MS* lain, dipakailah teknik akses baru yaitu *CDMA IRMA* terbukti baik dalam mengakses data, perhitungan diawali *error per bit* di hitung dengan persamaan 3.6, merupakan perhitungan *BER data* dan *Voice* untuk sistem *CDMA*, dengan menganggap 0 parameter *voice* saat menghitung *data*, dan menganggap 0 parameter *data* saat menghitung *Voice* dihasilkan paket data multitrafik yang mendekati sistem *WCDMA* adalah 3.11, nilai ini lebih bagus dari 3.8 & 3.9 untuk perhitungan *CDMA*.

4.2. Analisis.

Analisis dimulai dari *Uplink*, *downlink*, *Probabilitas SHO*, dan keberhasilan akses data, pada analisis ini sebenarnya adalah perhitungan ulang dari setiap model parameter untuk menjadi bahan perbandingan dari ke empat unsur diatas (bab 3):

- a. Uplink, Sinyal pancar user ke k.

$$S_k(t) = \sqrt{2P}k(t) \cos(Wct + \theta_k)$$

Dari persamaan ini $P = 21$ dB, $c=1$, $W_{\text{carrier}} = 1900$ Mhz, maka:

$$S_k(t) = \sqrt{23} \times 9.6 \times (-1) \cos(1900 \text{ Mhz} + 0) = 8,66$$

b. Downlink.

1. Sinyal yang diterima oleh suatu user k.

$$r(t) = \sqrt{23} \times 9.6 \times (-1) \cos(1900 \text{ Mhz} + 0) + \sqrt{23} \times 9.6 \times (-1) \cos(1900 \text{ Mhz} + 0)$$

dimana $j = 2$ dB, maka:

$$r(t) = \sqrt{23} \times 23 \times (-1) \times \cos(1900 \text{ Mhz} + 1) + \sqrt{23} \times 23 \times \cos(1900 \text{ Mhz} + 1) = 4$$

2. Radius antara MS dan BS.

$$R = \log \frac{46.3 + 33.9 \log F_c - 13.82 \log h_T - a_R - 0.01}{44.9 - 6.55 \log h_T}$$

$h_T = 100$ M, $a_R = 1$ M, maka:

$$R = \log \frac{-13.82 - 46.3 - 33.9 \log 1900 \text{ Mhz} - 13.82 \log 100 - 1 - 0.01}{44.9 - 6.55 \log 100}$$

$$= \log(-7.6) = 0.8 \text{ km}$$

3. Pathloss.

$$L_p = 46.3 + 33.9 \log F_c - 13.82 \log h_T - a_R + (44.9 - 6.55 \log h_T) \log R$$

$$L_p = 46.3 + 33.9 \log (1900 \text{ Mhz}) - 13.82 \log (100) - 1 + (44.9 - 6.55 \log (1900 \text{ Mhz})) \log$$

$$(0.8) = -370.463 \text{ mW}$$

c. Probabilitas SHO.

1. Probabilitas suatu panggilan menghasilkan handover.

$$P_h = \frac{1 - e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{V_{\text{max}}}{R} \right)^2}}{2} \approx \frac{1}{2} \left(\frac{V_{\text{max}}}{R} \right)^2, \text{ dimana}$$

$\ln d = 4$, $\ln c = -3$, $R = 4$, $T_m = 3$ dtk, $V_{\text{max}} = 90$ km/jam, maka

$$\alpha = \frac{2F}{\text{Total Tm}} = \frac{2 \times 7}{8000} = 0.03.$$

$$P_h = \frac{1 - \exp(-0.03 \times (1 - 0.03))}{0.03} - \frac{0.03}{2} (\ln(4) - \ln(1 - 3))$$

$$= \frac{1 - 0.97}{0.03} - 0.015(1.4 - 1.1) = \frac{0.03}{0.03} - 0.045 = 0.45$$

2. Perhitungan user yang aktif.

$$n = \left(1 - \frac{W}{R} \lambda \left(\frac{G_a G_r}{f} \right) \left(\frac{P_{ex}}{P_{th}} \right) \right)$$

$$W = 5 \text{ Mhz} = 5000\text{kbps}, R = 9.6\text{kbps}, E_b/N_0 \text{ req} = 7 \text{ dB}, r(t) = 2.6 \text{ dB}, \alpha = 0.6$$

$\alpha = 0.5$, dan $I_{ex} = 5\text{dB}$, maka:

$$n = \left(1 - \frac{5000}{9.6} \times \frac{3 \times 0.8}{0.4} \left(\frac{3 \times 0.8}{0.4} \right) \right)$$

$$= 448 \text{ MS}$$

3. Energy bit to noise density, acuan threshold handover.

$$E_b/N_0 = \left(\frac{W}{R} \lambda \left(\frac{G_a G_r}{f} \right) \right)$$

$$= \left(\frac{5000}{9.6} \times \frac{3 \times 0.8}{0.4} \right) \left(\frac{3 \times 0.8}{0.4} \right) = 7.2 \text{ dB}$$

4. Kedatangan HO disuatu sel.

$$\lambda h = \lambda(1 - P_{ba})P_h + \lambda h(1 - P_{bh})P_h$$

$$P_{ba} = (\text{cavity} + \lambda h)P_h / \lambda = (10000 + 1000) \times 0.45 / 1000$$

$$= 4.95 \approx 5 \text{ MS}$$

$$P_{bh} = ((\text{cav} + n) - P_h) / \lambda h = ((10000 + 448) - 0.45) / 1000$$

$$= 11 \text{ MS}$$

$$= 1000(1 - 0.005)0.45 + 1000(1 - 0.011)0.45$$

$$= 1000(1-0.005)0.45 + 1000(1-0.011)0.45$$

$$= 895.05 \text{ MS}$$

5. Penurunan Jumlah HO.

$$h/n = nh, \quad N_h = 1000/1000 = 1 \text{ MS}$$

6. Dwell MS pada suatu sel

$$E(tH) = T_m(1-P_h) = 3 \times (1-0.45) = 2 \text{ menit}$$

7. Kegagalan HO.

$$P_{\text{drop}} = \frac{P_b P_h}{1 - P_b P_h}$$

$$= (0.45 \times 0.011) / (1 - 0.45(1 - 0.011)) = 0.495 / 0.49995$$

$$= 0.99$$

8. Bloking panggilan baru.

$$P_{\text{ns}} = P_b + (1 - P_b)P_{\text{drop}}$$

$$= 0.005 + (1 - 0.005)0.99 = 0.99 \approx 1 \text{ MS}$$

9. Intensitas trafik pada suatu sel.

$$A_{\text{tot}} = \lambda \times E(tH)$$

$$= (2000)2 = 4000$$

d. Akses data.

1. BER untuk data dan suara CDMA.

$$\text{BER}(k_d, k_v) = Q\left[\left(\frac{E_b}{N_0} \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right)^{-0.5}\right]$$

Dimana $Q=0.5$, $\alpha=0.5$, $k_v=0.4$, $k_d=1$, $N_0=4$, $n_d=0.5$, $n_v=0.4$, $E_b=0.6$

$$= 0.5 \left[\frac{9600}{3 \times 0.5} + \frac{(0.5 \times 8)}{3 \times 0.4} + \frac{4}{(2 \times 0.6)} \right]^{-0.5} = 6 \times 10^{-03}$$

2. BER data

$$\begin{aligned} \text{BER(kd)} &= Q\left[\left(\frac{\gamma}{\beta} - \frac{\gamma}{\beta}\right)^{-0.5}\right] \\ &= 0.5\left[\left(\frac{9600}{3 \times 0.5} + 4 / (2 \times 0.6)\right)^{-0.5}\right] = 6 \times 10^{-03} \end{aligned}$$

3. Data yang berhasil ditransmisikan

$$\begin{aligned} Q_d &= [1 - \text{BER(kd)}]^{L_d} \text{ missal } L_d = 2 \text{ dB} \\ &= [1 - 6 \times 10^{-03}]^2 = 4 \end{aligned}$$

4. BER voice.

$$\begin{aligned} \text{BER(kv)} &= Q\left[\left(\frac{\gamma}{\beta} - \frac{\gamma}{\beta}\right)^{-0.5}\right] \\ &= 0.5\left[\left(\frac{0.5 \times 8}{3 \times 0.4} + 4 / (2 \times 0.6)\right)^{-0.5}\right] = 0.195 \end{aligned}$$

5. Voice yang berhasil ditransmisikan

$$Q_k = [1 - \text{BER(kv)}]^{L_d} = [1 - 0.195]^2 = 0.65$$

6. Data dan voice yang berhasil ditransmisikan.

$$Q_d = (1 - \text{BER(kd, kv)})^{L_d} = (1 - 6 \cdot 10^{-03})^2 = 4$$

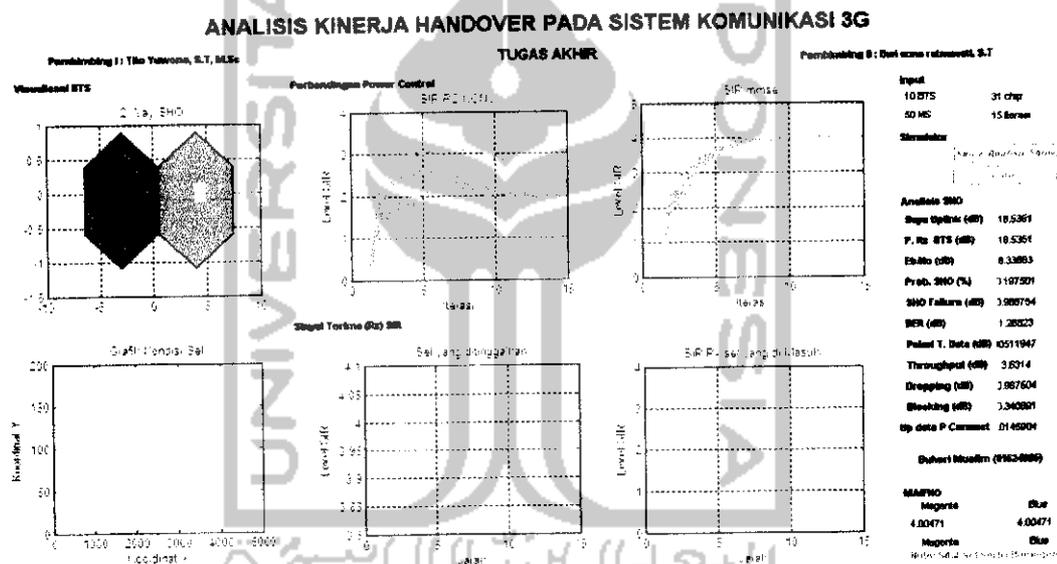
4.3. Pembahasan program simulasi.

