

**STUDI KINERJA POWER CONTROL**

**PADA SISTEM WCDMA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana di

Jurusan Teknik Elektro



Oleh :

**Nama : Sapta Nugraha**

**No. Mahasiswa : 07 524 023**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2011**

**STUDI KINERJA POWER CONTROL**

**PADA SISTEM WCDMA**

**TUGAS AKHIR**



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Oleh:

Nama : **Sapta Nugraha**

No. Mahasiswa : **07 524 023**

Yogyakarta,

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

**Tito Yuwono, ST, M.Sc.**

**Dwi Ana Ratna Wati, ST. M.Eng.**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**STUDI KINERJA POWER CONTROL**  
**PADA SISTEM WCDMA**  
**TUGAS AKHIR**

Oleh:


Nama : **Sapta Nugraha**

No. Mahasiswa : **07 524 023**

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta,**

**Tim Penguji,**


**(Ketua)**

  
**Dwi Ana Ratna Wati, ST, M.Eng.**

**Anggota**

  
**Wahyudi Budi Pramono, ST, M.Eng.**

**Anggota II**


  
**Medilla Kusriyanto, ST, M.Eng.**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



  
**Sito Yuwono ST, M.Sc**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Ucapan persembahan, saya sampaikan sedalam-dalamnya kepada semua jiwa yang telah membantu saya melihat dunia dan menuliskannya dalam tugas akhir ini:

- Bapak Darsin, Mamak Ertawati. Samudera cinta tanpa batas.
- Adikku Mawa Bani Astuti. Penjemangat juang kehidupan.
- My love Risha Nour Qisthina. Lentera jiwa penunjuk hati,
- Keluarga besar Mbah Pahroji. Hati besar untuk keluarga.
- Eka, Fadil, Jonet, Mpink, Iqbal, Jiva, Lebam. Jiwa sepejuangan awal, kebersamaan, keindahan jiwa.
- Hardi, Rudi, Insan, Hifni, Agus, Erik, Irdhan, Ridho, Hawam, Tomi, Fadil, serta temen-temen elektro 07. Lingkaran kompetisi dalam kuliah.
- Temen-temen aktivis kampus baik internal maupun eksternal. Pembuka jalan.
- Guru, dosen, temen sekolah, kuliah, bermain dan belajar yang tidak bisa saya sebutkan di sini semua. Pahlawan, sahabat dan hati yang berlayar bersamaku.

## MOTTO

*“.. dan barangsiapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan menjadikan baginya jalan kemudahan dalam urusannya”*

*(QS. Ath Thalaaq : 4 )*

*“ilmu itu laksana sebuah gudang, sedangkan kunci pembukanya adalah bertanya”*

*(HR. Imam Al-Thabrani)*

*“sesungguhnya tidak ada orang yang dilahirkan sudah mempunyai ilmu, karena ilmu diperoleh dengan belajar”*

*(Ibnu Mas 'ud ra)*

*“Kalau kalian mau sesuatu dan ingin menjadi sesuatu, jangan banya bermimpi dan berdoa, tapi berbuatlah, berubahlah, lakukan sekarang ini. Sekarang juga!”*

*(A. Fuadi)*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Syukur Alhamdulillah tak henti-hentinya dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang mana telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dan semoga tugas akhir ini akan bermanfaat bagi orang banyak nantinya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rosulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Semoga kita menjadi umatnya yang mendapatkan syafaat beliau di yaumul akhir nanti. Amin.

Alhamdulillah sekali lagi penulis ucapkan, karena akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Studi Kinerja *Power Control* pada Sistem WCDMA”. Sungguh banyak kisah dan pengalaman yang sangat mengesankan selama mengerjakan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya kepada beberapa pihak antara lain :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat baik secara materil maupun moril, hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

2. Bapak Tito Yuwono, ST, M.sc. selaku Pembimbing I Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan tentang Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dwi Ana Ratna Wati, ST, M.Eng. selaku Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan tentang Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas bimbingan selama saya kuliah di jurusan teknik elektro.
5. Teman – teman Hardi, Rudi, Insan, Agus, Irdhan, Hifni, dan teman-teman elektro '07 yang telah memberikan dukungan kepadaku
6. Dan banyak pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan kemampuan dan kurangnya pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dan solutif dari semua pembaca untuk kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan.

*Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, Juli 2011

Penulis

## ABSTRAKSI

*Power control* pada sistem *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA) merupakan keharusan mutlak untuk menghindari interferensi antar pengguna, terutama pada arah *uplink* sebagai akibat variasi daya yang akan menimbulkan korelasi silang. Korelasi silang adalah kode penyebar pada transmisi *uplink* dengan menggunakan kode *random*. Tanpa *power control* yang baik sistem WCDMA tidak akan menghasilkan proses *multiple access* yang optimum. Pada penelitian ini, difokuskan merancang suatu mekanisme *power control* pada kanal *uplink* dengan pendekatan *Signal to Interference Ratio* (SIR) *based* dan *Strength Based*. Dari hasil simulasi pada algoritma *strength based* nilai fluktuasi level daya berada di rentang nilai -61 dB sampai -59 dB dengan waktu sampling terdekat (*mobile station 1*) adalah 1,0 ms dan waktu sampling terjauh (*mobile station 6*) adalah 35 ms, sedangkan pada algoritma SIR *based* nilai fluktuasi level daya berada di rentang nilai -15 dB sampai -14 dB dengan waktu sampling terdekat (*mobile station 7*) adalah 1,0 ms dan waktu sampling terjauh (*mobile station 10*) adalah 29 ms. Waktu sampling ini didasarkan pada perubahan *update power control*. Hasil dari penelitian perbandingan pencapaian nilai untuk kinerja *power control* SIR *based* lebih baik dibandingkan kinerja *power control strength based*.

**Kata kunci :** *Power Control, WCDMA, SIR Based, Strength Based.*



## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan Penguji .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Motto.....	v
Kata Pengantar .....	vi
Abstraksi .....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xiv
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Konfigurasi Dasar Sistem Seluler .....	5
2.3 Konsep Dasar Spektrum Tersebar.....	8
2.4 Sistem Seluler WCDMA .....	10
2.4.1 Arsitektur Jaringan WCDMA .....	11

2.4.1.1 <i>Mobile Station (MS)</i> .....	12
2.4.1.2 <i>Base Station (BS)</i> .....	12
2.4.1.3 <i>Radio Network Controller (RNC)</i> .....	13
2.4.1.4 <i>Mobile Switching Center (MSC)</i> .....	13
2.4.1.5 <i>Home Location Register (HLR)</i> .....	13
2.4.2 <i>Kinerja Sistem Seluler WCDMA</i> .....	14
2.4.2.1 <i>Carrier to Interference Ratio ( C/I)</i> .....	14
2.4.2.2 <i>Eb/No</i> .....	14
2.4.2.3 <i>Kapasitas Sistem WCDMA</i> .....	15
2.4.2.4 <i>Outage Probability</i> .....	16
2.4.3 <i>Gangguan Sistem Seluler WCDMA</i> .....	17
2.4.3.1 <i>Interferensi</i> .....	17
2.4.3.2 <i>Masalah Near-Far</i> .....	18
2.4.3.3 <i>Multipath Fading</i> .....	19
2.4.4 <i>Propagation Loss</i> .....	19
2.4.4.1 <i>Long Term Fading (Fading Lambat)</i> .....	21
2.4.4.2 <i>Short Term Fading (Fading Cepat)</i> .....	23
2.5 <i>Power Control pada Sistem WCDMA</i> .....	24
2.5.1 <i>Open Loop Power Control</i> .....	25
2.5.2 <i>Closed Loop Power Control</i> .....	26
 <b>BAB III : PERANCANGAN SISTEM</b>	
3.1 <i>Kriteria Perancangan</i> .....	27

3.2 Pemodelan Sistem .....	30
3.3 Perancangan <i>Software</i> .....	32
<b>BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Metode Sebelum <i>Power Control</i> .....	35
4.1.1 <i>Strength Based</i> .....	35
4.1.2 <i>SIR Based</i> .....	38
4.1 Metode Setelah <i>Power Control</i> .....	40
4.1.1 <i>Strength Based</i> .....	40
4.1.2 <i>SIR Based</i> .....	42
4.3 <i>Outage Probability</i> .....	44
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Dasar Sistem Seluler .....	6
Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan WCDMA .....	11
Gambar 2.3 Komponen $m(t)$ dan $r_0(t)$ .....	20
Gambar 2.4 Rata-rata $r(x)$ sepanjang $2L$ .....	21
Gambar 3.1 Diagram Blok Mekanisme <i>Closed Loop Power Control</i> pada Kanal <i>Uplink</i> dengan metode <i>Fixed Step</i> .....	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Program Simulasi.....	33
Gambar 4.1 <i>Short term fading</i> terdistribusi <i>Rayleigh</i> .....	35
Gambar 4.2 Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS sebelum PC.....	36
Gambar 4.3 Daya yang diterima BS dari beberapa MS sebelum PC.....	37
Gambar 4.4 Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS sebelum PC.....	38
Gambar 4.5 Daya yang diterima BS dari beberapa MS sebelum PC.....	39
Gambar 4.6 Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS setelah PC.....	40
Gambar 4.7 Daya yang diterima BS dari beberapa MS setelah PC.....	41
Gambar 4.8 Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS setelah PC.....	42
Gambar 4.9 Daya yang diterima BS dari beberapa MS setelah PC.....	43
Gambar 4.10 <i>Level Outage Probability</i> .....	44

**STUDI KINERJA POWER CONTROL**

**PADA SISTEM WCDMA**

**TUGAS AKHIR**



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Oleh:

Nama : **Sapta Nugraha**

No. Mahasiswa : **07 524 023**

Yogyakarta,

Menyetujui,

Pembimbing I

**Tito Yuwono, ST, M.Sc.**

Pembimbing II

**Dwi Ana Ratna Wati, ST. M.Eng.**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**STUDI KINERJA POWER CONTROL**  
**PADA SISTEM WCDMA**  
**TUGAS AKHIR**

Oleh:


Nama : **Sapta Nugraha**

No. Mahasiswa : **07 524 023**

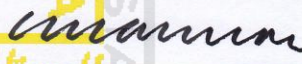
**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta,**

**Tim Penguji,**

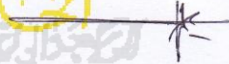
**(Ketua)**

  
**Dwi Ana Ratna Wati, ST, M.Eng.**

**Anggota**

  
**Wahyudi Budi Pramono, ST, M.Eng.**

**Anggota II**

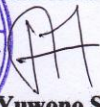
  
**Medilla Kusriyanto, ST, M.Eng.**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



  
**Eto Yuwono ST, M.Sc**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi telekomunikasi saat ini telah berkembang pesat di belahan dunia. Hal ini tidak terlepas dari semakin banyaknya negara maju yang melakukan perubahan dalam dunia teknologi terutama telekomunikasi. Hampir semua instrumen telekomunikasi menggunakan teknologi yang berbasis *selluler*. Sistem telekomunikasi berbasis *selluler* menawarkan kelebihan dibandingkan dengan Sistem *Wireline* (jaringan kabel) yaitu mobilitas, sehingga pengguna dapat bergerak kemanapun selama masih dalam cakupan layanan operator.

Salah satu sistem telekomunikasi yang berkembang pesat dan terus melakukan perubahan yaitu *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA). WCDMA merupakan teknik *multiple access* yang berdasarkan spektrum tersebar, di mana sinyal informasi disebar pada pita frekuensi yang lebih besar daripada lebar pita sinyal aslinya (informasi). Sistem WCDMA hanya memerlukan satu *channel* frekuensi radio untuk semua pemakainya, masing-masing pemakai diberi kode yang membedakan antara pengguna satu dengan yang lain. Penggunaan suatu sistem yang dapat mengatur daya optimal yang digunakan oleh *Mobile Station* (MS) untuk berkomunikasi dengan *Base Station* (BS).

Sistem WCDMA memerlukan suatu *power control* untuk meminimalisasi terjadinya interferensi antar pengguna, sebagai akibat variasi daya yang akan menimbulkan korelasi silang. Korelasi silang adalah kode penebar pada transmisi *uplink* dengan menggunakan kode *random*. Interferensi pada WCDMA sering disebut *multiple access interference* (MAI). MAI sangat mempengaruhi kualitas dan kapasitas sistem WCDMA. Tanpa *power control* yang baik sistem WCDMA tidak akan menghasilkan proses *multiple* akses yang optimum.

Oleh karena itu, agar mendapat kualitas dan kapasitas yang optimum, maka level daya yang diterima *base station* (BS) dari setiap pelanggan harus sama. Hal ini diwujudkan dengan mengatur level daya yang dipancarkan oleh *mobile station* (MS) menggunakan teknik *power control*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut : bagaimana merancang suatu mekanisme *power control* pada kanal *uplink* dengan pendekatan *Signal to Interference Ratio* (SIR) *based* dan *Strength Based*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat penelitian pada *Power Control* WCDMA ini adalah sebagai berikut:

1. menyamakan level daya pancar yang diterima oleh *base station* (BS) dalam jaringan WCDMA.



2. mengetahui prinsip kerja *power control* pada sistem WCDMA.
3. mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan algoritma *power control strength based* dan *SIR based* terhadap kinerja sistem WCDMA.
4. mengetahui algoritma *power control* yang lebih handal terhadap kinerja sistem WCDMA.
5. terwujudnya kualitas dan kapasitas yang optimum pada level daya melalui simulasi *software*.
6. diharapkan dapat menjadi bahan referensi bagi mahasiswa atau pengguna teknologi industri yang ingin mengembangkan sistem ini lebih lanjut.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dengan adanya batasan masalah, dapat lebih menyederhanakan dan mengarahkan penelitian dan pembuatan aplikasi agar tidak menyimpang dan sesuai dengan judul yang telah diangkat untuk diteliti dan dikembangkan. Adapun batasan-batasan masalahnya antara lain :

1. Tugas Akhir ini membatasi permasalahan pada pengontrolan level daya yang diterima *base station* (BS) dari setiap pelanggan agar sama.
2. Satu *mobile station* (MS) sebagai objek observasi dalam tiap sel dengan MS yang lain sebagai penginterferensi.
3. Mekanisme *power control* hanya pada kanal *uplink*.
4. Algoritma berdasarkan *strength based* dan *SIR based*.
5. Kinerja *power control* berdasarkan kuantisasi *fixed step size*.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab bagian isi laporan, dengan penjelasan bab sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini diuraikan mengenai teori-teori yang mendukung dalam pelaksanaan serta penyelesaian perancangan suatu mekanisme *power control* pada kanal *uplink* dengan pendekatan *Signal to Interference Ratio (SIR) based* dan *Strength Based*.