Setelah menyelesaikan perancangan, kemudian pembuatan perangkat lunak pada bab sebelumnya, kini dilakukan pengujian, sekaligus analisa atas hasil *program simulasi* yang telah diselesaikan. Sesuai sistematis program telah dikemukakan pada bab di depan, mula-mula dilakukan pembangkitan *BS & MS*. Selanjutnya dilakukan perhitungan atas daya transmisi total dari semua pengguna. Terakhir dilakukan pengamatan level *SIR* pada aplikasi teknik *power control* konvensional & *MMSE*. Masing-masing *BS* bertugas memberikan layanan berupa *link komunikasi* pada setiap

MS yang aktif di radius area layanan tertentu. Suatu radius tertentu dari area layanan *BS* ini di sebut *sel*. Pada simulasi ini radius yang digunakan adalah 1.5 Km untuk setiap *sel*. Sedangkan variable jumlah *BS* yang tersedia dan dapat digunakan adalah 10 *BS* & 50 *BS*. *MS* yang dibangkitkan bervariasi, yaitu 50 *MS*, 100 *MS* & 150 *MS* untuk analisa *power control*, misalkan 1 *MS* untuk simulasi & analisis *SHO*. Semua *MS* ini tersebar secara acak pada seluruh sel yang ada. Jumlah *BS* maupun jumlah *MS* aktif dapat mempengaruhi kinerja teknik *power control* dalam mengatasi masalah jauh dekat. Hal ini karena jumlah *MS* identik dengan gangguan MAI pada teknik *power control*. Di mana suatu *MS* akan menjadi *interferer* terhadap *MS* yang lain.

Parameter yang disimulasikan pada program menunjukkan *level daya transmisi* dari *MS* aktif yang dilayani *BS*. Pada simulasi ini grafik yang ditampilkan menunjukkan *level daya transmisi* total dari seluruh *MS* aktif. Parameter-parameter yang ikut menentukan *level daya transmisi* total antara lain parameter *gain kanal* h_i , *signature sequence* s_i , *target SIR*, *noise AWGN* serta koefisien penerima *filter* c_i . *SIR* merupakan parameter yang menjadi tolok ukur kinerja & resistansi suatu sistem *CDMA* terhadap *interferensi*. Sesuai *standard CDMA-IS 95*, nilai *target SIR* yang digunakan dalam program simulasi ini adalah $SIR = 4$ (~6dB), dianggap sama dengan *WCDMA* karena spesifikasi teknis sama sehingga menghasilkan tingkat rate sama. Dalam teknik *power control*, perhitungan *SIR* dipengaruhi oleh proses *up date* daya transmisi. Bila pada suatu posisi, nilai *SIR MS* aktif tunggal lebih rendah dari nilai *SIR target* maka *BS* memerintahkan *MS* untuk merubah level daya transmisinya. Hal

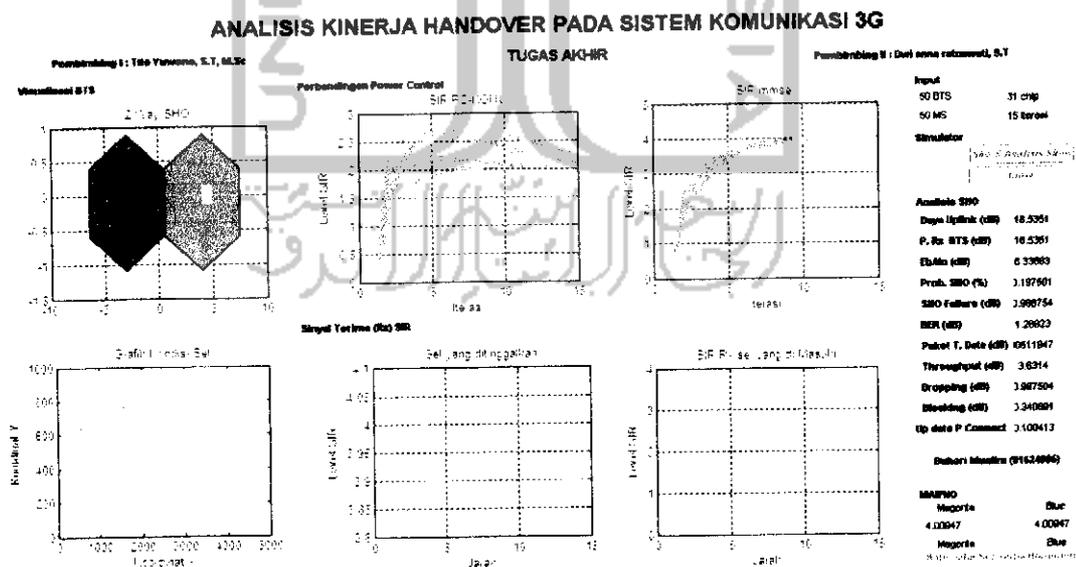
ini terus dilakukan hingga *MS* mencapai nilai target *SIR* yang telah ditetapkan. Percobaan yang dilakukan menghasilkan visualisasi yang dapat di analisis sesuai dengan yang diharapkan untuk menghasilkan tarap pelayanan seluler yang diinginkan oleh *MS* generasi ke 3, yang menginginkan pelayanan dengan rate data sangat tinggi, dari percobaan yang dilakukan dengan beberapa parameter disebutkan pada batasan permasalahan maka dihasilkan:



Gambar 4.1 Pengujian Berdasarkan *Base Station 1*

Gambar 4.1 menunjukkan kondisi area layanan terdiri dari 10 *BS* dan 50 *MS*, dengan 31 buah *chip PN code* dan 15 *iterasi*. Percobaan diamati dengan nilai parameter tersebut, *SIR* untuk penerapan teknik *PC* mengalami konvergensi pada level 2. Sedangkan pada penerapan teknik *MMSE*, didapat *SIR* mencapai konvergensi pada level 4. Dari simulasi ini analisis untuk *handover* suatu *MS*, untuk sinyal yang di transmisikan suatu *MS*, input daya *pancar MS* adalah 23 dB dengan kecepatan data yang tidak terlalu besar yaitu 9.6 kbps, faktor spreading -1

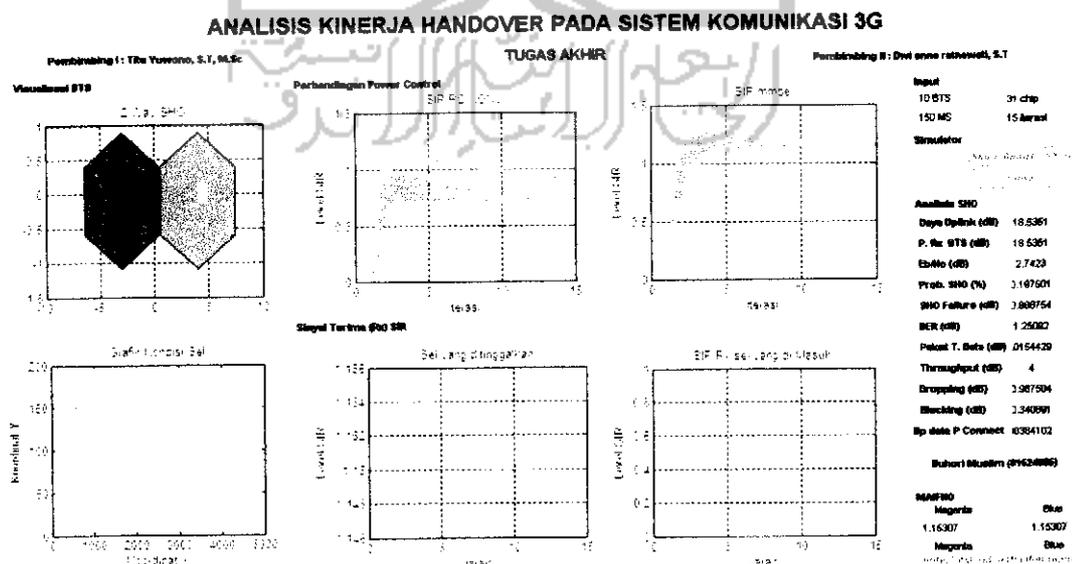
serta frekuensi kerja sesuai *band 3G* yaitu 1900 Mhz dihasilkan 18 dB, selanjutnya perhitungan sinyal terima *BTS* ± 23 dB, sama karena telah mengalami filterisasi & Penguatan, dengan persamaan 3.15 dihasilkan 0.9 % kemungkinan suatu *MS* akan *handover* karena jumlah *MS*, bila berpatokan pada *GOS 1%* maka nilai *Ph 0.9%* adalah sesuai. Perhitungan selanjutnya *BER* yang dihasilkan adalah 0.8 dB, dalam jumlah *MS* ini pun nilai *dropping & Blocking* normal yaitu 0.9 dan 0.3 dimana untuk kapasitas *WCDMA* dengan 5 Mhz 10000 *MS* dan *GOS 1%* nilai-nilai pelemahan ini dianggap tidak berarti hal ini terlihat dari nilai *SIR* acuan *handover* sebesar 4.009 dB sehingga terlihat nilai *Eb/No* signifikan sekali sekitar 9 dB ini sangat baik untuk *rate data* tinggi, selain itu *up date* sinyal sekitar 0.3% membuktikan sistem masih bisa melayani *MS* dalam jumlah besar.



Gambar 4.2 Pengujian Berdasarkan *Base Station 2*

Gambar 4.2 menunjukkan kondisi area layanan terdiri dari 50 *BS* dan 50 *MS*, dengan 31 buah *chip PN* code dan 15 *iterasi*. dengan nilai-nilai parameter ini, *SIR*

untuk teknik *PC* mencapai konvergensi pada level 20. Untuk teknik *MMSE*, *SIR* didapatkan saat konvergensi mencapai level 4, meskipun grafiknya tidak terlalu jauh berbeda dari Gambar 4.1, kemiripan data ini di akibatkan radius sel konstan, 1.5 Km, untuk kedua variabel. Jumlah *BS* yang di pilih, yang berbeda dari gambar pertama adalah jumlah *BS* saja sehingga perbedaan dalam perhitungan analisis *handover* pun perbedaannya sangat kecil sehingga bisa di anggap tidak ada pengaruh, tetapi ternyata ada sedikit perbedaan dalam *Up date* daya karena *mobilitas* pada percobaan ini meningkat menjadi 1.8% hal ini dapat disimpulkan dalam program ternyata berpengaruh dalam kenyataan dilapangan ini tentu sangat baik dalam pelayanan, tetapi kemungkinannya kecil karena dalam kenyataannya dilapangan sinyal atau *power* sangat dipengaruhi oleh *distance & daya pancar* dari alat itu sendiri, selain itu dalam keadaan sebenarnya secara teori suatu *MS* hanya dapat di layani oleh 4 *BS*, dan sesuai teori *MAIFHO* yang dapat melayani suatu *MS* hanya 3 *BS*.



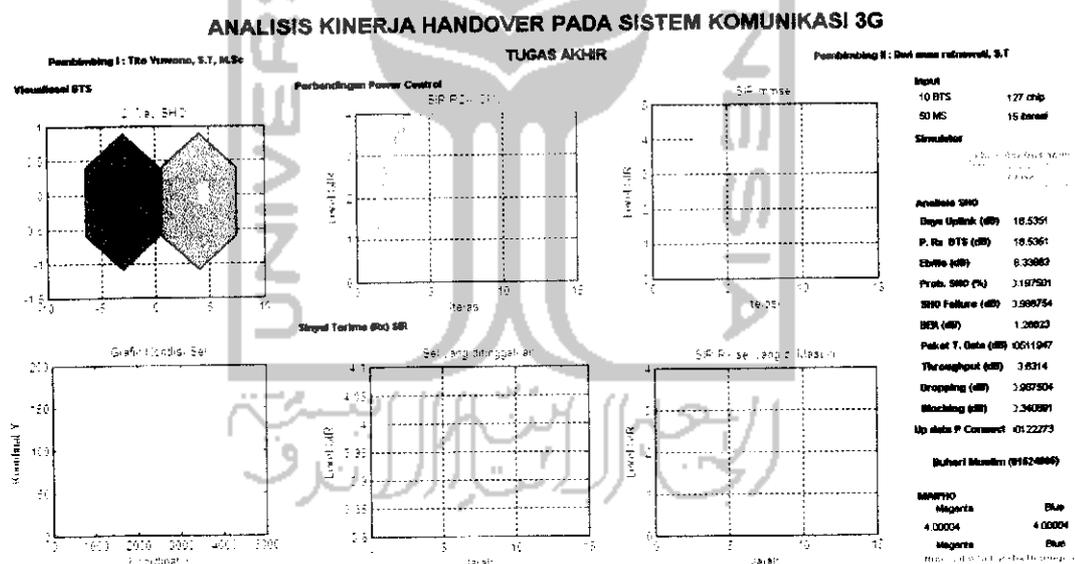
Gambar 4.3 Pengujian Berdasarkan Pengguna

Gambar 4.3 kondisi area layanan terdiri 10 *BS* & 150 *MS*, dengan 31 buah chip *PN code* & 15 iterasi, dengan nilai-nilai parameter ini, *SIR* untuk penerapan teknik *PC* mengalami *konvergensi* sekitar level 0,75 sampai level 1. Pada teknik *MMSE*, *SIR* didapatkan mencapai konvergensi pada level 1 sampai level 1,25.

Apabila Gambar 4.3 dibandingkan Gambar 4.1, dapat disimpulkan bahwa penambahan *MS* dalam area layanan tertentu sangat mempengaruhi kinerja sistem komunikasi. Pertambahan jumlah *MS* dalam kedua gambar di atas adalah sebanyak 3 kali lipat dari semula 50 *MS* menjadi 150 *MS*. Dalam kondisi ini terjadi penurunan level *SIR* sebesar 50% untuk penggunaan teknik *PC* konvensional dan 75% untuk penggunaan teknik *MMSE*. Untuk parameter daya transmisi, perubahan terjadi adalah kenaikan level daya transmisi sebesar 100% untuk teknik *power control*, dan 150% untuk teknik *MMSE*. Meskipun prosentase kenaikan level daya transmisi pada penerapan teknik *MMSE* lebih besar di banding teknik *PC*, namun tetap didapati pada penerapan teknik *MMSE* memiliki level daya transmisi lebih rendah di banding level daya *PC*. ini berarti kinerja *MMSE* lebih baik dari *PC*.

Penambahan *MS* terlihat signifikan dalam perhitungan *probabilitas SHO* & *transfer data*, dari percobaan ini terlihat perubahan besar dalam perhitungan, meski *probabilitas handover* tidak berubah tetapi terlihat *BER* mengalami peningkatan menjadi 0.7 dB, *blocking & dropping* sangat kecil perubahannya tetapi secara signifikan *up date* data terjadi perubahan besar hal ini dapat dipahami bahwa *MS* mempengaruhinya, nilai *Eb/No* menjadi 3.04 dB & *SIR* menjadi sekitar 1.2 dB & *Up*

data sebesar 0.0004 % dapat dipahami karena sinyal semakin lemah karena penambahan MS makin banyak, dalam sel WCDMA yang dianggap serba homogen bandwidth dibagi kepada jumlah sel yang ada sehingga ketika jumlah MS telah maksimal maka kemungkinan handover akan terblok semakin besar. Jumlah MS meningkatkan galat karena meningkatkan *rate data* pada *pita frekuensi*, pada percobaan ini parameternya sama dengan percobaan gambar 4.1 terlihat pada 4.3 ini paket data yang berhasil ditransmisikan semakin kecil karena pengaruh MS lain dengan interferensinya terus meningkat ketika terjadi peningkatan signifikan MS.

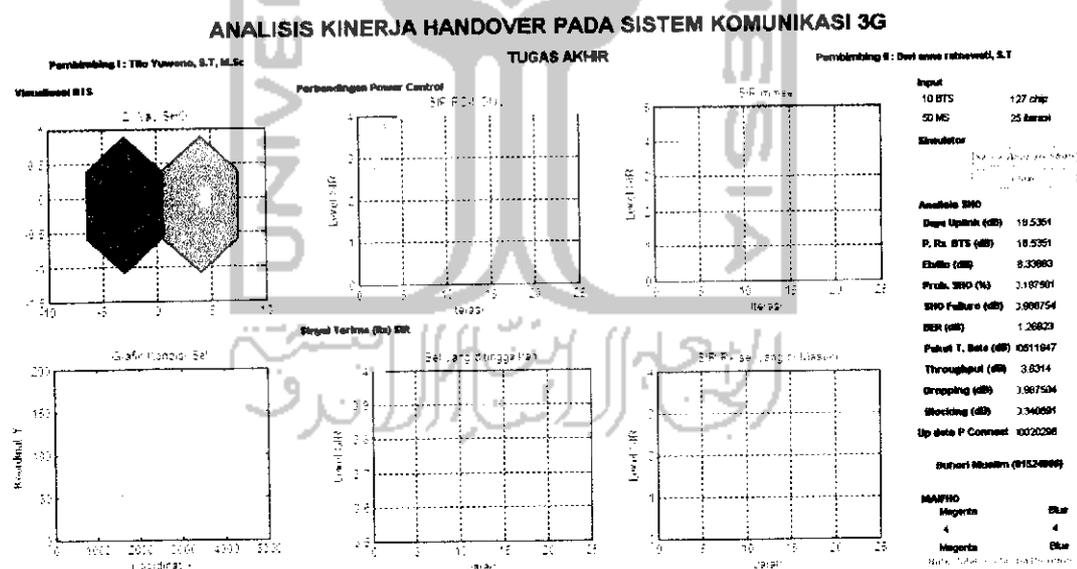


Gambar 4.4 Pengujian Berdasarkan *Chip*

Gambar 4.4 merupakan area layanan terdiri dari 10 BS dan 50 MS, dengan 127 buah *chip PN code* & 15 iterasi. SIR untuk penerapan teknik PC & MMSE telah mengalami konvergensi di level 4. tetapi pada PC, konvergensi sempurna terjadi pada iterasi ke 7. Pada MMSE hal itu telah terjadi pada iterasi ke 4. Untuk level daya transmisi maksimal mengalami penurunan di banding pengujian sebelumnya (*amati*

Gambar 4.1). Pada grafik ini level daya transmisi akhirnya dapat mencapai konvergensi pada level 7,75 dB iterasi ke 5 untuk PC sekitar level 4.2 dB & sekitar iterasi ke 1 untuk MMSE.

Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa parameter *chip* berpengaruh dalam menentukan kinerja sistem komunikasi, jadi berbeda juga dengan gambar percobaan 4.3 sangat mempengaruhi transmisi sinyalnya, tetapi nilai *up date* tetap kecil karena mungkin *MS* sedikit tetapi *rate data* besar dalam hal ini mungkin *MS* sedang membutuhkan layanan *Multimedia rate data* tinggi, tetapi tidak berpengaruh besar dalam penerimaan *SIR* terlihat masih sekitar 4.0004 & E_b/N_0 9 dB.



Gambar 4.5 keadaan suatu layanan terdiri dari 10 BS dan 50 MS, dengan 127 buah *chip PN code* & 25 iterasi. dengan nilai-nilai parameter itu, *SIR* untuk teknik *PC* & *MMSE* mengalami konvergensi pada level 4. Namun pada *PC*, konvergensi sempurna tetap terjadi pada iterasi ke 7. Sedangkan pada *MMSE*, hal itu terjadi pada

iterasi ke 4. Untuk level daya transmisi maksimal mengalami penurunan di banding pengujian sebelumnya (amati Gambar 4.1). Pada grafik ini level daya transmisi tetap mencapai konvergensi pada level sekitar 7,75 dB pada iterasi ke 5 untuk *PC*, dan level 6,4 dB pada iterasi ke 1 untuk *MMSE*. Dari hasil ini dapat disimpulkan parameter jumlah *iterasi* juga berpengaruh dalam menentukan kinerja sistem komunikasi. Selain itu, parameter ini juga berfungsi menambah area pengamatan kinerja grafik yang diamati pada *iterasi* seterusnya. Nilai parameter daya transmisi & *SIR* dipengaruhi oleh ke-empat parameter di atas.

Semakin besar jumlah chip yang digunakan pada proses *spreading*, makin tinggi level *SIR* dan semakin rendah level daya transmisi. Di samping jumlah chip, jumlah *MS* aktif juga sangat berpengaruh dalam menentukan kinerja parameter *SIR* & daya transmisi pada penggunaan *teknik MMSE & PC* konvensional. Semakin besar jumlah *MS* aktif dalam suatu *sel*, semakin rendah level *SIR* dan semakin besar level daya transmisi. Maka diketahui bahwa pengaruh jumlah *chip* yang digunakan dalam proses *spreading* berbanding terbalik dengan jumlah *MS* aktif dalam suatu *sel*. Semakin besar jumlah *chip* yang digunakan, semakin baik kinerja sistem. Sebaliknya, semakin besar jumlah *MS* aktif dalam suatu *sel*, semakin buruk kinerja sistem. Pada perhitungan analisis *handover* suatu *MS* dihasilkan nilai perbedaan signifikan pada bagaian tertentu saja nilai *up date* kecil karena jumlah bitrate jumlah *chip* yang besar, begitu juga dengan nilai transfer data, tetapi *SIR* disini turun besar sekali menjadi 3.99 dB hal ini karena pengaruh *distance* yang semakin jauh, hal ini akan

melemahkan sinyal karena jangkauan suatu *BTS* semakin jauh akan semakin berkurang, hal ini pun akan berpengaruh kepada tingkat pelayanan suatu *MS*.

4.4. Pembahasan soft handover.

Pembahasan merupakan penjelasan secara keseluruhan dari berbagai kejadian dalam *SHO* yang di teliti dan penjelasan ketika aplikasi dalam pemrogramannya, penjelasan dari hasil perbandingan akurasi dari perhitungan secara manual dan berdasarkan program, maka yang akan dibahas pun kurang lebih sama seperti diatas yaitu: mulai dari *uplink*, *downlink*, *probabilitas SHO* dan akses data, dari parameter *uplink* dan *downlink* yang harus mendapat penjelasan lebih adalah output dari hasil perhitungan keduanya dimana mempunyai perbedaan sangat jauh hal ini karena pengaruh runtun penyebar *MS* tertentu (k) yang dilambangkan $c(t)$ dimana nilai $c(t)$ bergantian antara -1 dan +1, ketika dalam aplikasi program sangat kelihatan pengaruhnya, bila kita kasih nilai 1, maka langsung dapat kita simpulkan bahwa hubungan user dan *BTS* adalah hubungan *downlink*.

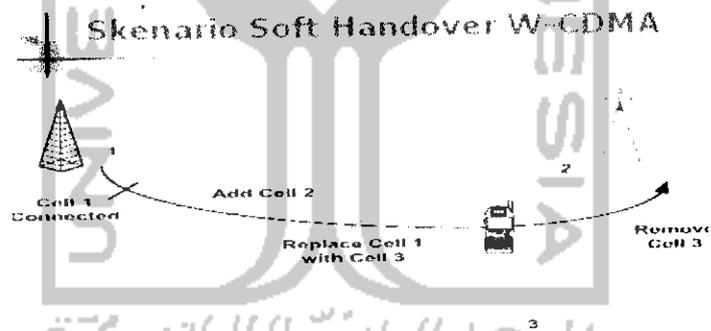
Hubungan *downlink* tentu sangat menguntungkan *MS*, karena untuk menangkap sinyal terima tidak memerlukan daya yang besar, karena *BTS* yang mengatur daya supaya sinyal sampai dengan baik kepada *MS*, didalam program nilai *uplink* pada saat itu diidentifikasi mendekati nilai 0, karena *PC BTS* sangat baik sehingga *MS* untuk menerima sinyal tidak perlu besar. Hal lain yang perlu penjelasan lebih adalah mengenai kejadian *SHO* merupakan inti dari tugas akhir ini dan tingkat keberhasilan dalam pengiriman paket-paket data multitrafik, parameter lain dianggap sudah dapat langsung dipahami dan sifatnya hanya mendukung dari 2 analisis itu

karena dapat secara tak sengaja ikut dijelaskan. Pembahasan berikutnya adalah kejadian *Soft handover (SHO)*.

Pada dasar teori dipahami bahwa kejadian *SHO* merupakan kejadian yang sangat terencana walau mungkin kejadiannya sangat cepat sekali, dimulai dengan *inisialisasi*, lalu mengambil *keputusan* dan terakhir *eksekusi*, kalau diperhatikan harus memakan waktu lama tetapi hal itu tidak boleh terjadi maka harus di perbaiki tidak hanya sistem tetapi juga teori-teorinya harus makin baik, pada saat inisialisasi berarti perencanaan semua perhitungan pada saat ini seluruh sel tetangga parameternya sudah didapatkan dan terukur mana yang paling baik. Pada saat pengambilan keputusan paling tidak ada 2 sel dengan yang diduduki telah selesai perhitungannya lalu dibandingkan, maka urutan-urutan persamaannya menurut prioritasnya adalah sinyal, daya, jarak, dan kekuatan sinyal dari sel tetangga, maka dalam *WCDMA* persamaannya adalah E_b/N_o dan C/I , tetapi karena dalam *WCDMA* C/I sangat kecil maka yang jadi bahan pengukuran dan perbandingan *SHO* adalah E_b/N_o , maka untuk MS yang melintasi 2 way SHO seperti dimaksud program persamannya $E_b/N_o = E_b/N_o1 + E_b/N_o2$ dan $E_b/N_o = E_b/N_o1 + E_b/N_o2 + E_b/N_o3$ untuk daerah 3 way SHO, dimana E_b/N_o merupakan persamaan 3.17, terlihat semua persamaan yang dimaksud untuk mendukung *SHO* telah ada $r(t)/B_r$ merupakan energi/daya, dibagi oleh rugi-rugi antara MS & BS, nilai E_b/N_o2 & 3 merupakan nilai parameter tetangga untuk diperbandingkan dengan E_b/N_o1 acuan, ketika semakin jauh dari sel 1 berarti semakin kuat sinyal berikutnya yang menjadi kandidat, sebelum sel 1 putus sel kedua sudah tersambung jadi pada SHO pada saat tertentu MS dilayani oleh beberapa sel

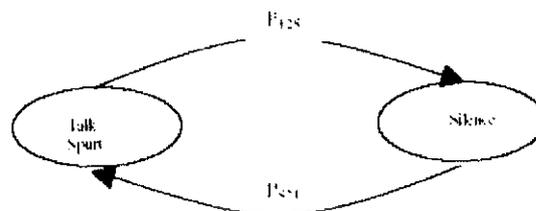
secara serempak, setelah perhitungan jarak, pathloss dan lain-lain sel yang paling baik dipilih, tetapi dalam program simulasi dan analisis ini sinyal *handover* menggunakan prioritas *SIR* yang prinsipnya sama saja.