### **BAB III : PERANCANGAN SISTEM**

Menjelaskan tentang perancangan sistem, cara kerja sistem, dan juga menguraikan *flowchart* dari kerja sistem yang akan diteliti dalam proses pembuatan aplikasi dan perancangan algoritma *power control* yang akan digunakan nanti.

### **BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Membahas tentang hasil pengujian dan analisis data dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem atau uraian ilmiah yang lain.

### **BAB V : PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan, performansi sistem, serta keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan dan juga asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

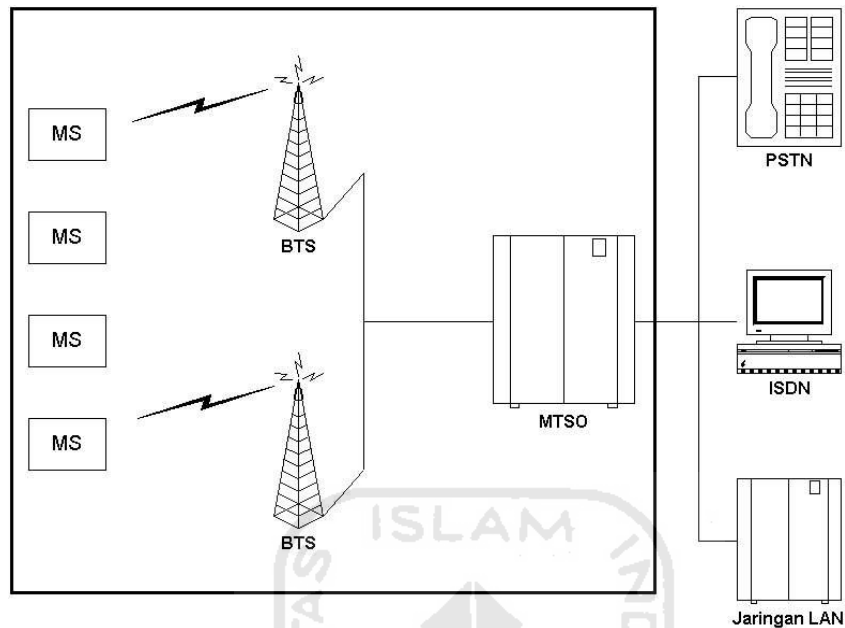
Teknologi komunikasi terus berkembang seiring dengan bertambahnya tahun. Komunikasi tanpa kabel (*wireless*) cukup diminati di berbagai negara sebagai salah satu solusi untuk mencukupi kebutuhan sarana telekomunikasi.

Peranan telekomunikasi bergerak, khususnya sistem komunikasi selular dirasakan semakin dibutuhkan keberadaannya. Karena diharapkan dengan adanya sarana telekomunikasi bergerak tersebut akan lebih dapat memudahkan bagi para pengguna untuk berkomunikasi.

Sistem telekomunikasi bergerak selular, merupakan sistem telekomunikasi yang dapat menghubungkan pemakai pada telepon biasa dan pemakai telepon selular yang lain.

#### **2.2 Konfigurasi Dasar Sistem Selular**

Telepon selular atau juga disebut radio selular adalah metode yang praktis dan andal dalam komunikasi suara dan data diantara pemakai bergerak dan diantara sistem telepon biasa. Gambar 2.1 akan memperlihatkan konfigurasi dasar dari sistem komunikasi bergerak selular yang akan diuraikan berikut ini:



**Gambar 2. 1 Konfigurasi Dasar Sistem Selular**

Pada sistem komunikasi bergerak selular terdapat tiga bagian komponen yang utama, yaitu:

1. *Mobile Telephone Switching Office (MTSO)*

MTSO berfungsi sebagai pusat penyambungan pembicaraan dan pencatat pulsa. MTSO juga dikenal sebagai *Mobile Switching Central (MSC)* dan lebih dikenal dengan sebutan “sentral”. Dalam sistem selular terdapat satu atau lebih MTSO yang mengendalikan seluruh kegiatan pelayanan sistem. MTSO terhubung ke PSTN melalui suatu antar muka (*interface*). Panggilan dari dan ke pelanggan bergerak dihubungkan oleh dan melalui MTSO. Selain itu MTSO juga menyiapkan *signalling* yang diperlukan untuk melakukan panggilan.

2. *Base Transceiver Station (BTS)*

*Base Tranceiver Station* sering juga disebut dengan *Radio Base Station* (RBS). BTS merupakan penghubung antar terminal pelanggan dan sentral melalui kanal frekuensi radio. Sering disebut sebagai *cell site*. Untuk mencakup suatu daerah pelayanan dibutuhkan satu atau lebih BTS, tergantung jumlah sel di dalam pelayanan.

BTS terdiri dari :

a. Unit Kontrol

Unit kontrol digunakan untuk komunikasi data dengan MTSO serta data *signaling* dengan *Mobile Station* (MS) dalam jaringan radio. Unit kontrol ini berfungsi sebagai manajemen kanal radio, misalnya untuk menangani *handoff* dan untuk mengontrol level daya pancar pada *base station* dan *mobile unit*.

b. Unit Kanal

Perangkat pemancar dan penerima akan diperlengkapi atau diberikan dalam setiap unit kanal. Sebagian besar unit kanal adalah unit kanal bicara. Unit kanal pada suatu ketika akan berfungsi menyalurkan panggilan, tergantung pada jumlah panggilan pada BTS yang harus dilaksanakan.

3. *Mobile Station* (MS)

*Mobile station* merupakan peralatan yang kecil dan ringan yang digunakan oleh pelanggan. Dengan kata lain, *mobile station* (MS) ini dikenal dengan

sebutan *handset* atau *handphone*. Di dalam MS terdapat perangkat pemancar dan penerima, unit logika untuk *signalling* data dan peralatan telepon yang dilengkapi *keypad*. Hanya *handset* yang sah dan tercatat di sentral yang bisa mendapatkan layanan selular.

### 2.3 Konsep Dasar Spektrum Tersebar

Sistem telekomunikasi dengan teknologi spektrum tersebar mula-mula dikembangkan di kalangan militer karena memiliki sifat-sifat istimewa yang cocok diterapkan pada bidang tersebut, yaitu tahan terhadap derau, mampu menembus *jamming* dan kerahasiaan data yang tinggi.

Sekarang ini teknologi spektrum tersebar sudah pula dikembangkan di luar kalangan militer. Pengembangan sistem ini terutama untuk sistem-sistem akses jamak.

Sistem spektrum tersebar memiliki keistimewaan yang khas, yaitu sinyal yang ditransmisikan memiliki lebar pita yang jauh lebih besar dari lebar pita informasi, dimana penyebaran spektrum tersebut dilakukan oleh fungsi penyebar tersendiri, yang tidak tergantung pada informasi yang disampaikan.

Konsep komunikasi spektrum tersebar didasarkan pada teori C.E. Shannon untuk kapasitas saluran, yaitu :

$$C = W \log_{\alpha} \left( 1 + \frac{S}{N} \right) \quad (2.1)$$

di mana:

$C$  = kapasitas kanal transmisi (bit/detik)

$W$  = lebar pita frekuensi transmisi (Hz)

$N$  = daya derau (watt)

$S$  = daya sinyal (watt)

Berdasarkan rumusan (2.1) jika daya *noise* tidak dapat dikurangi, kapasitas sistem dapat ditambah dengan cara menambah level sinyal daya  $S$  atau dengan memperbesar *bandwidth* transmisi, seperti yang sudah diaplikasikan pada teknik *spread spectrum* WCDMA.

Sistem WCDMA mengaplikasikan konsep *spread spectrum* dengan melakukan *spreading* pada data simbol atau bit dengan menggunakan *spreading sequence* yang unik pada setiap *user*. Sistem spektrum tersebar yang paling banyak dipakai sekarang ini adalah DSSS (*Direct Sequence Spektrum*) terbesar. Pada sistem ini, sinyal pembawa dimodulasi secara langsung (*direct*) oleh data terkode. Sebagai pengkode data dipakai deret kode (*code sequence*) yang memiliki sifat *random*. Pada pemancar DSSS, data dikodekan dengan deret kode berkecepatan tinggi. Pada proses pengkodean inilah terjadi penyebaran *spektrum*. Sedangkan, pada penerima DSSS terdiri dari dua bagian, yaitu bagian *sinkronisasi* deret kode dan *demodulator* BPSK.

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* akses secara CDMA, sulit untuk disadap sehingga kerahasiaan lebih terjamin.

## 2.4 Sistem Seluler WCDMA

WCDMA merupakan suatu teknologi modulasi dan metode akses jamak yang bekerja berdasarkan teknologi *spread spectrum*, khususnya *Direct Sequence Spread Spectrum*, seperti halnya teknologi sebelumnya yaitu CDMA. Dengan teknologi ini, sinyal informasi ditransmisikan melalui bidang frekuensi yang jauh lebih lebar dari bidang frekuensi sinyal informasi, atau dengan kata lain sinyal informasi ditransmisikan dengan melalui proses penebaran sinyal informasi oleh kode penebar ke dalam bidang frekuensi yang lebar. Perbedaan dengan teknologi sebelumnya khususnya *Narrowband CDMA* salah satunya adalah terletak pada kecepatan kode penebar, dimana NCDMA sebesar 1,23 Mbps dan WCDMA sebesar 5-20 Mbps. WCDMA didasarkan pada teknologi dengan kecepatan *chip* 4,096 Mcps dan memberikan lebar setiap kanalnya hingga 5 MHz.

Dalam kaitannya dengan komunikasi bergerak selular, WCDMA sebagai *platform* layanan komunikasi bergerak generasi ketiga dapat mendukung dua jenis teknik penyambungan yaitu *packet switched* dan *circuit switched* seperti *internet* (dengan dukungan IP) dan sambungan telepon standar. Sejak awal, WCDMA didisain untuk layanan data kecepatan tinggi seperti paket data dari kecepatan 384 kbps pada kondisi bergerak atau area yang luas hingga 2 Mbps pada kondisi *stasioner* atau lokal.

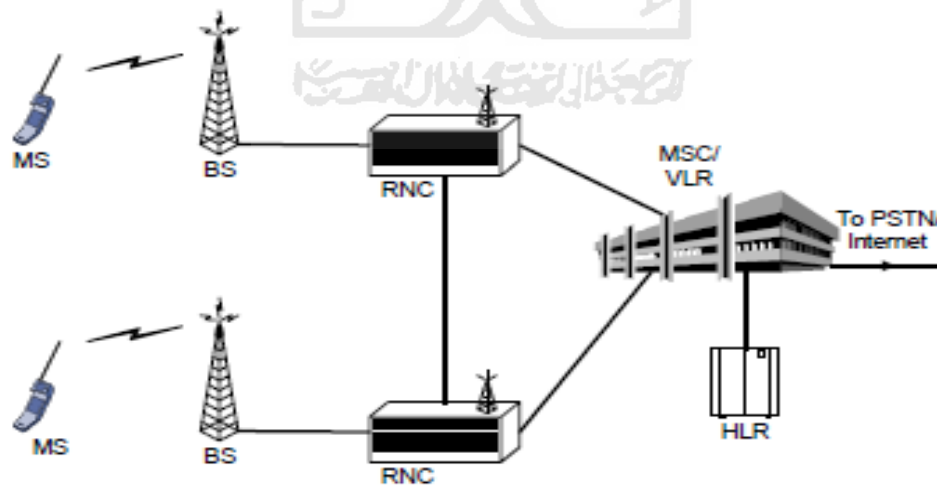
Teknologi WCDMA memungkinkan *user* untuk mengakses layanan yang berbeda dalam waktu yang bersamaan. Sebagai gambaran bahwa dengan teknologi WCDMA, seorang *user* dapat mengadakan sambungan pembicaraan (*voice call*) dengan lawan



bicaranya melalui *mobile* terminal dan pada saat yang bersamaan juga dapat mengakses *database* jarak jauh atau menerima *e-mail* pada terminal yang sama.

#### 2.4.1 Arsitektur Jaringan WCDMA

Teknologi telekomunikasi *wireless* generasi ketiga (3G) yaitu *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS). *Universal Mobile Telecommunication System* merupakan suatu evolusi dari GSM, dimana *interface* radionya adalah WCDMA, mampu melayani transmisi data dengan kecepatan yang lebih tinggi, kecepatan data yang berbeda untuk aplikasi-aplikasi dengan *QoS* yang berbeda. Berikut ini adalah gambar arsitektur jaringan UMTS, yaitu terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.2 Arsitektur jaringan WCDMA

Komponen utama yang menyusunnya adalah :

- *Mobile Station (MS)*
- *Base Station / Base Transceiver Station (BS/BTS)*
- *Radio Network Controller (RNC)*
- *Mobile Switching Center (MSC)*
- *Home Location Register (HLR)*

#### **2.4.1.1 Mobile Station (MS)**

*Mobile station* yang digunakan dalam sistem WCDMA bersifat *portable* dan memenuhi persyaratan akan pelayanan multimedia yang ditawarkan oleh operator jaringan WCDMA. Selain itu mobile terminal harus pula mendukung layanan yang ditawarkan oleh GSM (*dual mode*) dalam kaitannya pengintergrasian dengan jaringan global yang ada sekarang ini. Untuk mengaktifkan *mobile station*, termasuk inisialisasi dan registrasi, dapat digunakan *smartcard* yang disebut dengan USIM *card* (UMTS *Subscriber Identification Module*).

#### **2.4.1.2 Base Station (BS)**

Fungsi utama dari *base station* adalah untuk memberikan lingkupan radio dan juga menyediakan *interface* udara ke *user*. Fungsi lain yang ada dalam *base station* termasuk radio *transceiver*, pengkodean kanal, pengendalian panggilan, pendeteksian akses dan penyediaan kanal radio.

#### **2.4.1.3 Radio Network Controller (RNC)**

RNC menyediakan semua hal yang diperlukan untuk pengendalian radio lokal seperti *handover intra* RNC, pengontrolan satu atau lebih *base station*, pengendalian daya, dan alokasi kanal. RNC juga bertindak sebagai suatu *consentrator site* untuk trafik dan *signalling*. RNC dibangun dengan ATM *switch*, karena hubungan RNC dengan jaringan inti menggunakan *interface* ATM. Dengan menggunakan ATM/AAL2, pengkodean kecepatan yang bervariasi dari suara maupun paket data dapat dilakukan dengan kapasitas *transport* yang terjaga dalam jaringan.

#### **2.4.1.4 Mobile Switching Center (MSC)**

MSC merupakan sentral dari jaringan yang menyediakan fasilitas *routing* dan pengendalian sambungan, pelayanan *interworking*, *billing*, interkoneksi ke jaringan lain dan PSTN. Pada MSC juga terdapat komponen yang disebut *Visitor Location Register* (VLR) yang berfungsi sebagai *register* penyedia pembaruan (*updating*) lokasi, informasi lokasi dan *database* lokal.

#### **2.4.1.5 Home Location Register (HLR)**

HLR merupakan *database* utama jaringan dan mengandung seluruh informasi pelanggan termasuk pelayanan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

## 2.4.2 Kinerja Sistem Seluler WCDMA

Parameter yang menjadi ukuran kinerja system WCDMA seluler berdasarkan spektrum tersebar adalah sebagai berikut:

### 2.4.2.1 Carrier to Interference Ratio ( C/I)

Kinerja komunikasi bergantung pada *signal to noise ratio* (S/N). Kinerja yang baik adalah sinyal lebih kuat relatif terhadap *noise*. Sistem seluler mengizinkan pengulangan frekuensi yang sama secara simultan, oleh *multiple user* dalam sel-sel tetangganya.

Semua sinyal dari MS sampai di BS dengan level daya yang sama. Hal ini diperlukan untuk menghindari masalah *near-far*. *C/I* diformulasikan sebagai berikut :

$$C/I = \frac{P_m}{(N_u - 1)P_m} = \frac{1}{N_u - 1} \approx \frac{1}{N_u} \quad (2.2)$$

di mana :

*C/I* = *carrier to interference* (dB)

*N<sub>u</sub>* = Jumlah *user*

*P<sub>m</sub>* = daya yang diterima BS dari MS (dB)

### 2.4.2.2 Eb/No

Dalam hal ini perhitungan Eb/No bertujuan untuk mendapatkan nilai Eb/No sinyal yang diterima oleh BS dari masing-masing *user*. Jika sinyal yang dipancarkan *user* telah mencapai Eb/No minimum yang diminta, maka hubungannya dengan BS

akan dipertahankan. Sedangkan jika nilai Eb/No berada di bawah minimum, maka hubungan akan terputus.

Eb/No didefinisikan sebagai perbandingan energi sinyal per bit terhadap kerapatan daya derau (*noise*). Derau yang dimaksud adalah kombinasi antara termal dan interferensi yang ditimbulkan oleh *user* lain dalam sistem. Penurunan perbandingan Eb/No menunjukkan tingkat daya interferensi relatif meningkat jika dibandingkan dengan tingkat daya informasi. Perbandingan antara energi bit terhadap derau diberikan oleh persamaan berikut :

$$\frac{Eb}{No} = \left( \frac{Pm}{I_{tot}} \right) \left( \frac{W}{R} \right) = \frac{C}{I} \times ProssGain \quad (2.3)$$

di mana :

Pm = daya yang diterima BS dari MS (dB)

$I_{tot}$  = interferensi total

W = kecepatan chips (4,096 Mcps)

R = kecepatan data (32 kbps)

$C/I$  = *carrier to interference* (dB)

#### 2.4.2.3 Kapasitas Sistem WCDMA

Kapasitas berhubungan dengan C/I. Kapasitas sistem dengan menurunkan aproksimasi total interferensi yang lebih baik yaitu :

$$I_{tot} = \frac{[(N-1)Pm]F}{G_A G_V} \times N_o W \quad (2.4)$$

di mana :

$(N - 1)P_m$  adalah interferensi pada sel referensi

$F$  adalah *factor reuse* akibat interferensi sel ( untuk WCDMA = 1)

$G_A$  adalah *factor gain* sektorisasi antenna (2,4 untuk 3 sektor)

$G_V$  adalah *gain* aktifitas suara ( ~ 2,5)

$W$  adalah kecepatan chips (4,096 Mcps)

$R$  adalah kecepatan data (32 kbps)

$N_o$  adalah Daya *noise*

Kapasitas sistem WCDMA dinyatakan dalam :

$$C \approx \left( \frac{W/R}{E_b/N_o} \right) \cdot \left( \frac{G_A G_V}{F} \right) \quad (2.5)$$

#### 2.4.2.4 Outage Probability

*Outage probability* merupakan parameter berikutnya yang menjadi tolok ukur kinerja *power control* dalam sistem WCDMA. *Outage probability* adalah perbandingan antara nilai SIR yang terjadi dalam simulasi (lapangan) dengan nilai SIR target (*threshold*). Nilai *Outage Probability* yang semakin mendekati nilai nol (*zero mean outage probability*) menunjukkan sistem semakin baik, yang artinya bahwa nilai SIR mendekati nilai *threshold* (Abdurrazak, 2004).

Persamaan yang digunakan adalah:

$$Outage\ probability = \left| \frac{SIR_t - SIR}{SIR_t} \right| \times 100 \quad (2.6)$$

dengan :

$SIR_t$  : SIR target

### 2.4.3 Gangguan Sistem Seluler WCDMA

#### 2.4.3.1 Interferensi

Interferensi yang dialami oleh *user* pada komunikasi bergerak seluler sistem WCDMA terutama disebabkan oleh pemakaian kanal pita frekuensi secara bersama-sama. Interferensi yang terjadi dapat berasal dari *user* yang berada pada sel yang sama maupun interferensi yang berasal dari sel-sel yang berdekatan dengan sel tempat *user* berada. Pada saat terdapat peningkatan permintaan jumlah kanal maka daya derau yang diterima oleh seorang *user* dari *user* lain yang menempati kanal-kanal tersebut juga meningkat. Dengan meningkatnya daya derau dari *user* lain maka daya pancar *user* yang diterima oleh BS akan semakin melemah.

Besarnya daya yang diterima BS dari setiap *user* juga dipengaruhi oleh jarak antara BS dengan *user* yang bersangkutan. *User* yang lokasinya berdekatan dengan BS akan mengalami rugi-rugi propagasi yang lebih kecil dibandingkan dengan *user* yang berada jauh dengan BS sehingga akan mendominasi interferensi bagi *user* lain.

Besarnya interferensi yang terjadi di dalam sel dengan jumlah  $N$  *user* diberikan oleh persamaan berikut :

$$I_{in} = (N - 1)Pm \quad (2.7)$$

di mana :

$I_{in}$  = interferensi dari dalam sel

$N$  = jumlah *user* (kanal)

$P_m$  = daya sinyal yang diterima

#### 2.4.3.2 Masalah Near-Far

Masalah utama dalam implementasi *direct-sequence* WCDMA adalah masalah *near-far*. Masalah ini terjadi karena semua sinyal dipancarkan pada pita frekuensi yang sama dan dalam waktu yang sama, sehingga daya dari *mobile station* yang lebih kuat akan menutupi daya dari *mobile station* yang lebih lemah.

Jika dimisalkan ada  $M$  *mobile station* dalam suatu lingkungan akses jamak yang masing-masing berbeda jaraknya terhadap penerima, misalkan penerima mencoba untuk mendeteksi sinyal dari mobil- $i$  yang berjarak lebih jauh dari *mobile station*- $j$  maka untuk daya pancar yang sama sinyal- $j$  akan tiba di penerima lebih kuat dan akan menutupi sinyal- $i$ .

Pembatas dari performansi sistem dan jumlah *mobile station* yang dapat berbicara secara bersama-sama adalah fungsi dari kemampuan sistem untuk mengatasi masalah *near-far* ini. Level daya semua sinyal yang sampai pada penerima harus sama (atau berbeda antara 1 sampai 2 dB).

Masalah ini dapat diatasi dengan penggunaan *power control* dinamis untuk menyamakan level sinyal terima. Jadi, untuk sistem selular WCDMA daya pancar masing-masing *mobile station* harus dapat dikontrol (dapat berubah-ubah). Apabila semua sinyal tiba dengan level daya yang sama maka akan diperoleh kapasitas sistem maksimum untuk perbandingan sinyal terhadap interferensi tertentu.



Daya pancar dari *mobile station* didasarkan pada daya yang diterima. Daya terima ini tergantung pada redaman propagasi dan *shadowing*.

#### **2.4.3.3 Multipath Fading**

Dalam komunikasi selular, pada umumnya sinyal yang sampai ke antena penerima *mobile station* tidak hanya berasal dari sinyal lintasan langsung tetapi juga dari lintasan pantul. Jadi sinyal yang sampai itu merupakan penjumlahan dari banyak sinyal. Karena panjang setiap lintasan tidak sama maka masing-masing sinyal mengalami *delay* yang berbeda-beda sehingga informasi akan mengalami *delay spread* (TM). Nilai tipikal dari *delay spread* untuk daerah urban berkisar 2-5 ms dan dapat menyebabkan interferensi intersymbol (ISI).

*Multipath fading* ini dapat pula menyebabkan variasi sinyal terima yang sangat besar karena sinyal-sinyal tersebut dapat saling menguatkan maupun saling melemahkan. Variasi sinyal ini disebut sebagai *Rayleigh fading*.

#### **2.4.4 Propagation Loss**

*Propagation loss* mencakup semua pelemahan yang diperkirakan akan dialami sinyal ketika berjalan dari *base station* ke *mobile station*. Adanya pemantulan dari beberapa obyek dan pergerakan *mobile station* menyebabkan kuat sinyal yang diterima oleh *mobile station* bervariasi dan sinyal yang diterima tersebut mengalami *path loss*. *Path loss* akan membatasi kinerja dari sistem komunikasi bergerak sehingga memprediksikan *path loss* merupakan bagian yang penting dalam

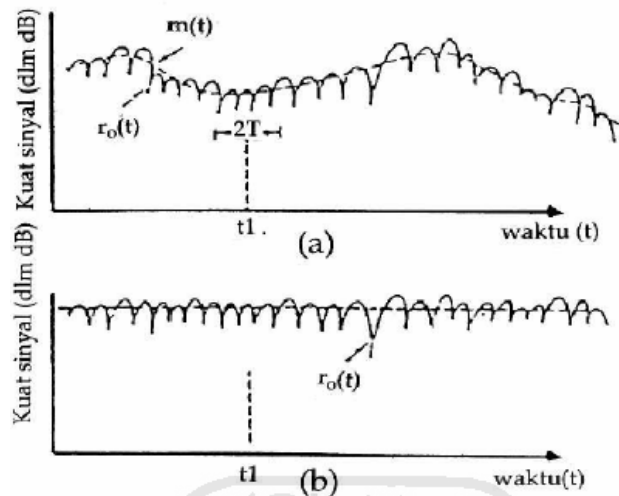
perencanaan sistem komunikasi bergerak. *Path loss* yang terjadi pada sinyal yang diterima dapat ditentukan melalui suatu model propagasi tertentu.

Model propagasi biasanya memprediksikan rata-rata kuat sinyal yang diterima oleh *mobile station* pada jarak tertentu dari *base station* ke *mobile station*. Disamping itu, model propagasi juga berguna untuk memperkirakan daerah cakupan sebuah *base station* sehingga ukuran sel dari *base station* dapat ditentukan. Model propagasi juga dapat menentukan daya maksimum yang dapat dipancarkan untuk menghasilkan kualitas pelayanan yang sama pada frekuensi yang berbeda. Perkiraan rugi lintasan propagasi yang dilalui oleh gelombang yang terpancar dapat dihitung dengan rumusan *free space*, *Lee* dan *Hata*.

Sinyal radio bergerak secara matematis dapat ditulis sebagai:

$$r(t) = m(t) \cdot r_0(t) \quad (2.8)$$

Komponen  $m(t)$  disebut *local mean*, *long term fading*, atau *fading* lambat yaitu *fading* yang disebabkan oleh kontur daerah antara *base station* dan *mobile station*. Komponen  $r_0(t)$  disebut *multipath fading*, *short term fading* atau *fading* cepat yaitu *fading* disebabkan oleh gelombang pantul dari struktur di sekitar *mobile station*, seperti gedung dan rumah. Komponen  $m(t)$  dan  $r_0(t)$  diperlihatkan pada gambar berikut :



a. Sinyal fading      b. Fading cepat

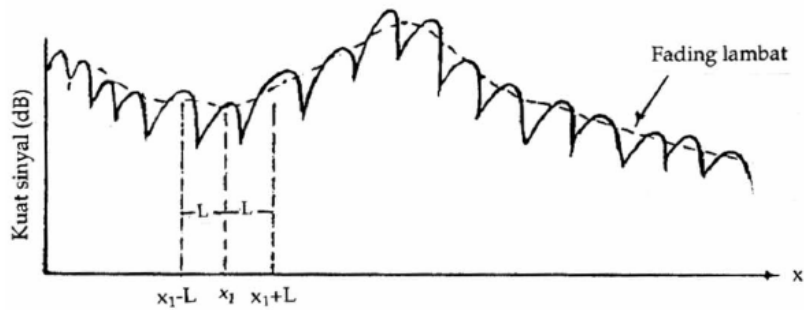
**Gambar 2.3** Komponen  $m(t)$  dan  $r_0(t)$

#### 2.4.4.1 Long Term Fading (Fading Lambat)

*Fading* lambat adalah rata-rata dari sinyal *fading*  $r(t)$  berupa garis putus-putus pada gambar yang juga disebut *local mean*. Perkiraan *local mean*  $m^{\wedge}(x)$  pada titik  $x_i$  sepanjang sumbu  $x$  dapat dinyatakan secara matematis dengan:

$$m(x) = \frac{1}{2L} \int_{X1-L}^{X1+L} r(x) d(x) \quad (2.9)$$

$$m(x) = \frac{1}{2L} \int_{X1-L}^{X1+L} m(x) r_0(x) d(x) \quad (2.10)$$



**Gambar 2.4 Rata-rata  $r(x)$  sepanjang  $2L$**

Berdasarkan perhitungan secara statistik diperoleh besar  $2L$  yang tepat adalah  $20\chi-40\chi$  (6-13 m pada frekuensi 900 MHz) dengan jumlah titik pengamatan 36 buah yang mempunyai kesalahan perkiraan sebesar 1 dB.