Pada bagian selanjutnya yaitu *analisis probabilitas SHO* persamaan-persamaan dari hasil pemodelan ternyata mempunyai beberapa kemiripan dengan apa yang jadi penelitian *probabilitas HO* (B. Witjaksono & U. Depirianto), bahkan dengan apa yang diteliti oleh Ariton E. Khafa dan Ozan K. Tonguz dari *IEEE*, hal ini menjadi keyakinan bahwa semua asumsi-asumsi yang dibuat sudah tepat sesuai dengan *prosedur SHO* standard.



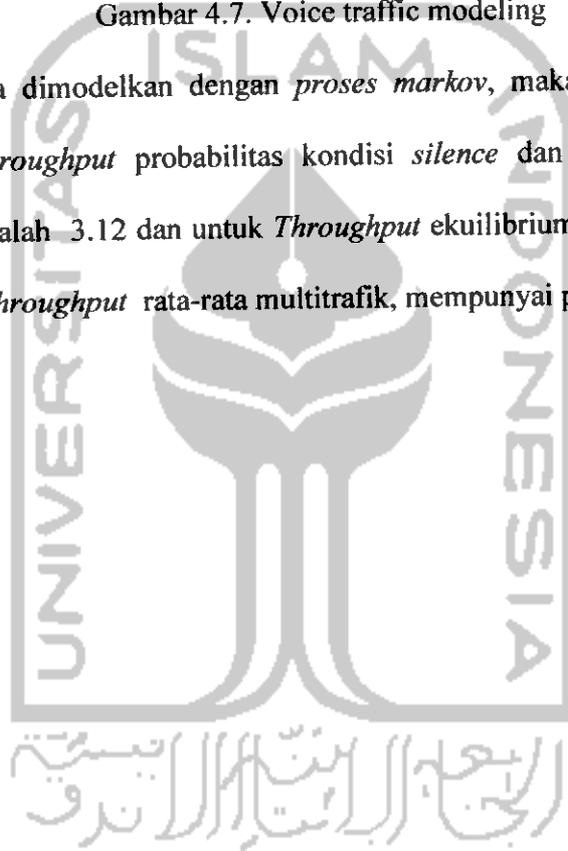
Gambar 4.6. Skenario kejadian SHO

Uraian mengenai metode akses data CDMA IRMA merupakan metode akses multitrafik yang secara detail dibahas oleh Asri W dan G. Wibisono (SITIA 2002), dengan terlebih dulu menghitung BER, yang persamaan 3.6 maka dihasilkan 3.11, untuk menghitung paket data & suara yang berhasil ditransmisikan, untuk menghitung throughput tidak langsung bisa dalam satu persamaan karena dalam metode akses ini data dikirim dengan mode sama dengan suara artinya harus dihitung satu persatu, maka pemodelannya:



Gambar 4.7. Voice traffic modeling

Dimana trafiknya dimodelkan dengan *proses markov*, maka diperoleh persamaan berikut ini : *Throughput* probabilitas kondisi *silence* dan *inhibit (P_{sil} & P_{in})*, persamaannya adalah 3.12 dan untuk *Throughput* ekuilibrium, persamaannya adalah 3.13 Sehingga *Throughput* rata-rata multitrafik, mempunyai persamaan 3.14.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis data dan analisis melalui pemrograman yang disimulasikan dengan *Matlab* maka di peroleh beberapa kesimpulan untuk tugas akhir ini yaitu :

1. Pada simulasi & Analisis *handover* dalam *program* ini dipengaruhi oleh *distance*, perubahan posisi & daya (*sinyal*), dalam hal ini *BS* mengatur semua pengontrolan pembagian daya (*sinyal*) sehingga disebut *Downlink*, dengan pengaturan ini kedali daya diserahkan semuanya kepada *BS* (sistem) sehingga *MS* hanya menerima sinyal tersebut, keuntungan dari sistem downlink ini pada *MS* adalah catu daya *MS* menjadi lebih awet.
2. Kejadian *handover* dalam *program* ini di identifikasi dengan terlebih dulu menganalisis *Power control (PC)* karena *handover* dalam hal ini dianggap sebagai *call* juga sehingga *BS* baru sebagai tujuan akan membagikan daya (*sinyal*) yang dimiliki dengan *MS* baru yang datang.
3. Pada *program* ini masalah utama yang menjadi penelitian adalah jauh dekat dan Multipath padding, untuk mengatasi 2 masalah ini adalah dengan *PC* dan disimulasikan adalah *PC* konvensional & *MMSE*, Teknik *MMSE* mampu mencapai *konvergencitas*, *level SIR* maupun daya transmisi secara lebih cepat, mampu menekan level daya transmisi total menjadi lebih rendah di banding teknik *power control*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam hal

konvergensi, kinerja dan resistansi interferensi, serta efektifitas sistem, teknik *MMSE* lebih unggul di banding teknik *power control*.

4. Pada percobaan dengan cara terus meningkatkan jumlah *MS* & Jumlah *BS* tetap, diperoleh kesimpulan bahwa semakin meningkatnya *MS* ternyata mengurangi kinerja sistem dimana daya (*signal*) makin lemah saat *MS* berada pada *coverage* terluar, interferensi semakin meningkat, *MAI* semakin besar terutama pada *PC* konvensional, seperti gambar 4.3, untuk lebih memahami percobaan ini maka setelah menaikkan *MS* dinaikan pula jumlah *BS* dari sini terlihat kualitas layanan kembali menjadi baik.
5. Dari pengamatan terhadap jumlah *chip* yang terus ditingkatkan terlihat pada gambar 4.4, dalam hal ini jumlah *chip* menentukan kualitas pelayanan sistem dimana semakin meningkat *chip* dianggap jumlah data terkirim semakin meningkat (baik), dalam hal ini dapat disimpulkan kinerja sistem, pengontrolan daya (*signal*) terkontrol dengan baik, sehingga kualitas layanan sangat baik.

5.2 Saran

Pembuatan pensimulasi *soft handover* ini menggunakan *GUI Matlab*, dan atas beberapa kesamaan pada *VB*, maka program pensimulasi *soft handover* ini dapat juga dibangun dengan menggunakan *Visual Basic (VB)*.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdiaway, Gunaidi., 2006. *The shortcut of Matlab programming*. Informatika. BI-obses. Bandung. Informatika Bandung.
- Bogi., Witjaksono., & Deprianto., 2003., *Analisis dan simulasi alokasi kanal dinamis dengan metode fungsi bobot pada sistem komunikasi bergerak.*, Jurusan T. Elektro., STT Telkom.
- Carlos Silva, Joao, dkk., 2003., *MMSE-Based receiver behavior in handover situations.*, Instituto superior tecnico., Lisboa., Portugal.
- Chaturvedi., Dr.A.K., 2007. *Wideband CDMA.*, Department of Electrical Engineering., Indian Institute of Technology Kanpur.
- Chang., Ruay-Shiung., dkk., 2002. *Handoff ordering using signal strength multimedia communications in wireless networks.*, department of computer science and information engineering., National Dong Hwa University., Shuofeng., Taiwan.
- Chen., Yue., 2003. *Soft Handover Issues in Radio Resource Management for 3G WCDMA Networks.*, Submitted for the degree of doctor of philosophy., Departement of electronic engineering., Queen Mary., University of London.
- C.Y. Lee., William., 1995., *Mobile cellular telecommunications.*, second edition., McGraw Hill., Donnelley & Sons., USA.
- Daniel Cardoso., Nuno., 2002., *3G Network planning study with monte carlo simulation.*, Portugal Telecom.
- DS., Daryanto., 2005., *Simulasi sistem Direct sequence spread spectrum code division multiple access (DS-SS).*, Tugas Akhir., FTI., UII Yogyakarta.
- Fauzi., Rahmad., ST., MT., 2002., *Spread Spectrum.*, Jurusan T. Elektro. Fak. Teknik., Universitas Sumatra Utara.
- Ginting., ST., Desiana BR., 2006. *W-CDMA (Wideband CDMA) SEBAGAI TEKNOLOGI GENERASI KE-3 (3G) UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).*, PS T. Elektro., Fak. Teknik., Universitas Budi Luhur.
- Guntur., Sinorowedi., 2007., *Perancangan jaringan CDMA2000-1x dengan Borland Delphi di Wilayah Magelang.*, Tugas Akhir., Jurusan Teknik Elektro., UII Yogyakarta.
- Hadiani., R., dkk., 2005. *Penggunaan Matrix Analytic Technique pada Perhitungan Parameter Kinerja Proses Handoff.*, Departemen Matematika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung.
- Hanselman., Duane., & Littlefield, Bruce. 2000. *MATLAB bahasa komputasi teknis.* Andi & Pearson Education Asia Pte.Ltd. Yogyakarta. CV Andi Offset.
- Kholik., Abdul., 2007. *Peningkatan kualitas komunikasi dengan sektorisasi pada GSM.*, Tugas akhir., Jurusan T. Elektro., UII Yogyakarta.