Penyebab *fading* lambat adalah perubahan konfigurasi alami antara *base station* dan *mobile station* yang akan menyebabkan fluktuasi *path loss* akibat efek bayangan dari penghalang alam (*shadowing*). Ketika bergerak mengitari *base station* akan terlihat kuat sinyal naik turun tergantung ada tidaknya penghalang. *Fading* lambat sinyal radio *mobile* bervariasi pada setiap titik pada jarak  $R$  dari *base station* mengikuti distribusi normal. Fungsi rapat peluang dari distribusi normal adalah:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (2.11)$$

di mana:

$\bar{x}$  = *fading* lambat (*local mean*)

$\bar{x}$  = rata-rata dari semua *fading* lambat

$\sigma$  = standar deviasi dari  $x$  (dB) merupakan variasi level sinyal  $x$  disekitar  $\bar{x}$ .

Besarnya  $\sigma$  tergantung dari lingkungan radio *mobile* dan frekuensi yang digunakan.

#### 2.4.4.2 Short Term Fading (Fading Cepat)

*Fading* cepat disebut juga *fading* lintas jamak, terjadi karena adanya lintasan ganda yang disebut sebagai *multipath*. Hal ini terjadi karena adanya pantulan gelombang dari benda-benda seperti rumah, gedung, mobil, pohon dan benda-benda lain di sekitar *mobile station*. *Multipath* ini dapat menyebabkan daya jelajah sinyal menjadi lebih besar, tetapi dapat pula menyebabkan *delay spread* yang dapat menyebabkan terjadinya kesalahan bit pada komunikasi digital.

Karena perbedaan lintasan yang ditempuh, maka akan menyebabkan perbedaan amplitudo dan fasa dari sinyal yang tiba pada *mobile station*. Sinyal-sinyal itu dapat saling meniadakan apabila fasanya berbeda  $180^\circ$  dan saling menguatkan apabila fasanya sama.

*Fading* cepat ini terdistribusi mengikuti distribusi *Rayleigh*, sehingga *fading* ini disebut *Rayleigh fading*, yang mempunyai persamaan fungsi rapat peluang :

$$P(r) = \begin{cases} \frac{\pi r}{2m^2} e^{-\left(\frac{\pi r^2}{4m^2}\right)} & r \geq 0 \\ 0 & r < 0 \end{cases} \quad (2.12)$$

di mana:

$r$  = *fading* cepat sinyal penerima

$m$  = *local mean* dari  $r$

Cadangan *fading* untuk *fading* cepat biasanya diperoleh dari teknik diversitas pada antena penerima.

## 2.5 Power Control pada Sistem WCDMA

*Power control* memegang peranan yang penting dalam komunikasi *wireless*. *Power control* meliputi *uplink power control* dan *downlink power control*. *Power control downlink* digunakan untuk memperbesar kapasitas sistem, sedangkan pada *uplink* digunakan untuk mengontrol hubungan dan batas *threshold* penerimaan *mobile station*. Pada kanal *uplink*, *power control* yang digunakan merupakan kombinasi *close loop* dan *open loop power control* dalam mendeteksi daya sinyal yang diterima dari *mobile station*. Pada *close loop power control*, *base station* secara terus-menerus mengukur level sinyal yang diterima dari *mobile station*. Dari informasi level sinyal yang diterima tersebut, maka *base station* menentukan perintah *power control* yang dikirimkan melalui kanal *downlink* DPCCCH ke *mobile station*. Prosedur *power control* secara lebih jelasnya diuraikan sebagai berikut:

### a. Uplink Power Control

- *Mobile station* mentransmisikan inisialisasi daya ke arah *base station*.
- *Base station* mengkalkulasikan inisialisasi daya tersebut (*open loop*) dengan estimasi *pathloss* dan *interferensi*.
- *Base station* mengukur besar C/I pada sinyal yang diterima, lalu mentransformasikannya ke dalam nilai Eb/No dan membandingkannya dengan Eb/No yang ditargetkan.

- Jika nilai  $E_b/N_0$  lebih kecil dari target, maka *base station* meminta *mobile station* untuk menaikkan dayanya secara bertahap, begitupula sebaliknya (*close loop*).

*b. Downlink Power Control*

- *Base station* mentransmisikan inisialisasi daya ke arah *mobile station*.

- *Mobile station* mengkalkulasi inisialisasi daya tersebut (*open loop*) dengan estimasi *pathloss* dan *interferensi*.

- *Mobile station* mengukur besar C/I pada sinyal yang diterima. Lalu mentransformasikannya ke dalam nilai  $E_b/N_0$  dan membandingkannya dengan nilai  $E_b/N_0$  yang ditargetkan.

- Jika nilai  $E_b/N_0$  lebih kecil dari target yang dipersyaratkan, maka perintah untuk menaikkan daya dikirimkan ke *base station*, begitupula sebaliknya (*close loop*).

Mekanisme pengaturan yang dapat mengatur daya pancar dari setiap *mobile station* sehingga daya tersebut dapat diterima *base station* dengan besar daya yang sama disebut *power control* atau dalam WCDMA disebut *Transmitte Power Control* (TPC). Keuntungan dari pengontrolan daya yaitu penghematan daya karena daya yang dipancarkan oleh *base station* sesuai dengan daya yang diterima oleh *mobile station*. Pengontrolan daya dilakukan *base station* dengan mengirimkan sinyal secara *continue*.

### **2.5.1 Open Loop Power Control**

Prinsip algoritma *open loop power control* ini bekerja untuk menyamakan besar daya yang diterima *base station* oleh setiap *user* yang dapat berbeda-beda

disebabkan oleh faktor jarak (*near-far*) dan *shadowing*. Pada *open loop power control*, *mobile station* mengestimasi daya pancarnya berdasarkan pada estimasi daya sinyal *downlink*. Proses ini tidak membutuhkan informasi *feedback* sehingga disebut *open loop*. Hal ini dimungkinkan karena redaman propagasi pada kanal *uplink* dan *downlink* diasumsikan sama.

### **2.5.2 Closed Loop Power Control**

*Closed loop power control* bertujuan untuk mengurangi dampak redaman yang tidak berkorelasi antara kanal *uplink* dan *downlink*. Hal ini berakibat informasi *feedback* dari *base station* yang berupa rasio sinyal yang diterima terhadap *interferensi* (SIR) ataupun daya sinyal yang diterima mutlak diperlukan untuk mengestimasi kondisi kanal *uplink* agar *mobile station* dapat menyesuaikan daya pancarnya terhadap kondisi kanal pada waktu yang bersamaan.

Algoritma tahapan *closed loop power control* meliputi beberapa tahapan. *Base station* mengestimasi nilai SIR untuk masing-masing user. SIR hasil estimasi ini kemudian dibandingkan dengan SIR target untuk menghasilkan sinyal *error*. Sinyal *error* ini kemudian dikuantisasi menjadi bit *biner* yang disebut dengan PCC (*power control command*) sebelum ditransmisikan ke *mobile station*. Selanjutnya *mobile station* akan menentukan besar pengaturan daya yang diperlukan berdasarkan informasi bit PCC ini.



## BAB III

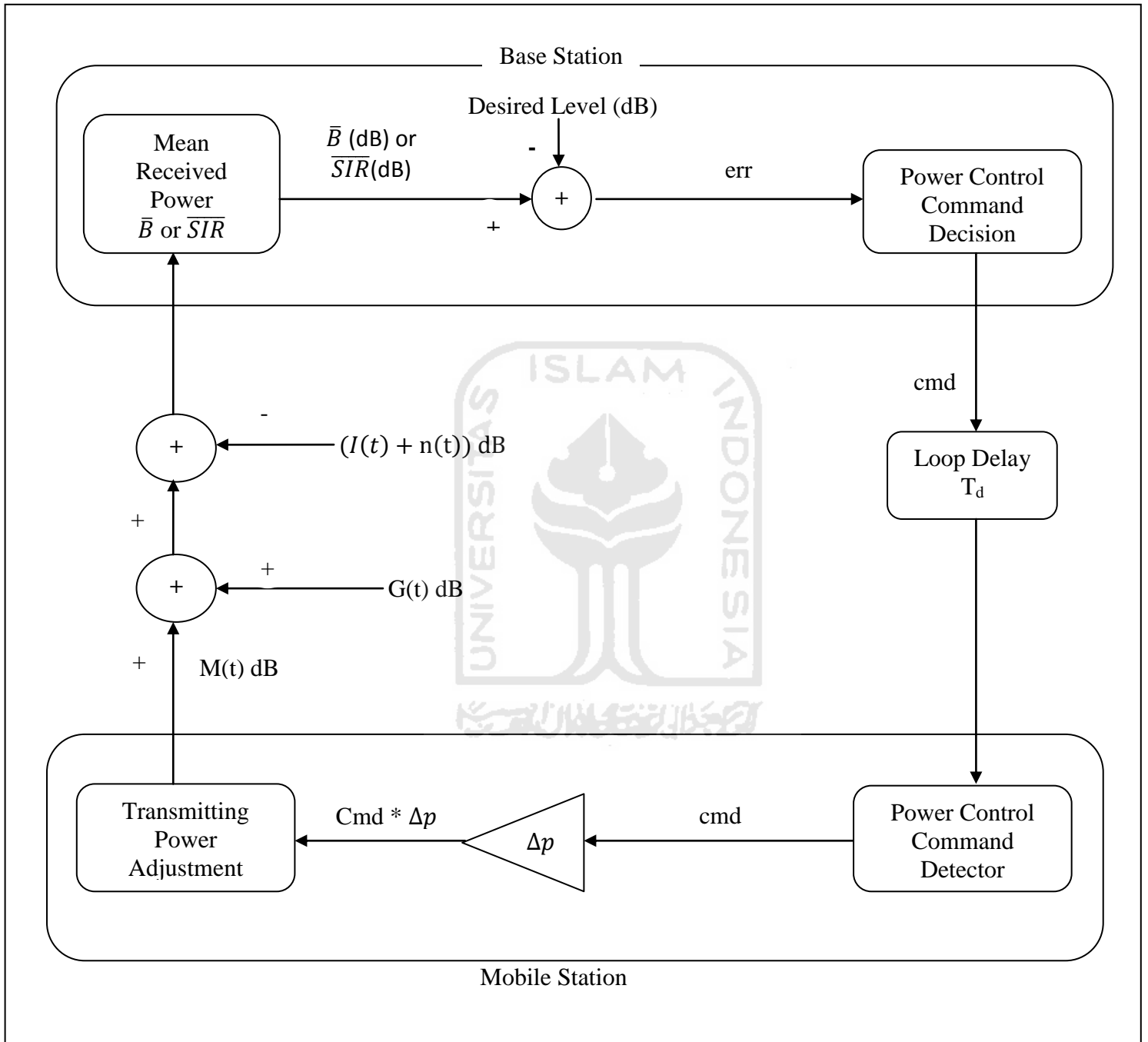
### PERANCANGAN SIMULASI

Tujuan dari simulasi tugas akhir ini adalah untuk menunjukkan cara kerja *closed loop power control* kemudian merancang suatu mekanisme *power control* dengan pendekatan *Signal to Interference Ratio (SIR) based* dan *Strength Based*. Cara kerja *closed loop power control* ditunjukkan dengan simulasi perangkat lunak *matlab*.

#### 3.1 Kriteria Perancangan

Mekanisme *power control* mempunyai dua pendekatan algoritma, yaitu *strength based* dan *SIR based* berdasarkan pada objek yang berbeda. Mekanisme *strength based* didasarkan pada ide awal *power control*, yaitu menjaga daya dari semua sinyal yang diterima pada *base station* berada pada level yang sama untuk mengurangi efek *near-far*. Sementara mekanisme *SIR based* didasarkan pada objek untuk secara langsung mengontrol kualitas komunikasi atau kinerja sistem sesuai dengan *SIR* yang diterima pada *base station*.

Berikut ini diagram blok mekanisme *power control* pada kanal *uplink* yang dibahas dalam tugas akhir ini.



**Gambar 3.1 Diagram Blok Mekanisme *Closed Loop Power Control* pada Kanal**

*Uplink dengan metode Fixed Step*

Jika *base station* mengukur *mean* daya sinyal yang diterima dalam suatu periode pengukuran daya, dinyatakan dalam  $\bar{B}$ , membandingkan  $\bar{B}$  (dB) dengan level daya yang diinginkan  $D$  (dB) yang ditetapkan pada *base station*, maka *power control* ini menerapkan mekanisme *strength based*.

Dalam bahasan ini  $\bar{B}$  diperoleh dari :

$$\bar{B} = M(t) + G(t) \quad (3.1)$$

Sementara, jika *base station* mengukur mean daya dari SIR yang diterima pada *reverse link (uplink)* yang diinginkan dalam suatu periode pengukuran daya, dinyatakan dengan  $\overline{SIR}$  dan membandingkan  $\overline{SIR}$  (dB) dengan level daya yang diinginkan  $D$  (dB), maka disebut mekanisme *power control SIR based*.

Dalam bahasan ini, diperoleh dari :

$$\overline{SIR} = \bar{B} - (I(t) + n(t)) \quad (3.2)$$

dengan  $I(t)$  merupakan level interferensi dari semua *mobile station* yang lain dalam sistem dan  $n(t)$  adalah *background noise*.

Perbedaan antara  $\bar{B}$  (dB) dan  $D$  (dB) dalam mekanisme *strength based*, atau perbedaan antara  $\overline{SIR}$  (dB) dan  $D$  (dB) dalam mekanisme *SIR based*, dinyatakan dalam *err*, kemudian diumpankan ke dalam blok *power control decision command*. *Power control decision command* ini akan mengirimkan sebuah perintah *power control* yang dinyantakan dengan *cmd* ke *mobile station* via kanal umpan balik dari kanal *downlink*.

Aturan yang berhubungan untuk menentukan perintah *power control* diberikan oleh :

$$cmd \begin{cases} 0 & \text{untuk } key \geq 0 \\ 1 & \text{untuk } key < 0 \end{cases}$$

dengan  $key = err / \Delta_p$  dan  $\Delta_p$  merupakan *step size* minimum untuk proses penajakan daya.

Setelah menerima perintah *power control* (*cmd*), *mobile station* memancarkan daya yang diperbarui oleh sejumlah  $cmd * \Delta_p$  (dB). Periode waktu yang diperlukan *mobile station* untuk melakukan satu operasi penajakan disebut *loop delay* dan dinyatakan  $T_d$ . *Loop delay* meliputi periode pengukuran daya ( $T_p$ ), *delay* propagasi kanal *uplink* dan *downlink*, dan *delay* waktu untuk membangkitkan, mentransmisikan, dan mengeksekusi perintah *power control*. *Loop delay* memainkan peranan yang penting dalam mekanisme *power control*.

### 3.2 Pemodelan Sistem

Dalam simulasi ini menggunakan sistem dengan sel tunggal. Sel yang dimaksud diasumsikan bebas dari *edge effect*. *Mobile station* dalam sel tersebut diasumsikan di dalam sel dengan kerapatan *uniform* dengan jumlah  $N_u$  *mobile station*.

Sinyal radio pada waktu  $t$  dalam kanal *uplink* dari pusat sel diasumsikan mengalami redaman oleh suatu *channel gain*  $G(t)$  yang meliputi *long term fading* dan *short term fading*. *Long term fading* dinyatakan oleh  $L(t)$  dan menggambarkan

*local mean* dari daya sinyal. Sementara *short term fading* dinyatakan oleh  $S(t)$  menjelaskan *multipath fading*. Oleh karena itu, sebagaimana diperlihatkan gambar 3.1, diberikan daya yang dipancarkan sebuah *mobile station*  $M(t)$ , maka daya yang diterima *base station*  $\bar{B}$  dapat diperoleh dengan :

$$\bar{B}(t) = M(t) + G(t) = M(t) + L(t) + S(t) \quad (3.3)$$

*Long term fading*  $L(t)$  merupakan suatu *random variable* yang dimodelkan sebagai berikut :

$$L(t) = K \cdot r^{-\alpha} \cdot 10^{\xi/10} \quad (3.4)$$

dengan  $K$  adalah suatu konstanta,  $r$  merupakan jarak antara *base station* dan *mobile station*,  $\alpha$  dinamakan *eksponen path loss*, dan  $\xi$  adalah *random variable* terdistribusi normal dengan *mean nol* dan variansi  $\sigma$ . Dalam simulasi ini digunakan  $K=1$ ,  $\alpha=4$  dan  $\sigma=8$ . Dan *short term fading*  $S(t)$  yang digunakan pada simulasi ini juga merupakan *random variable* dengan *distribusi Rayleigh*.

Pada periode pengamatan dari *loop delay*, setiap *mobile station* diasumsikan bergerak secara kontinyu dalam suatu area geografis yang kecil, sehingga kanal radio *uplink* mempunyai redaman *path loss* dan *shadowing* yang *uniform*. Oleh karena itu, *long term fading* pada tiap kanal *uplink* dapat dianggap konstan selama periode pengamatan. Antena yang digunakan oleh *base station* dan *mobile station* dianggap *omnidirectional*. Aktivitas suara dan *soft handoff* tidak diperhitungkan dalam simulasi ini.

SIR dapat dinyatakan dalam Eb/Io sebagai berikut :

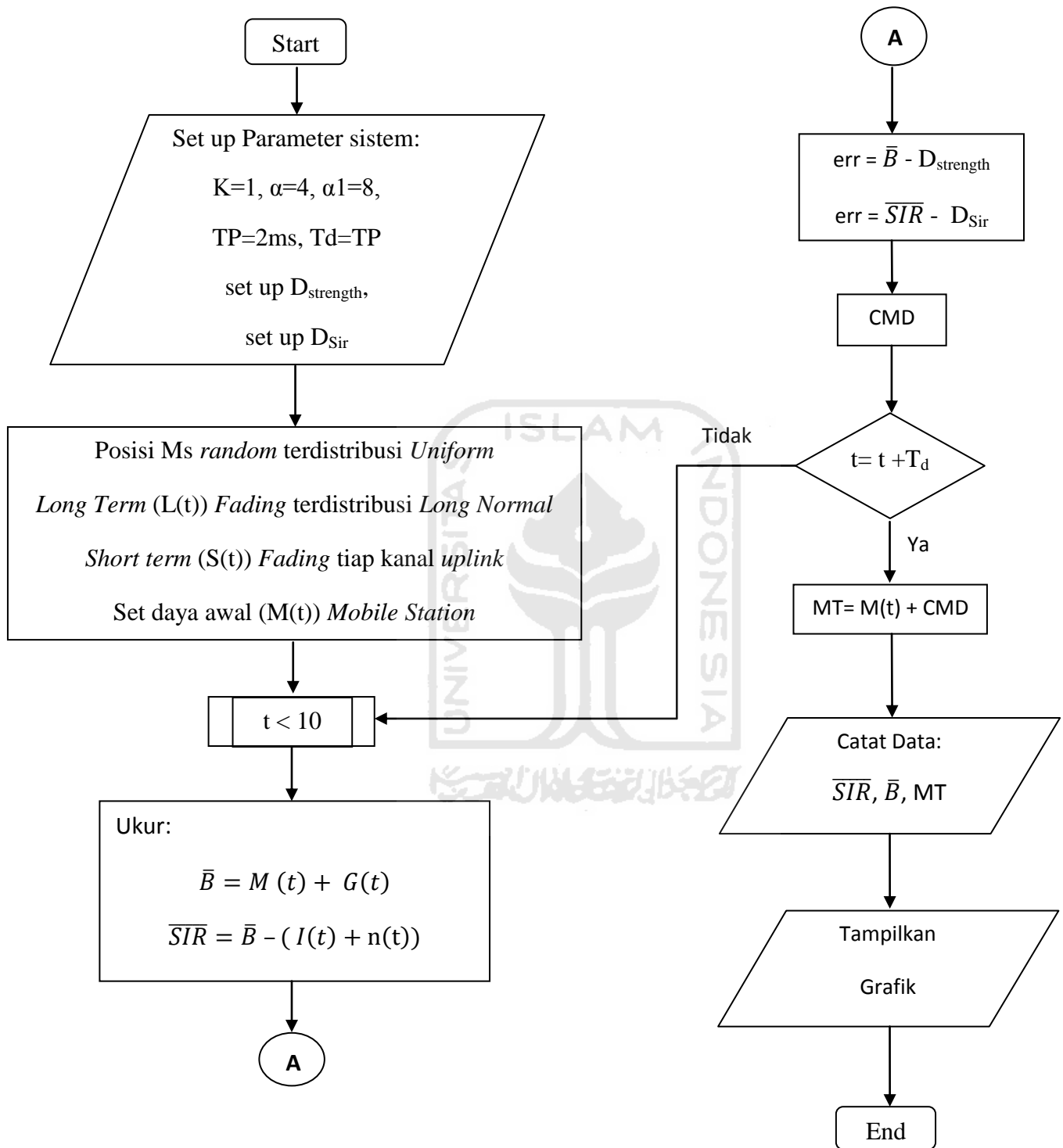
$$SIR = \frac{E_b}{I_o} \left( \frac{W}{R} \right)^{-1} \quad (3.5)$$

dengan Eb adalah energi per bit informasi, Io merupakan daya interferensi per *hertz*, R merupakan bit informasi, dan W adalah laju *chips*. Dalam simulasi ini, parameter WCDMA yang diinginkan dinyatakan dalam bit *error rate* adalah kurang dari  $10^{-3}$  atau Eb/Io berkisar 4 – 5 untuk *uplink*. Dengan laju bit informasi (R) adalah 32 kbps ( $2^{15}=32.768$ ) dan laju *chips* (W) = 4,096 Mcps, sehingga processing gain W/R=125, maka minimum SIR yang diinginkan adalah sekitar -14 dB.

### 3.3 Perancangan Software

Di dalam perancangan *software* ini kinerja *power control* berdasarkan *closed loop power control* pada kanal *uplink* dengan metode *fixed step*.

Untuk *flow chart* dengan metode *fixed step* dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 3.2 Diagram Alir Program Simulasi**

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

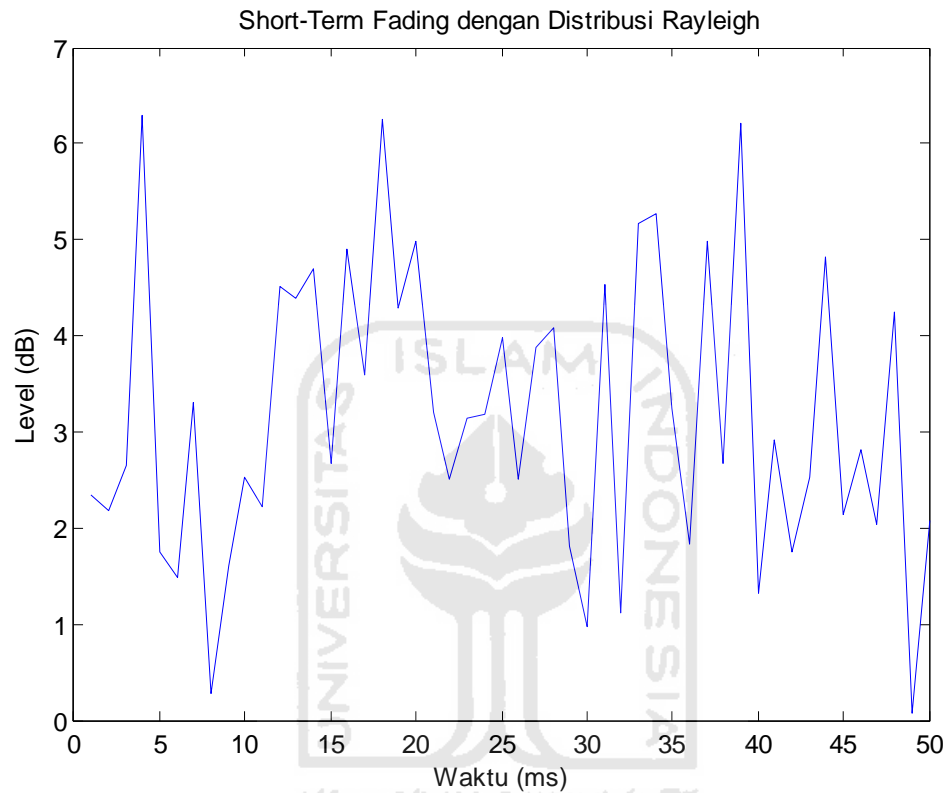
Dalam simulasi ini digunakan *power control* dengan pendekatan *strength based* dan *SIR based*. Simulasi diasumsikan dilakukan pada suatu sistem sel tunggal dan tipe sel yang digunakan adalah *macrocell*. *Macrocell* digunakan pada area dengan kepadatan yang tinggi, seperti pusat kota, jalan raya atau pusat Bandar udara, ukuran sel yang kecil diperlukan untuk mencapai kapasitas *user* per unit area yang lebih tinggi. Ukuran *macrocell* (0.4 sampai 2 Km) dan antena pada *macrocell* juga bekerja dengan daya pancar yang relatif lebih kecil (kurang dari 20 mW). Sedangkan daya dari *mobile station* berdasarkan *link budget* untuk sistem UMTS berkisar antara 1,25 nW sampai 0,125 W. berdasarkan *point-point* di atas dalam simulasi ini diasumsikan *mobile station* bergerak secara *random* dalam area sel 0.4 sampai 2 Km.

Dalam simulasi ini untuk algoritma *strength based* diasumsikan daya referensi 0,001 mW atau -60 dB. Daya pancar *mobile station* diasumsikan 0,01 mW atau -50 dB. Untuk simulasi *SIR based*, SIR referensi untuk simulasi yaitu -14 dB. Daya pancar *mobile station* diasumsikan 0,01 mW atau -50 dB. Parameter yang diamati adalah level daya yang dipancarkan oleh beberapa *mobile station*.

Dalam simulasi ini telah disebutkan pada bagian sebelumnya, *long term fading* konstan untuk setiap *user* dengan asumsi perpindahan *mobile station* relatif kecil. Sementara *short term fading* diasumsikan terdistribusi *Rayleigh*. *Short term*



*fading* terdistribusi *Rayleigh* yang digunakan pada simulasi ini dapat dilihat pada gambar 4.1.



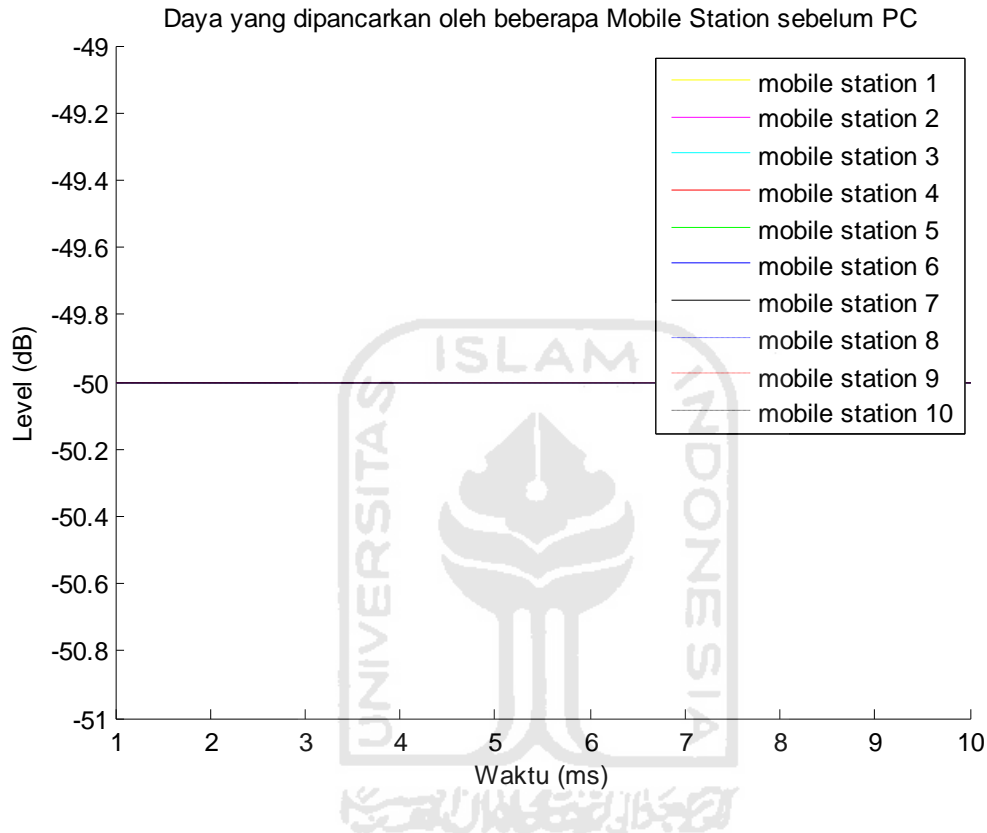
**Gambar 4.1** *Short term fading terdistribusi Rayleigh*

#### **4.1 Metode Sebelum Power Control**

##### **4.1.1 Strength Based**

Dalam simulasi ini, daya pancar tiap *mobile station* sama besar -50 dB dan level daya referensi pada *base station* adalah -60 dB. Simulasi dilakukan dengan jumlah user  $N_u = 10$ .