- Kuo-Jen Lin and Yu-Chee Tseng., 2004. *Adaptive Selection Combining for Soft Handover in OVSA W-CDMA Systems.*, IEEE., IEEE Communications Letters.
- Maulana., Tito., 2001., *Analisis performansi dan efisiensi penggunaan kanal trafik pada satu BSC untuk sistem GSM.*, PD3 T.Elektro., STTTelkom.
- Milchan., Muhamad., dkk., 2002. *Perbandingan Kinerja Detektor Matched Filter Konvensional dan Multi-User Decorrelating untuk Sistem Komunikasi DS-SS-SSK Sinkron Pada Kanal AWGN dan Flat Rayleigh Fading.*, PPS Telkom ITS.
- Najieb., Muhammad bin Ismail., 2005. *Performance study on high data rates modulation techniques of W-CDMA in multipath fading channel.*, Master of Engineering., Faculty of Electrical Engineering., University Technology Malaysia
- Neuser., Franz., 2005. *Intersymbol Handover Simulation.*, WPIHOS12., Nexus Telecom AG. Switzerland.
- Niglio., Simone., 2002., *Analysis of the Soft Handover Procedure in Downlink Direction in UMTS WCDMA Systems.*, Politecnico di Milano., Faculty of Engineering.
- Nirwan., E., & Kurniawan., A., 2005., *Evaluasi kinerja Power Control pada CDMA sistem berdasarkan SIR dan Signal Strength.*, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung
- Nuaimy., Loutfi., dkk., 2001., *A Power Control Algorithm for 3G WCDMA system.*, ENST Bretagne., Cedex., France.
- Nurdin., Yudha., & Romansyah., Yusep., 2005. *W-CDMA (Wideband code division multiple access) Radio network planning.*, Wireless reasach network group., ITB Bandung.
- Priyono., Slamet., 2006., *Simulasi hubungan jumlah user dengan error (BER) pada downlink WCDMA-single cell.*, Tugas Akhir., Jurusan T. Elektro., UII Yogyakarta.
- Ramza., Jr., M.T., Harry., & Dewanto., Dr., Jr., M.T., Yohannes., 2007. *Buku petunjuk praktikum Teknik Pemrograman Menggunakan Matlab.*, cet I., PT.Gramedia Widiasarana., Jakarta Indonesia., Grasindo.
- Risnasari., Medika., 2007. *Pembuatan program simulasi teknik power control pada sistem komunikasi sistem bergerak.*, Jurusan Teknik Telekomunikasi., PENS., ITS., Surabaya.
- Sari., Lydia., & Wibisono., Gunawan., 2002. *Analisa Kinerja Sistem Multicarrier CDMA Slotted Aloha.*, Jurusan T. Telekomunikasi., PPS Ilmu Teknik., UI Depok. SITIA 2002.
- Santoso., Gatot., 2006. *Sistem seluler WCDMA (Wideband code division multiple access).* Penerbit graha ilmu. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Santoso., Gatot., 2003. *Sistem seluler CDMA (Wideband code division multiple access).* Penerbit graha ilmu. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Sirait., ST., MT., Rummi., 2007. *Handover pada jaringan komunikasi bergerak generasi ketiga (3G) WCDMA.*, Program Studi Teknik Elektro-Fakultas Teknik., Universitas Budi Luhur.

- Sunomo., 2004. *Pengantar system komunikasi nirkabel*. Grasindo, Jakarta, PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sugiharto., Aris., 2006. *Pemrograman GUI dengan Matlab*. Andi offset. Yogyakarta. C.V Andi offset.
- Soetamso., 2006., *Perhitungan power link budget pada CDMA-450.*, Jurusan Teknik Elektro - STT Telkom.
- Sri widodo., Thomas., 2005. *Sistem neuro fuzzy untuk pengolahan informasi, pemodelan, dan kendali dilengkapi dengan program MATLAB*. Graha Ilmu. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Suyanto., 2005. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. ANDI. Yogyakarta. Andi Offset.
- Suyitno.,M. Arif. R., 2005., *Simulasi sel Breathing CDMA.*, T. Elektro., FTI., UII Yogyakarta.
- Usman., Uke Kurniawan., 2004. *Proses handover pada Universal mobile telecommunication system (UMTS).*, STT Telkom., ECCIS 2004.
- Walke.,B.,dkk.,2003.,UMTS the fundamentals.,Willey & sons., Communications network.,Aachen University.,Germany.
- Wahyu dwi hartanto, Thomas., & Agung prasetyo, Y. wahyu. *Analisis dan desain system kontrol dengan MATLAB*. ANDI. Yogyakarta. ANDI OFFSET.
- Wulandari., Asri., dkk., 2002. *Analisa Kinerja CDMA Inhibit and Random Multiple Access Untuk Jaringan Komunikasi Wireless.*, Program Pascasarjana Jurusan Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia., Kampus Baru UI Depok 16424 Jakarta
- Khafa., Ariton E., 2004. *Dynamic Priority Queuing of Handover Calls in Wireless Networks: An Analytical Framework.*, IEEE.
- Yusup Iskandar.,Basuki., 2005., *Peraturan Dirjen Postel.*, Pos & Telekomunikasi., Jakarta
- Zhang.,Hong., 2002., *Overview Of The Handover Policies For The WCDMA System.*, Department of Electrical and Communication Engineering., Helsinki University of Technology.
- Zheng.,Qing-an., & Agrawal Darma P., 2001., *Handoff in Wireless Mobile Networks.*, Department of Electrical Engineering and Computer Science., University of Cincinnati



LAMPIRAN

Listing Program

```
function varargout = ShoKu(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @ShoKu_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @ShoKu_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function ShoKu_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
set(handles.axes1, 'visible', 'off');
set(handles.axes2, 'visible', 'off');
set(handles.axes3, 'visible', 'off');
set(handles.axes4, 'visible', 'off');
set(handles.axes5, 'visible', 'off');
set(handles.axes6, 'visible', 'off');
guidata(hObject, handles);
function varargout = ShoKu_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
function popupmenu2_Callback(hObject, eventdata, handles)
function popupmenu2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
function popupmenu3_Callback(hObject, eventdata, handles)
function popupmenu3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
function popupmenu4_Callback(hObject, eventdata, handles)
function popupmenu4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
```

```

        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end
    function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
    set(handles.edit1,'visible','on');
    set(handles.edit5,'visible','on');
    set(handles.edit6,'visible','on');
    set(handles.pushbutton1,'visible','on');

    Sk=sqrt((2*23)*9.6*-1*cos(1900000));
    set(handles.edit1,'string',Sk);

    rt=sqrt((2*23)*9.6*-1*cos(1900000))+sqrt((2*23)*cos(1900000));

    set(handles.edit5,'string',rt);
    cla;
    n=-3:3;
    a3=1.4+3*sin(n*pi/3);
    b3=-1+2*cos(n*pi/3);
    a4=4+3*sin(n*pi/3);
    b4=2+2*cos(n*pi/3);
    a5=-1.2+3*sin(n*pi/3);
    b5=2+2*cos(n*pi/3);
    nframes=round(20*1.25);
    a=round(4/4);
    b=((20*10)/25);
    c=5-b;
    d=c-a;
    e=b/25;
    axes(handles.axes1);
    fill(a3,b3,'r',a4,b4,'b',a5,b5,'m');
    title('2 Way SSB');
    x=(d:0.1:c);
    y=1*ones(size(x));
    h=line(x,y,'linewidth',17,'color','g');
    grid;
    for k=1:nframes;
        if k<=nframes;
            x=[x+e];
            y=1*ones(size(x));
            set(h,'xdata',x,'ydata',y);
            m(k)=getframe;
            for k=1:length(x);
                if d<=x(k)>=1 & 0.5<=x(k)>=x(k);
                    set([handles.radiobutton3],'value',0);
                    set([handles.radiobutton6],'value',0);
                    set([handles.radiobutton2],'value',0);
                    set([handles.radiobutton5],'value',0);
                    set([handles.radiobutton1],'value',1);
                    set([handles.radiobutton4],'value',1);
                    set(h,'xdata',x,'ydata',y);
                elseif d<=x(k)<=x(k);
                    set([handles.radiobutton3],'value',1);
                    set([handles.radiobutton6],'value',1);
                    set([handles.radiobutton1],'value',0);

```

```

set([handles.radiobutton4], 'value', 0);
set(h, 'xdata', x, 'ydata', y);
elseif 2<=x(k);
set([handles.radiobutton3], 'value', 0);
set([handles.radiobutton6], 'value', 0);
set([handles.radiobutton1], 'value', 1);
set([handles.radiobutton4], 'value', 1);
set(h, 'xdata', x, 'ydata', y);
else 0.5<=x(k)>=c & d<=x(k)>=1;
set([handles.radiobutton1], 'value', 0);
set([handles.radiobutton4], 'value', 0);
set([handles.radiobutton2], 'value', 1);
set([handles.radiobutton5], 'value', 1);
set([handles.radiobutton3], 'value', 0);
set([handles.radiobutton6], 'value', 0);
set(h, 'xdata', x, 'ydata', y);
end;
end;
end;
end;

bs = get(handles.popupmenu1, 'Value');
ms = get(handles.popupmenu2, 'Value');
chip = get(handles.popupmenu3, 'Value');
iteration = get(handles.popupmenu4, 'Value');
if iteration==1;
iteration=15;
elseif iteration==2;
iteration=20;
else
iteration=25;
end

gama=4;
delta2=10^-12;
if bs==1;
jBS=10;
a=2;
b=5;
if ms==1;
N=50;
elseif ms==2;
N=100;
else
N=150;
end
else
jBS=50;
a=10;
b=5;
if ms==1;