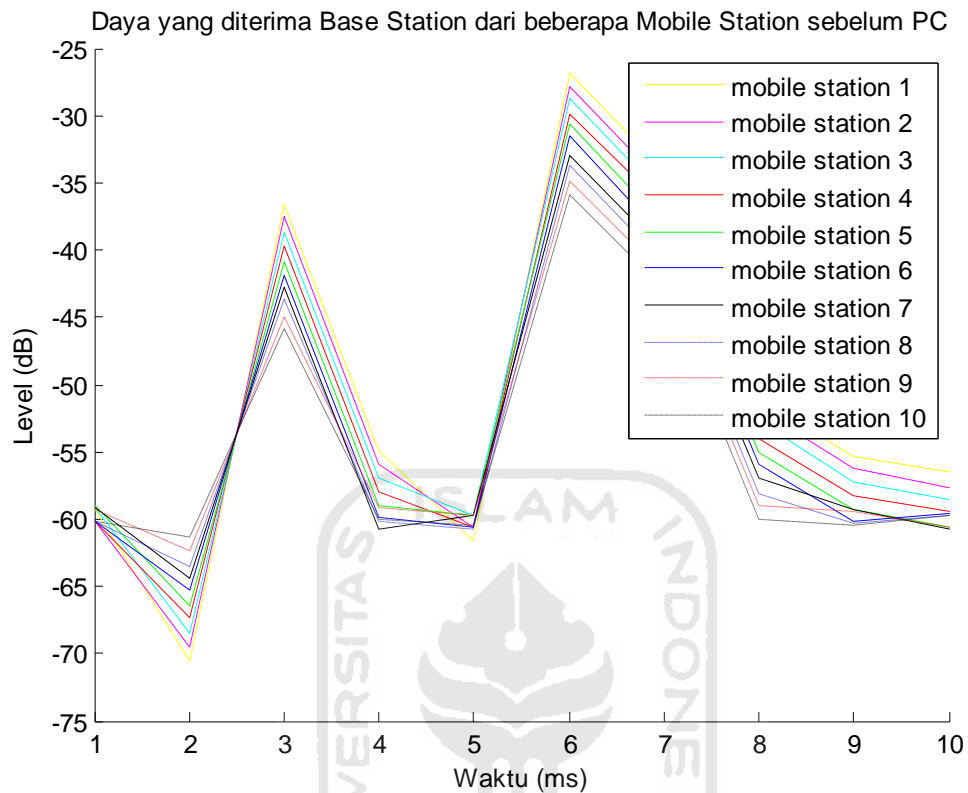
Pada gambar 4.2 diperlihatkan hasil simulasi *strength based* yang dipancarkan beberapa *mobile station* sebelum menggunakan *power control* sebesar -50 dB.



**Gambar 4.2 Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS sebelum PC**

Dari hasil simulasi terlihat bahwa level daya yang dipancarkan beberapa *mobile station* sebelum *power control* mendapatkan hasil yang sama yaitu sebesar -50 dB.

Sedangkan pada gambar 4.3 diperlihatkan hasil simulasi *strength based* yang diterima *base station* sebelum menggunakan *power control* dengan nilai referensi -60 dB.



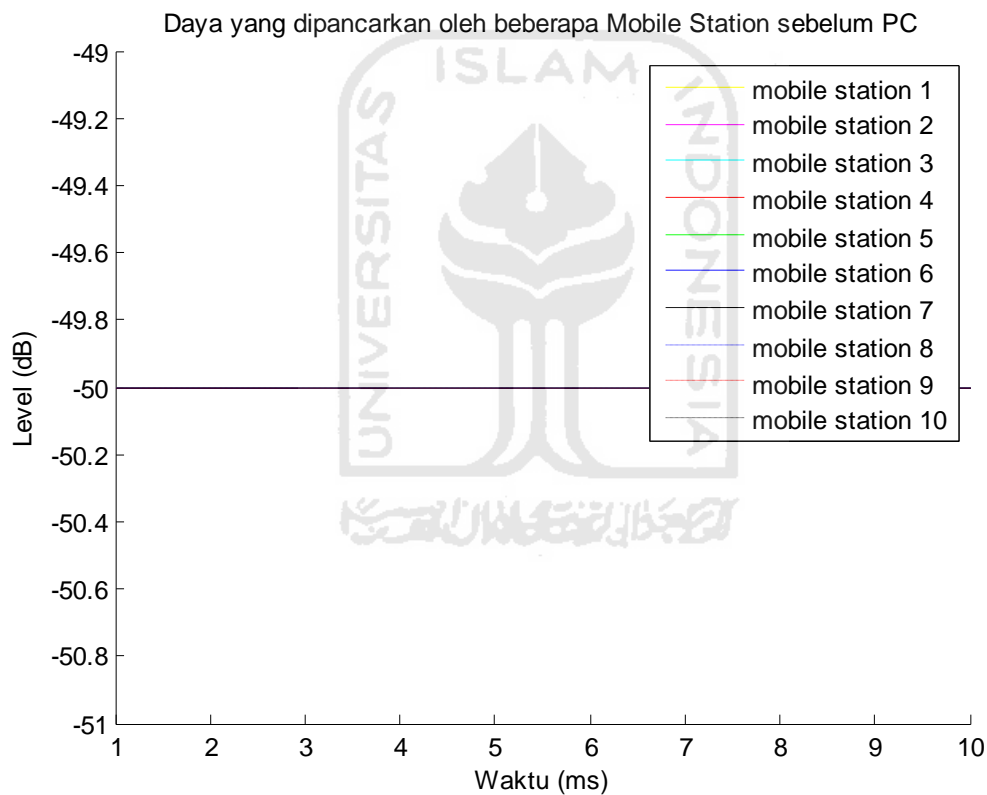
**Gambar 4.3** Daya yang diterima BS dari beberapa MS sebelum PC

Dari hasil simulasi terlihat bahwa level daya yang diterima *base station* dari beberapa *mobile station* sebelum *power control* terlihat berbeda, dengan daya referensi awal yang diberikan sebesar -60 dB. Hal ini disebabkan oleh faktor jarak (*near-far*) dan *shadowing*.

#### 4.1.2 SIR Based

Dalam simulasi ini sebagai referensi digunakan nilai referensi SIR yaitu -14 dB. Nilai ini diperoleh dari nilai  $E_b/N_0 = 5$  dan *processing gain* untuk nilai referensi yaitu 125.

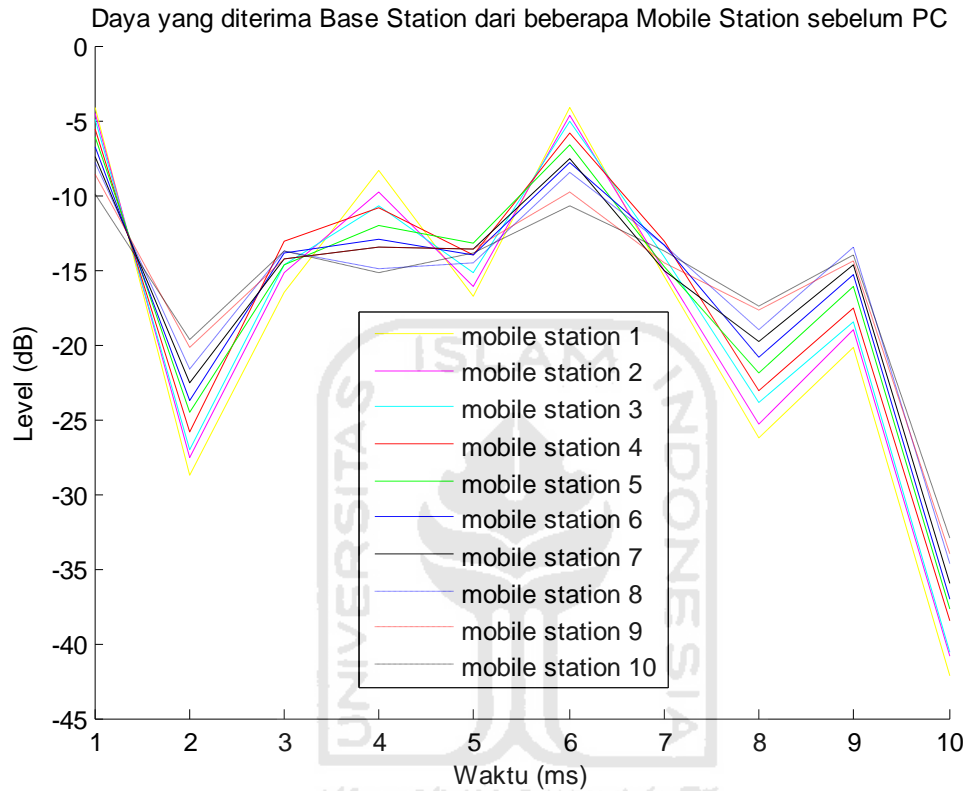
Pada gambar 4.4 diperlihatkan hasil simulasi SIR yang dipancarkan beberapa *mobile station* sebelum menggunakan *power control* sebesar -50 dB.



**Gambar 4.4 Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS sebelum PC**

Dari hasil simulasi terlihat bahwa level daya yang dipancarkan beberapa *mobile station* sebelum *power control* mendapatkan hasil yang sama yaitu sebesar -50 dB.

Sedangkan pada gambar 4.5 diperlihatkan hasil simulasi SIR yang diterima *base station* sebelum menggunakan *power control* dengan nilai  $E_b/N_0$  adalah 5.



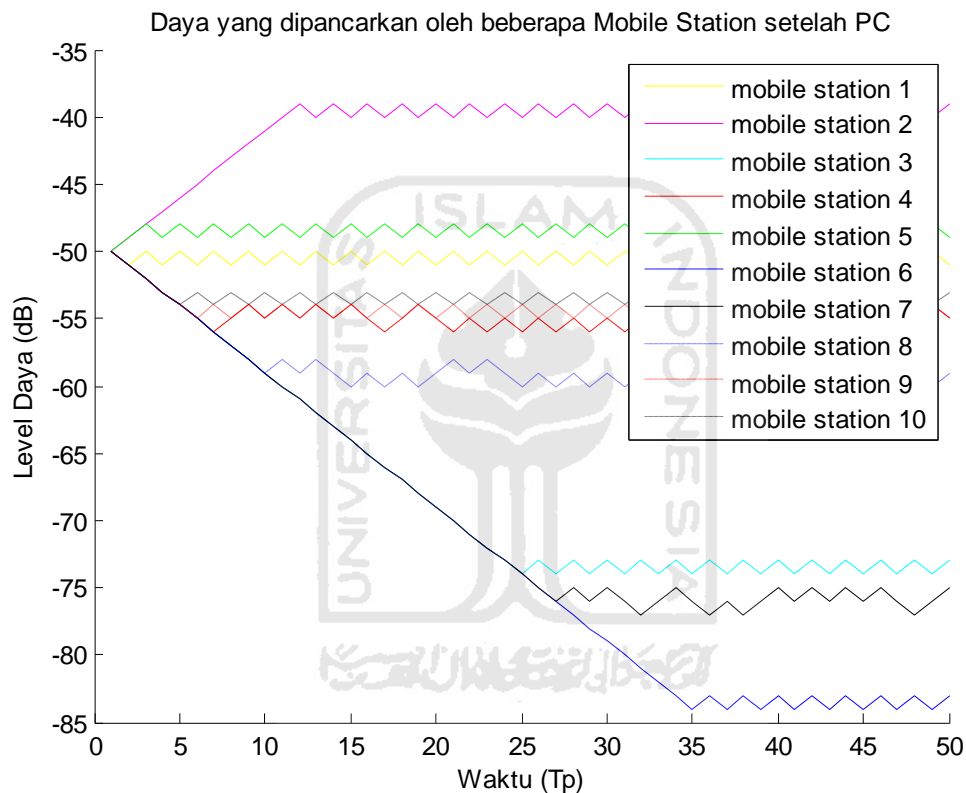
**Gambar 4.5** Daya yang diterima BS dari beberapa MS sebelum PC

Dari hasil simulasi terlihat bahwa level daya yang diterima *base station* dari beberapa *mobile station* sebelum *power control* terlihat berbeda, dengan nilai  $E_b/N_0$  awal yang diberikan sebesar 5 dB. Hal ini juga disebabkan oleh faktor jarak (*near-far*) dan *shadowing*.