```

```

        N=50;
    elseif ms==2;
        N=100;
    else
        N=150;
    end
end
end
for i=1:a;
    for j=1:b;
        xy_bs((i-1)*10+j,1)=j*1000-500;
        xy_bs((i-1)*10+j,2)=i*100-50;
    end
end
xy_ms=rand(N,2);
xy_ms(:,1)=xy_ms(:,1)*1000*b;
xy_ms(:,2)=xy_ms(:,2)*100*a;
bs=floor(xy_ms(:,1)/1000)+b*floor(xy_ms(:,2)/100)+1;
nilai=1;
for j=1:N;
    for i=1:jBS;
        htemp(i,j)=nilai/(((xy_ms(j,1)-xy_bs(i,1))^2+
            (xy_ms(j,2)-xy_bs(i,2))^2)^2);
    end
    for i=1:N;
        h(i,j)=htemp(bs(i),j);
    end
end
if chip==1;
    L=5;
    regA=rand(N,L);
    for k=1:N;
        for i=1:L;
            regiA(k,i)=regA(k,i);
            if regiA(k,i)>0.5;
                A(k,i)=1;
            else
                A(k,i)=0;
            end
            yA(k,i)=A(k,i);
        end
    end
    code=zeros(1,31);
    for k=1:N;
        for i=1:31;

```

```

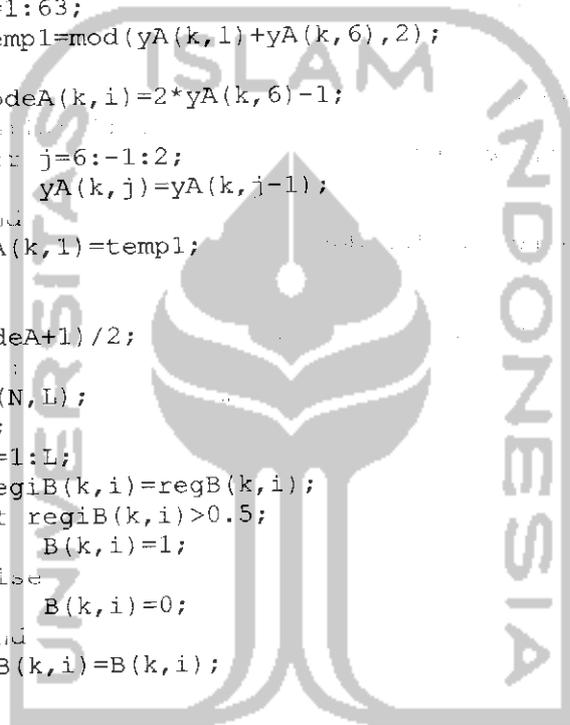
        temp1=mod(yA(k,3)+yA(k,5),2);
        codeA(k,i)=2*yA(k,5)-1;
        for j=5:-1:2;
            yA(k,j)=yA(k,j-1);
        end
        yA(k,1)=temp1;
    end
end
mseqA=(codeA+1)/2;
regB=rand(N,L);
for k=1:N;
    for i=1:L;
        regiB(k,i)=regB(k,i);
        if regiB(k,i)>0.5;
            B(k,i)=1;
        else
            B(k,i)=0;
        end
        yB(k,i)=B(k,i);
    end
end
code=zeros(1,31);
for k=1:N;
    for i=1:31;
        temp2=mod(yB(k,2)+yB(k,3)+yB(k,4)+yB(k,5),2);
        codeB(k,i)=2*yB(k,5)-1;
        for j=5:-1:2;
            yB(k,j)=yB(k,i-1);
        end
        yB(k,1)=temp2;
    end
end
mseqB=(codeB+1)/2;
code3=zeros(1,31);
for a=1:N;
    for i=1:31;
        temp3=mod(mseqA(a,i)+mseqB(a,i),2);
        code3(a,i)=2*temp3-1;
    end
end
seq=code3;
G=31;
elseif chip==2;
    L=6;
    regA=rand(N,L);
    for k=1:N;
        for i=1:L;
            regiA(k,i)=regA(k,i);

```

```

        if regiA(k,i)>0.5;
            A(k,i)=1;
        else
            A(k,i)=0;
        end
        yA(k,i)=A(k,i);
    end
end
code=zeros(1,63);
for k=1:N;
    for i=1:63;
        temp1=mod(yA(k,1)+yA(k,6),2);
        codeA(k,i)=2*yA(k,6)-1;
        for j=6:-1:2;
            yA(k,j)=yA(k,j-1);
        end
        yA(k,1)=temp1;
    end
end
mseqA=(codeA+1)/2;
regB=rand(N,L);
for k=1:N;
    for i=1:L;
        regiB(k,i)=regB(k,i);
        if regiB(k,i)>0.5;
            B(k,i)=1;
        else
            B(k,i)=0;
        end
        yB(k,i)=B(k,i);
    end
end
code=zeros(1,63);
for k=1:N;
    for i=1:63;
        temp2=mod(yB(k,1)+yB(k,2)+yB(k,5)+yB(k,6),2);
        codeB(k,i)=2*yB(k,6)-1;
        for j=6:-1:2;
            yB(k,j)=yB(k,j-1);
        end
        yB(k,1)=temp2;
    end
end
mseqB=(codeB+1)/2;
code3=zeros(1,63);
for a=1:N;
    for i=1:63;
        temp3=mod(mseqA(a,i)+mseqB(a,i),2);

```



```

        code3(a,i)=2*temp3-1;
    end
end
seq=code3;
G=2^L-1;
elseif chip==3;
L=7;
regA=rand(N,L);
for k=1:N;
    for i=1:L;
        regiA(k,i)=regA(k,i);
        if regiA(k,i)>0.5;
            A(k,i)=1;
        else
            A(k,i)=0;
        end
        yA(k,i)=A(k,i);
    end
end
code=zeros(1,127);
for k=1:N;
    for i=1:127;
        temp1=mod(yA(k,3)+yA(k,7),2);
        codeA(k,i)=2*yA(k,7)-1;
        for j=7:-1:2;
            yA(k,j)=yA(k,j-1);
        end
        yA(k,1)=temp1;
    end
end
end
mseqA=(codeA+1)/2;
regB=rand(N,L);
for k=1:N;
    for i=1:L;
        regiB(k,i)=regB(k,i);
        if regiB(k,i)>0.5;
            B(k,i)=1;
        else
            B(k,i)=0;
        end
        yB(k,i)=B(k,i);
    end
end
code=zeros(1,127);
for k=1:N;
    for i=1:127;
        temp2=mod(yB(k,1)+yB(k,2)+yB(k,3)+yB(k,7),2);
        codeB(k,i)=2*yB(k,7)-1;
        for j=7:-1:2;

```

```

        yB(k,j)=yB(k,j-1);
    end
    yB(k,1)=temp2;
end
end
mseqB=(codeB+1)/2;
code3=zeros(1,127);
for a=1:N;
    for i=1:127;
        temp3=mod(mseqA(a,i)+mseqB(a,i),2);
        code3(a,i)=2*temp3-1;
    end
end
seq=code3;
G=2^L-1;
else
    L=8;
    regA=rand(N,L);
    for k=1:N;
        for i=1:L;
            regiA(k,i)=regA(k,i);
            if regiA(k,i)>0.5
                A(k,i)=1;
            else
                A(k,i)=0;
            end
            yA(k,i)=A(k,i);
        end
    end
    code=zeros(1,255);
    for k=1:N;
        for i=1:255;
            temp1=mod(yA(k,1)+yA(k,2)+yA(k,5)+yA(k,6)+
                yA(k,7)+yA(k,8),2);
            codeA(k,i)=2*yA(k,8)-1;
            for j=8:-1:2;
                yA(k,j)=yA(k,j-1);
            end
            yA(k,1)=temp1;
        end
    end
    mseqA=(codeA+1)/2;
    regB=rand(N,L);
    for k=1:N;
        for i=1:L;
            regiB(k,i)=regB(k,i);
            if regiB(k,i)>0.5;
                B(k,i)=1;
            else
                B(k,i)=0;
            end
        end
    end
end

```

```

        yB(k,i)=B(k,i);
    end
end
code=zeros(1,255);
for k=1:N;
    for i=1:255;
        temp2=mod(yB(k,1)+yB(k,6)+yB(k,7)+yB(k,8),2);
        codeB(k,i)=2*yB(k,8)-1;
        for j=8:-1:2;
            yB(k,j)=yB(k,j-1);
        end
        yB(k,1)=temp2;
    end
end
mseqB=(codeB+1)/2;
code3=zeros(1,255);
for a=1:N;
    for i=1:255;
        temp3=mod(mseqA(a,i)+mseqB(a,i),2);
        code3(a,i)=2*temp3-1;
    end
end
seq=code3;
G=2^L-1;
end
s=seq;
length s;
length (s);
s=s/sqrt(G);
p(1,1:N)=zeros(1,N);
p2(1,1:N)=p(1,1:N);
c(1:N,1:G)=s;
for i=1:N;
    temp=0;
    for j=1:N;
        if (i~=j);
            temp=temp+p(1,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
        end
    end
    SIR(1,i)=p(1,i)*h(i,i)*(c(i,:)*(s(i,:))')^2/(temp+
        delta2*(c(i,:)*(c(i,:))'));
end
legend off;
axes(handles.axes4);
plot(xy_ms(:,1),xy_ms(:,2),'bx');
hold on;
plot(xy_bs(:,1),xy_bs(:,2),'ro');
title(' GRAFIK KONDISI');
xlabel(' Koordinat X');
ylabel(' Koordinat Y');
hold off;

```

```

legend off;
axes(handles.axes3);
bs=floor(xy_ms(:,1)/1000)+b*floor(xy_ms(:,2)/1000)+1;
Para_PL=1;
for j=1:N;
    for i=1:jBS;
        htemp(i,j)=Para_PL/(((xy_ms(j,1)xy_bs(i,1))^2+(xy_ms(j,2)-
            xy_bs(i,2))^2)^2);
    end
    for i=1:N;
        h(i,j)=htemp(bs(i),j);
    end
end
p(1,1:N)=zeros(1,N);
p2(1,1:N)=p(1,1:N);
c(1:N,1:G)=s;
for i=1:N;
    temp=0;
    for j=1:N;
        if (i~=j);
            temp=temp+p(1,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
        end
    end
    SIR(1,i)=p(1,i)*h(i,i)*(c(i,:)*s(i,:))'^2/(temp+
        delta2*(c(i,:)*c(i,:))');
end
for n=2:iteration;
    for i=1:N;
        temp=0;
        for j=1:N;
            if (i~=j);
                temp=temp+p2(n-1,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
            end
        end
        p2(n,i)=gama/h(i,i)*(temp+delta2*c(i,:)*c(i,:))'/
            (c(i,:)*s(i,:))'^2;
    end
    for i=1:N;
        temp=0;
        for j=1:N;
            if (i~=j);
                temp=temp+p2(n,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
            end
        end
        SIR2(n,i)=p2(n,i)*h(i,i)*(c(i,:)*s(i,:))'^2/(temp+
            delta2*(c(i,:)*c(i,:))');
    end
end
end
for i=1:N;

```



```
plot(1:iteration,SIR2(:,i));
hold on;
grid on;
end
hold off;
title('SIR PC KONV');
xlabel('Iteration');
ylabel('SIR');

p(1,1:N)=zeros(1,N);
A=zeros(G,G);
for n=1:iteration;
    if (n>1);
        for i=1:N;
            for j=1:N;
                if (i~=j);
                    ss=s(j,:)'*s(j,:);
                    sh=ss*h(i,j);
                    shp=sh*p(n,j);
                    A=A+shp;
                end
            end
            A=A+delta2*diag(ones(G,1),0);
            invA=inv(A);
            c(i,:)=(sqrt(p(n,i))/(1+p(n,i)*s(i,:)'*
                invA*s(i,:)')*invA*s(i,:)')';
        end
        for i=1:N;
            temp=0;
            for j=1:N;
                if (i~=j);
                    temp=temp+p(n,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
                end
            end
            p(n+1,i)=gama/h(i,i)*(temp+delta2*c(i,:)*
                c(i,:)')/(c(i,:)*s(i,:))'^2;
        end
        for i=1:N;
            temp=0;
            for j=1:N;
                if (i~=j);
                    temp=temp+p(n,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
                end
            end
            SIR1(n,i)=p(n,i)*h(i,i)*(c(i,:)*s(i,:))'^2/
                (temp+delta2*(c(i,:)*c(i,:))');
        end
    end
end

legend off;
axes(handles.axes2);
for i=1:N;
```

```

        plot(1:iteration,SIR1(:,i));
        hold on;
        grid on;
    end
    hold off;
    xlabel(' Iterasi');
    ylabel(' SIR');
    title(' SIR MMSE');

    %-----
    axes(handles.axes6);
    p(1,1:N)=zeros(1,N);
    A=zeros(G,G);
    for n=1:iteration;
        if (n>1);
            for i=1:N;
                for j=1:N;
                    if (i~=j);
                        ss=s(j,:)'*s(j,:);
                        sh=ss*h(i,j);
                        shp=sh*p(n,j);
                        A=A+shp;
                    end
                end
                A=A+delta2*diag(ones(G,1),0);
                invA=inv(A);
                c(i,:)=(sqrt(p(n,i))/(1+p(n,i)*s(i,:)'*invA*
                    s(i,:)'*invA*s(i,:)''));
            end
            for i=1:N;
                temp=0;
                for j=1:N;
                    if (i~=j);
                        temp=temp+p(n,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
                    end
                end
                p(n+1,i)=gama/h(i,i)*(temp+delta2*c(i,:)*
                    c(i,:)'/(c(i,:)*s(i,:)'')^2);
            end
            for i=1:N;
                temp=0;
                for j=1:N;
                    if (i~=j);
                        temp=temp+p(n,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
                    end
                end
                SIR1(n,i)=p(n,i)*h(i,i)*(c(i,:)*s(i,:)'')^2/
                    (temp+delta2*(c(i,:)*c(i,:)''));
            end
        end
    end
    legend off;
    axes(handles.axes5);
    for i=1:N;

```

```

        plot(1:iteration, SIR1(:,i));
        grid on;
    end
    xlabel(' Jarak');
    ylabel(' SIR');
    title(' SIR MMSE Terhadap Jarak');

    %-----
    legend off;
    axes(handles.axes6)
    bs=floor(xy_ms(:,1)/1000)+b*floor(xy_ms(:,2)/1000)+1;
    Para_PL=1;
    for j=1:N;
        for i=1:jBS;
            htemp(i,j)=Para_PL/(((xy_ms(j,1)-
xy_bs(i,1))^2+(xy_ms(j,2)-xy_bs(i,2))^2)^2);
        end
        for i=1:N;
            h(i,j)=htemp(bs(i),j);
        end
    end
    p(1,1:N)=zeros(1,N);
    p2(1,1:N)=p(1,1:N);
    c(1:N,1:G)=s;
    for i=1:N;
        temp=0;
        for j=1:N;
            if (i~=j);
                temp=temp+p(1,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
            end
        end
        SIR(1,i)=p(1,i)*h(i,i)*(c(i,:)*(s(i,:))')^2/
(temp+delta2*(c(i,:)*(c(i,:))'));
    end
    for n=2:iteration;
        for i=1:N;
            temp=0;
            for j=1:N;
                if (i~=j);
                    temp=temp+p2(n-1,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
                end
            end
            p2(n,i)=gama/h(i,i)*(temp+delta2*c(i,:)*c(i,:))/(c(i,:)*
s(i,:))'^2;
        end
        for i=1:N;
            temp=0;
            for j=1:N;
                if (i~=j);
                    temp=temp+p2(n,j)*h(i,j)*(c(i,:)*s(j,:))'^2;
                end
            end
            SIR2(n,i)=p2(n,i)*h(i,i)*(c(i,:)*s(i,:))'^2/(temp+

```

```

                                delta2*(c(i,:)*c(i,:))');
    end
end

for i=1:N;
    plot(1:iteration,SIR2(:,i));
    grid on;
end
title(' SIR RS KONVIRUS');
xlabel(' Jarak');
ylabel(' SIR');
set(handles.edit14,'string',SIR1(n,i));
set(handles.edit15,'string',SIR1(n,i));
set(handles.edit16,'string',SIR1(n,i));

% B
lo=0.5;xi=0.5;B=9.6;W=5000;Ix=5;
b=0;
for i=1:N-1;
    b=b+xi+rt+Ix+lo;
end
v=(rt/B);
EbNo=(v/(b/W));
set(handles.edit6,'string',EbNo);
% C
M=1;k=4;m=3;Pmk=3;deviasi=4;
b=0;
for m=0:M-k;
    b=b+k*(m+k)*Pmk*deviasi*Qd;
end
v=0;
for k=0:N;
    v=v+b;
end
Psil=3;
Sr=Psil/N*v;
% D
b=0;
for m=0:M-k;
    b=b+(m+k)*Pmk*deviasi*Qd;
end
v=0;
for k=0:N;
    v=v+b;
end
Sc=M*deviasi-Psil/N*v;
S=Sr+Sc;
set(handles.edit11,'string',S);
Pbh=1;
Pho=0.3;

```

```
Pdropp= ((Pho*Pbh)/(1-Pho*(1-Pbh)));
set(handles.edit13,'string',Pdropp);
```

```
R=1500;
Vm=120000;
Tm=3;
a=(2*R/Vm*Tm);
w=log(-4);k=log(4);t=exp(a);
Ph=(1-t*(1-a)/2*a)-(a/2)*((k)-(w));
set(handles.edit7,'string',Ph);
```

```
Eth=Tm*(1-Ph);
Ldt=5;Lsho=7;
rho=(Ldt+Lsho)*Eth;
svr=2;
b=0;
for n=0:svr;
    b=b+(rho^n/factorial(n));
end
s=2;
Pb=((rho^s)/factorial(s)*b);
set(handles.edit17,'string',Pb);
```

```
L=handles.L;
Pba=0.1;
Lh=((Ph*(1-Pb)/1-Pbh*(1-Ph))*L);
km=(L*((1-Pba)*Ph)+(Lh*((1-Pbh)*Ph));
set(handles.edit12,'string',km);
```

```
Pns=Pba+(1-Pba)*Pdropp;
set(handles.edit8,'string',Pns);
```

```
Nf=5;
no=10*log(290*1.38*10^-23+Nf+30+10*log(W));
Eb=rt/B;
kd=5;nd=6;ro=5;kv=4;nv=4;Q=5;
BERvd=Q*((kd/3*nd+((ro*kv)/3*nv)+no/2*Eb)^-0.5);
set(handles.edit9,'string',BERvd);
```

```
ld=5;
Qd=(1-BERvd)^ld;
set(handles.edit10,'string',Qd);
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
question_ans= questdlg('Do you really want to close',...
    'Please Argument','No','Yes','Yes');
if strcmp(question_ans,'No');
return;
else;
close(gcf);
```



end;

```
function radiobutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
function radiobutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
function radiobutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
function radiobutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
function radiobutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
function radiobutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```

function edit12_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit12_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit13_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit13_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit14_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit14_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit15_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit15_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit16_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit16_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit17_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit17_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit18_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit18_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end.

```