## 4.2 Metode Setelah Power Control

### 4.2.1 Strength Based

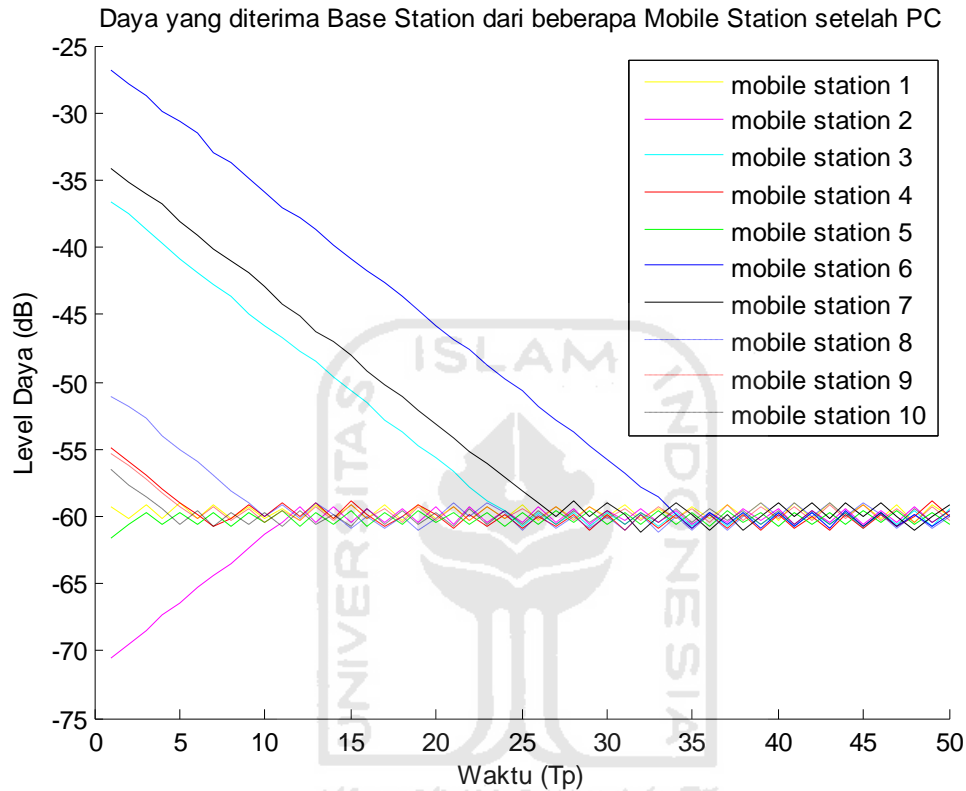
Pada gambar 4.6 diperlihatkan hasil simulasi *strength based* yang dipancarkan beberapa *mobile station* dengan menggunakan *power control* sebesar -50 dB.



**Gambar 4.6** Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS setelah PC

Dari hasil simulasi memperlihatkan perubahan daya pancar beberapa *mobile station* dari hasil simulasi akibat adanya penggunaan *power control*. Daya pancar *mobile station* pada simulasi ini adalah -50 dB. Daya pancar *mobile station* pada simulasi ini akan berubah selama proses komunikasi akibat adanya pergerakan dan *multipath fading* yang dialami oleh *user / mobile station*.

Sedangkan pada gambar 4.7 diperlihatkan hasil simulasi *strength based* yang diterima *base station* dengan menggunakan *power control* nilai referensi -60 dB.



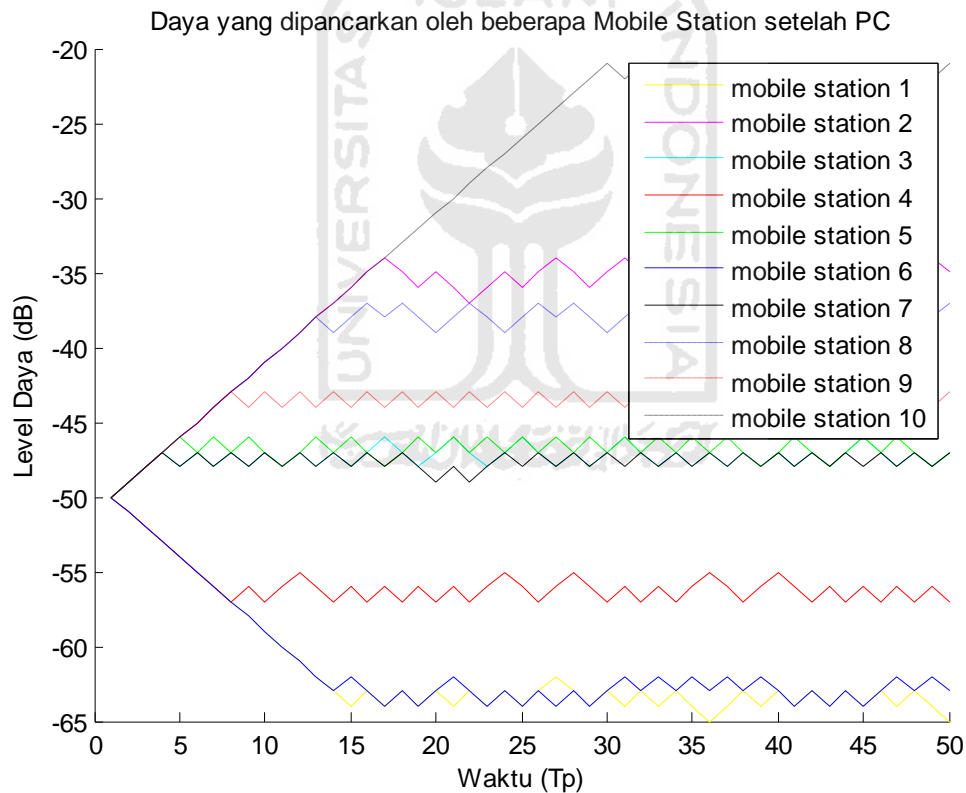
**Gambar 4.7** Daya yang diterima BS dari beberapa MS setelah PC

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa tujuan *power control* pada kanal *uplink*, yaitu menyamakan level daya yang diterima *base station* tercermin dengan cukup jelas. Level daya pada *base station* dari beberapa *mobile station* (10 MS) dengan posisi yang berbeda, dapat dikatakan berhasil disamakan dengan mekanisme *power control* pada nilai referensi -60 dB. Pada algoritma *strength based* nilai fluktuasi level daya berada di rentang nilai -61 dB sampai -59 dB dengan waktu sampling terdekat (*mobile station* 1) adalah 1,0 ms dan waktu sampling terjauh

(*mobile station 6*) adalah 35 ms. Waktu sampling ini didasarkan pada perubahan *update power control*. Ini membuktikan bahwa *power control* dapat mengatasi masalah *near-far* yang dialami oleh *mobile station – mobile station* tersebut.

#### 4.2.2 SIR Based

Pada gambar 4.8 diperlihatkan hasil simulasi SIR yang dipancarkan beberapa *mobile station* dengan menggunakan *power control* sebesar -50 dB.



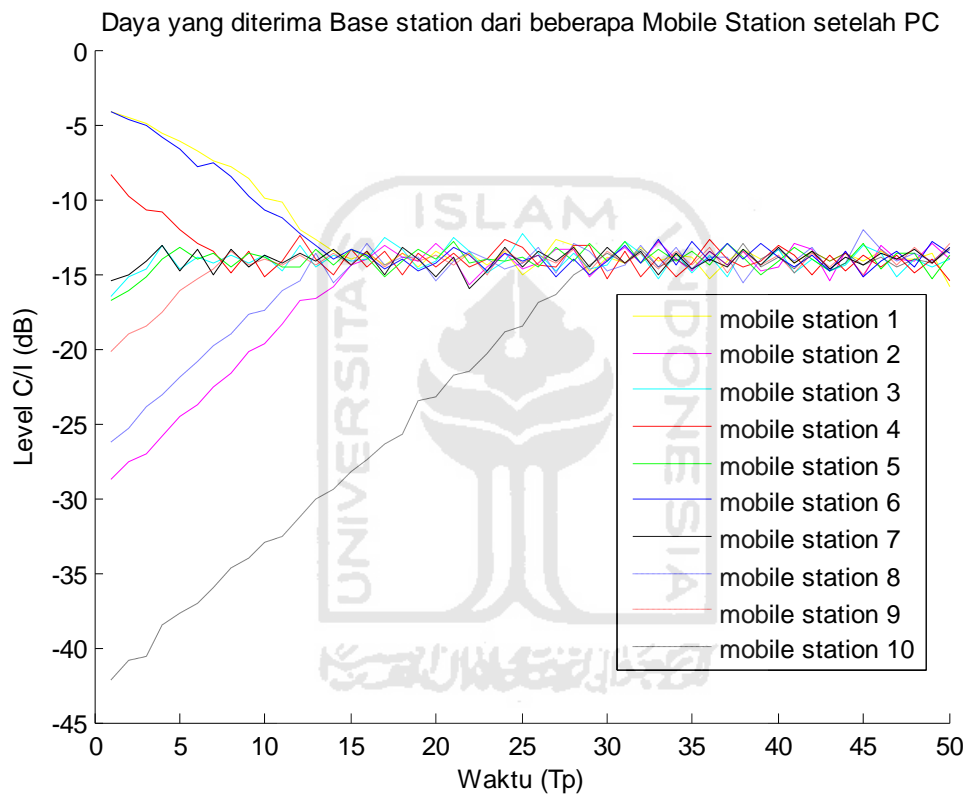
**Gambar 4.8** Daya yang dipancarkan oleh beberapa MS setelah PC

Dari hasil simulasi memperlihatkan perubahan daya pancar beberapa *mobile station* akibat adanya penggunaan *power control*. Daya pancar *mobile station* pada



simulasi ini akan berubah selama proses komunikasi akibat adanya pergerakan dan *multipath fading* yang dialami oleh *user / mobile station*.

Sedangkan pada gambar 4.9 diperlihatkan hasil simulasi SIR yang diterima *base station* dengan menggunakan *power control* dengan nilai referensi -14 dB.



**Gambar 4.9** Daya yang diterima BS dari beberapa MS setelah PC

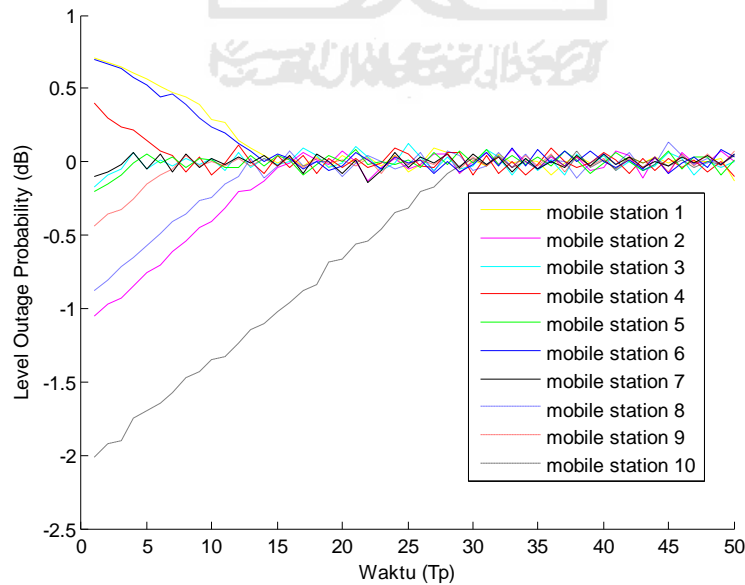
Dari hasil simulasi untuk nilai referensi SIR yaitu -14 dB, *power control* dapat melakukan tugasnya dengan baik yaitu memerintahkan *mobile station* untuk menyamakan level SIR yang dipancarkan oleh beberapa *mobile station* dengan nilai SIR referensi. Pada algoritma SIR *based* nilai fluktuasi level daya berada di rentang nilai -15 dB sampai -14 dB dengan waktu sampling terdekat (*mobile station 7*) adalah

1,0 ms dan waktu sampling terjauh (*mobile station 10*) adalah 29 ms. Waktu sampling ini didasarkan pada perubahan *update power control*.

Bila dibandingkan dengan hasil simulasi pada *power control Strength based*, fluktuasi level sinyal yang diterima pada *base station* untuk sistem *SIR based* lebih cepat atau lebih baik. Hal ini sesuai dengan teori dimana *SIR based power control* akan merefleksikan kinerja yang lebih baik daripada *Strength based* karena *SIR based* secara langsung mengukur kualitas sinyal masing-masing *mobile station*.

### 4.3 Outage Probability

*Outage probability* sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, merupakan perbandingan antara nilai SIR yang terjadi dalam simulasi (lapangan) dengan nilai SIR target (*threshold*) yaitu sebesar -14 dB.



**Gambar 4.10 Level Outage Probability**

Gambar 4.10 menunjukkan hasil simulasi *outage probability* yang mana menghasilkan nilai mendekati nol atau *zero mean probability*. Hal ini sesuai dengan yang diharapkan, jika nilai *outage probability*-nya mendekati nilai nol atau *zero mean probability*, maka sistem semakin baik, yang artinya nilai SIR mendekati nilai *threshold* sebesar -14 dB.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. dalam sistem seluler WCDMA, kinerja mekanisme *power control* merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk mengatasi masalah *near-far* dan interferensi *multiuser*.
2. pada kanal *uplink*, *power control* bertugas menyamakan level daya yang diterima *base station* dari *mobile station* tanpa tergantung jarak ke *base station*, sedangkan pada kanal *downlink* mengurangi interferensi sel-sel tetangga.
3. *power control* bertugas mengatur daya pancar *mobile station* agar tetap konstan pada saat diterima di *base station* sehingga kinerja sistem seluler WCDMA optimal.
4. mekanisme *power control* kanal *uplink* menggunakan *strength based* dan *SIR based*.
5. kinerja sistem menggunakan *SIR based* lebih baik dibandingkan dengan kinerja *strength based* karena *SIR based* secara langsung mengukur kualitas sinyal masing-masing *mobile station*.

6. algoritma *outage probability* bertugas sebagai parameter kualitas yang didefinisikan sebagai peluang nilai SIR berada di bawah target SIR.
7. nilai *outage probability*-nya mendekati nilai nol atau *zero mean probability*, maka sistem semakin baik, yang artinya nilai SIR mendekati nilai *threshold* sebesar -14 dB.

## 5.2 Saran

Untuk memperoleh kinerja yang lebih baik diperlukan beberapa perbaikan yaitu:

1. diperlukan pengujian dengan pola *error* yang lain untuk mengetahui kehandalan algoritma *power control*.
2. diperlukan pengujian dengan algoritma *variable step power control*, dimana informasi *feedback step size* dikuantisasi menjadi beberapa bit PCC (*power control command*).
3. Mekanisme perancangan diperluas dengan metode *open loop power control* pada kanal *downlink* untuk mendapatkan power control yang lebih optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astarita, RA.Rika. 2002. *Mekanisme Power Control pada Sistem Selular CDMA (skripsi)*. Yogyakarta.
- Koskie,Gajic. 1999. *SIR-based Power Control Algorithm for wireless CDMA Network*. WINLAB.
- Nirwan, E. dan Kurniawan, A. 2004. *Evaluasi Kinerja Power Control pada CDMA Sistem berdasarkan SIR dan Signal Strength (skripsi)*. Bandung.
- Nugroho, Taufik. 2006. *Analisa Pengaruh Kesalahan SIR Estimator terhadap Kinerja Algoritma Power Control Adaptif pada Sistem CDMA (skripsi)*. Bandung.
- Rosusana, Yuniar. 2006. *Analisis Jumlah Efektifitas Bit Power Control Command (PCC) pada Closed Loop Power Control System CDMA (skripsi)*. Jakarta.
- Santosa, Gatot. 2006. *Sistem Seluler WCDMA*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Tarigan, Ebron. 2007. *Studi Perancangan Cakupan Sinyal Sistem WCDMA di dalam Ruangan (skripsi)*. Medan.
- W.C Jakes. 1996. *Microwave Mobile Communication*. John wiley & Sons.
- Widagdo, Tulus Basuki. 2009. *Analisis Pengaruh Penggunaan Teknik Linear Quadratic Regulator pada Power Control CDMA (skripsi)*. Malang.

## LAMPIRAN A

```
clear;
%program simulasi PC Strengt based

%setting parameter sistem
K=1;%konstanta
Alfa=4;%eksponen (sesuai hukum path loss range nilai 2-5)
Var=8;
Nu=10;%banyaknya MS
fs=1800;%frekuensi carrier (dlm Mhz)
ProsGain=125;%PG=W/R
EbIo=5;% (range nilai 4-5)

%setting parameter control
TP=0.2;%ms
Td=TP;%td=loop delay
n=1;
D=-60;

%inisialisasi
%Posisi mobile ternormalisasi
Pos=unifrnd(0.4,2,1,Nu);%jarak jangkauan macro cell UL dari 0.4 - 2
Km

%long term fading tiap mobile
Normal=normrnd(0,Var,1,Nu);
LT=10.*log10(K.*(Pos.^(-Alfa)).*(10.^(0.1.*Normal)));

%daya awal
Mt=-50.*ones(1,Nu);%dB
t=0;

DMt=[ ];
for i=1:Nu
    Pt=-50*ones(1,10);
    DMt=[DMt ; Pt];
end
%simulasi loop delay (t, t+Td)
%ShortTerm Fading

ShortTerm=[ ];
for i=1:Nu
    Rayleigh=raylrnd(sqrt(Var),1,100000);
    ShortTerm=[ShortTerm ; Rayleigh];
end

%interferensi dari mobile station lain
F=1;%frequency reuse factor
Ga=2.4;%faktor gain antena sektorisasi
```

```

Gv=2.5;%faktor pengali
Gain=F./(Ga.*Gv);
N=randn(1, 100000).^2;
Gt=ShortTerm+LT'*ones(1, length(ShortTerm));

i=0;
m=0;
SIR=[];
DataMt=Mt';
DataBm=[];
DB=[];
bit=TP.*fs;

while t<10
    i=i+1;
    m=m+1;
    for j=1:Nu
        Bmean(1,j)=DataMt(j,i)+mean(Gt(j,m:m+bit-1));
    end

    Pm=10.^(0.1.*Bmean);
    In=((Nu-1).*Gain.*Pm);

    for j=1:Nu
        NO=mean((N(1,m:m+bit-1)).*10.^(0.1.*(max(Bmean))));
        Int(1,j)=10.*log10(In(1,j)+NO);
        Sir(1,j)=Bmean(1,j)-Int(1,j)-10.*log10(mean(N(1,m:m+bit-1)));
    end

    m=m+bit;

    SIR=[SIR Sir'];
    DataBm=[DataBm Bmean'];
    DB=[DB ; Bmean];

    %error
    err=Bmean-(D.*ones(size(Bmean)));
    deltaP=1;%dB
    key=err./deltaP;

    %pembangkitan perintah
    for k=1:Nu
        if key(1,k) >=0
            cmd(1,k)=-1;
        else
            cmd(1,k)=1;
        end
    end
end

```



```

t=t+Td;
Mt=(cmd.*deltaP)+Mt;
DataMt=[DataMt Mt'];
end

%SIRO minimum
%SIRO=10.*log10((ProsGain.^-1).*(EbIo));

%Grafik Short-Term
plot(ShortTerm(1,1:50));
title('Short-Term Fading dengan Distribusi Rayleigh')
xlabel('Waktu (ms)')
ylabel('Level (dB)')

%Grafik Daya yang dipancarkan MS sebelum PC
figure
title('Daya yang dipancarkan oleh beberapa Mobile Station sebelum PC')
xlabel('Waktu (ms)')
ylabel('Level (dB)')
hold
plot(DMt(1,1:10),'y-')
plot(DMt(2,1:10),'m-')
plot(DMt(3,1:10),'c-')
plot(DMt(4,1:10),'r-')
plot(DMt(5,1:10),'g-')
plot(DMt(6,1:10),'b-')
plot(DMt(7,1:10),'k-')
plot(DMt(8,1:10),'b:')
plot(DMt(9,1:10),'r:')
plot(DMt(10,1:10),'k:')
Legend('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');

%Grafik level daya yang dipancarkan MS setelah PC
figure
title('Daya yang dipancarkan oleh beberapa Mobile Station setelah PC')
xlabel('Waktu (Tp)')
ylabel('Level Daya (dB)')
hold
plot(DataMt(1,1:50),'y-')
plot(DataMt(2,1:50),'m-')
plot(DataMt(3,1:50),'c-')
plot(DataMt(4,1:50),'r-')
plot(DataMt(5,1:50),'g-')
plot(DataMt(6,1:50),'b-')
plot(DataMt(7,1:50),'k-')
plot(DataMt(8,1:50),'b:')

```

```

plot(DataMt(9,1:50),'r:')
plot(DataMt(10,1:50),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');

```

*%Grafik Daya yang diterima BS sebelum PC*

```

figure
title('Daya yang diterima Base Station dari beberapa Mobile Station
sebelum PC')
xlabel('Waktu (ms)')
ylabel('Level (dB)')
hold
plot(DB(1,1:10),'y-')
plot(DB(2,1:10),'m-')
plot(DB(3,1:10),'c-')
plot(DB(4,1:10),'r-')
plot(DB(5,1:10),'g-')
plot(DB(6,1:10),'b-')
plot(DB(7,1:10),'k-')
plot(DB(8,1:10),'b:')
plot(DB(9,1:10),'r:')
plot(DB(10,1:10),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');

```

*%Grafik level daya yang diterima BS setelah PC*

```

figure
title('Daya yang diterima Base Station dari beberapa Mobile Station
setelah PC')
xlabel('Waktu (Tp)')
ylabel('Level Daya (dB)')
hold
plot(DataBm(1,1:50),'y-')
plot(DataBm(2,1:50),'m-')
plot(DataBm(3,1:50),'c-')
plot(DataBm(4,1:50),'r-')
plot(DataBm(5,1:50),'g-')
plot(DataBm(6,1:50),'b-')
plot(DataBm(7,1:50),'k-')
plot(DataBm(8,1:50),'b:')
plot(DataBm(9,1:50),'r:')
plot(DataBm(10,1:50),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');

```

## LAMPIRAN B

```
clear;
%program simulasi PC SIR-based
%setting parameter sistem
K=1;%konstanta
Alfa=4;%eksponen (sesuai hukum path loss range nilai 2-5)
Var=8;
Nu=10;%banyaknya MS
fs=1800;%frekuensi carrier (dlm Mhz)
ProsGain=125;%PG=W/R
EbIo=5;% (range nilai 4-5)
%setting parameter control
TP=0.2;%ms
Td=TP;%td=loop delay
n=1;
Dsr=-14;%SIR target dalam dB
D=-60;%daya referensi

%inisialisasi
%Posisi mobile ternormalisasi
Pos=unifrnd(0.4,2,1,Nu);%jarak jangkauan macrocell UL dari 0.4 - 2Km

%long term fading tiap mobile
Normal=normrnd(0,Var,1,Nu);
LT=10.*log10(K.*(Pos.^(-Alfa)).*(10.^(0.1.*Normal)));

%daya awal (daya pancar MS)
Mt=-50*ones(1,Nu);%dB
t=0;

DMt=[ ];
for i=1:Nu
    Pt=-50*ones(1,10);
    DMt=[DMt ; Pt];
end
%simulasi loop delay (t, t+Td)
%ShortTerm Fading
ShortTerm=raylrnd(sqrt(Var),Nu,100000);

%interferensi dari mobile station lain
F=1;%frequency reuse factor
Ga=2.4;%faktor gain antena sektorisasi
Gv=2.5;%faktor pengali
Gain=F/(Ga*Gv);
N=randn(Nu, 100000).^2;
Gt=ShortTerm+LT'*ones(1,length(ShortTerm))

i=0;
m=0;
```

```

SIR=[];
I=[];
DataMt=Mt';
DataBm=[];
DSIR=[];
bit=TP.*fs;
Bmean=Mt+mean(Gt(:,1:bit)');
MAKS=max(Bmean);

while t<10
    i=i+1;
    m=m+1;
    for j=1:Nu
        Bmean(1,j)=DataMt(j,i)+mean(Gt(j,m:m+bit-1));
    end
    NO=mean(N(:,m:m+bit-1)')*.10.^(0.1.*MAKS);
    Pm=10.^(0.1.*Bmean);
    In=(Nu-1).*Gain.*Pm;
    Int=10.*log10(In+NO);
    Sir=Bmean-Int;
    m=m+bit;

    I=[I In'];
    SIR=[SIR Sir'];
    DataBm=[DataBm Bmean'];
    DSIR=[DSIR ; Sir];

    %error
    err=Sir-(Dsir.*ones(size(Sir)));
    deltaP=1;%dB
    key=err./deltaP;

    %pembangkitan perintah
    for k=1:Nu
        if key(1,k) >=0
            cmd(1,k)=-1;
        else
            cmd(1,k)=1;
        end
    end

    t=t+Td;
    Mt=(cmd.*deltaP)+Mt;
    DataMt=[DataMt Mt'];
    OP=((Dsir-SIR)./Dsir);

end

%SIRO minimum
%SIRO=10.*log10((ProsGain.^-1).*(EbIo));
%[x,y]=find(SIR<SIRO);
[v,w]=size(SIR);

```

```

%Grafik Daya yang dipancarkan MS sebelum PC
figure
title('Daya yang dipancarkan oleh beberapa Mobile Station sebelum
PC')
xlabel('Waktu (ms)')
ylabel('Level (dB)')
hold
plot(DMt(1,1:10),'y-')
plot(DMt(2,1:10),'m-')
plot(DMt(3,1:10),'c-')
plot(DMt(4,1:10),'r-')
plot(DMt(5,1:10),'g-')
plot(DMt(6,1:10),'b-')
plot(DMt(7,1:10),'k-')
plot(DMt(8,1:10),'b:')
plot(DMt(9,1:10),'r:')
plot(DMt(10,1:10),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');
%Grafik daya yang dipancarkan MS setelah PC
figure
title('Daya yang dipancarkan oleh beberapa Mobile Station setelah
PC')
xlabel('Waktu (Tp)')
ylabel('Level Daya (dB)')
hold
plot(DataMt(1,1:50),'y-')
plot(DataMt(2,1:50),'m-')
plot(DataMt(3,1:50),'c-')
plot(DataMt(4,1:50),'r-')
plot(DataMt(5,1:50),'g-')
plot(DataMt(6,1:50),'b-')
plot(DataMt(7,1:50),'k-')
plot(DataMt(8,1:50),'b:')
plot(DataMt(9,1:50),'r:')
plot(DataMt(10,1:50),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');
%Grafik Daya yang diterima BS sebelum PC
figure
title('Daya yang diterima Base Station dari beberapa Mobile Station
sebelum PC')
xlabel('Waktu (ms)')
ylabel('Level (dB)')
hold
plot(DSIR(1,1:10),'y-')
plot(DSIR(2,1:10),'m-')
plot(DSIR(3,1:10),'c-')

```

```

plot(DSIR(4,1:10),'r-')
plot(DSIR(5,1:10),'g-')
plot(DSIR(6,1:10),'b-')
plot(DSIR(7,1:10),'k-')
plot(DSIR(8,1:10),'b:')
plot(DSIR(9,1:10),'r:')
plot(DSIR(10,1:10),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');
%Grafik SIR yang diterima Base Station setelah PC
figure
title('Daya yang diterima Base station dari beberapa Mobile Station
setelah PC')
xlabel('Waktu (Tp)')
ylabel('Level C/I (dB)')
hold
plot(SIR(1,1:50),'y-')
plot(SIR(2,1:50),'m-')
plot(SIR(3,1:50),'c-')
plot(SIR(4,1:50),'r-')
plot(SIR(5,1:50),'g-')
plot(SIR(6,1:50),'b-')
plot(SIR(7,1:50),'k-')
plot(SIR(8,1:50),'b:')
plot(SIR(9,1:50),'r:')
plot(SIR(10,1:50),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');
%Grafik OP yang diterima Base Station
figure
xlabel('Waktu (Tp)')
ylabel('Level Outage Probability (dB)')
hold
plot(OP(1,1:50),'y-')
plot(OP(2,1:50),'m-')
plot(OP(3,1:50),'c-')
plot(OP(4,1:50),'r-')
plot(OP(5,1:50),'g-')
plot(OP(6,1:50),'b-')
plot(OP(7,1:50),'k-')
plot(OP(8,1:50),'b:')
plot(OP(9,1:50),'r:')
plot(OP(10,1:50),'k:')
Legend ('mobile station 1','mobile station 2','mobile station 3',...
'mobile station 4','mobile station 5','mobile station 6',...
'mobile station 7','mobile station 8','mobile station 9','mobile
station 10');

```