

# PERANCANGAN PROGRAM SIMULASI TEKNIK POWER CONTROL DAN MULTI USER DETECTION PADA SISTEM KOMUNIKASI DS-CDMA

Dwi Agus Purwanto, L2F 305 207  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang  
Email : dwi\_agus\_p@yahoo.co.id

**Abstrak-** Perkembangan penggunaan ponsel CDMA di masyarakat semakin pesat dan teknologi komunikasi mengalami penyempurnaan untuk meningkatkan kualitas layanan bagi penggunanya. Namun penyempurnaan sistem komunikasi CDMA mengalami kendala misalnya timbulnya interferensi antar pengguna. Kasus ini diakibatkan karena perbedaan sinyal antar pengguna sehingga mengakibatkan efek near far atau efek noise.

Solusi yang dikembangkan dalam menghadapi masalah ini salah satunya dengan teknik power control. Pada teknik power control ini digunakan beberapa feedback control message oleh base station untuk menginstruksikan pengguna untuk mengatur level daya transmisi setiap waktu untuk menghindari terjadinya interferensi.

Hasil pengamatan menunjukkan dengan menggunakan power control konvensional dan multi user detection jika semakin banyaknya jumlah pengguna maka nilai SIR akan menurun/di bawah target SIR. Untuk mengatasi jumlah pengguna yang semakin banyak dapat dengan cara memperbanyak iterasi/peng-update-an daya transmisi hingga didapat titik konvergen untuk mencapai nilai target SIR. Selain itu, dapat juga dengan memperbanyak jumlah chip untuk mengurangi interferensi dengan semakin banyaknya pengguna. Hasil pengamatan ini ditampilkan dalam bentuk visualisasi dengan program Matlab Guidance (GUI).

**Kata Kunci :** Power Control, Multi User Detection, NearFar, Signal to Interference Ratio (SIR)

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia telekomunikasi selular saat ini masalah yang dihadapi adalah makin meningkatnya jumlah pengguna yang menggunakan pita frekuensi yang terbatas secara bersama. Pada sistem komunikasi bergerak, semua pengguna yang ada dalam area layanan base station tertentu (suatu sel) akan mendapat layanan berupa sinyal sinkronisasi dari sebuah base station yang ada didalam area layanan tersebut. Dengan banyaknya jumlah pengguna yang ada didalam suatu area layanan base station tertentu (sel), menyebabkan semakin besar kemungkinan terjadinya interferensi antar pengguna aktif.

Dalam implementasi direct sequence-CDMA memiliki masalah jauh-dekat (*Near-far problem*) yaitu pengguna aktif yang jaraknya dekat dengan base station akan mengirim sinyal dengan daya yang lebih besar dibanding pengguna dengan jarak lebih jauh dari base station yang sama. Sinyal yang lebih besar akan mengganggu penerimaan sinyal yang lebih kecil pada base station. Untuk mengatasi masalah tersebut terdapat dua macam cara yang dapat digunakan, yaitu: dengan menggunakan Teknik Power Control konvensional. dan cara kedua menggunakan detektor MMSE (*Minimum Mean-Squared Error*)

### 1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat simulasi dari teknik power control konvensional dan detektor multi user-MMSE untuk mengatasi masalah jauh-dekat (*near-far problem*) pada sistem komunikasi bergerak berbasis direct sequence-CDMA. Untuk mengetahui kinerja teknik power control ini digunakan Signal to Interference Ratio (SIR) sebagai parameternya.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam pembahasan Tugas Akhir ini penulis hanya membatasi pada masalah :

1. Penerapan pada sistem komunikasi DS-CDMA.
2. Parameter yang di amati : SIR terhadap iterasi
3. Jumlah pengguna : variabel
4. Pengamatan pada kanal uplink/reverse
5. Menggunakan gold code
6. Menggunakan kanal noise AWGN

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Sistem Komunikasi CDMA

Code Division Multiple Access (CDMA) merupakan teknologi akses jamak berbasis persebaran spektrum dimana sinyal informasi akan disebar dengan sinyal penyebar yang mempunyai lebar bidang frekuensi dengan perbandingan yang lebih besar dibandingkan lebar frekuensi sinyal informasi.

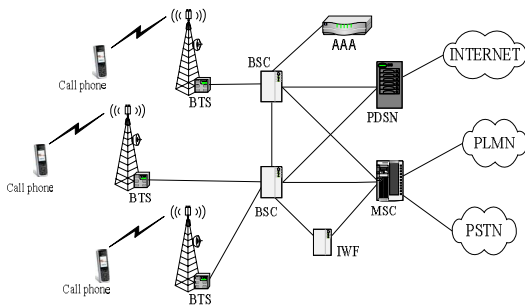
Sistem komunikasi direct sequence spread spectrum merupakan teknik paling populer. Sinyal data dikalikan dengan kode Pseudo Random Noise (PN-code). PN-code adalah urutan chips bernilai -1 dan 1 (polar) atau 0 dan 1 (non-polar). Jumlah chip dalam satu kode disebut periode kode. PN-code adalah kode yang menyerupai noise (*noise-like code*) dengan properti tertentu. PN-code dapat dibuat dengan satu atau lebih shift register. Jika panjang dari shiftregister adalah n, secara umum periode N dapat dinyatakan sbb:

$$N = 2^n - 1 \quad \dots(1)$$

### 2.2.1 CDMA 2000

Sistem komunikasi bergerak selular CDMA membagi wilayah cakupan sinyal menjadi wilayah-wilayah kecil yang disebut sebagai sel.

Standarisasi CDMA2000 dilakukan berdasarkan spesifikasi IS2000 yang kompatibel dengan system IS-95A/B (cdmaOne). dibandingkan dengan IS-95, jaringan CDMA2000 mengalami beberapa perkembangan seperti kontrol daya yang lebih baik, *uplink pilot channel*, teknik *vocoder* baru, pengembangan kode *Walsh*, serta perubahan skema modulasi. Sedangkan pada sisi arsitektur jaringan, terdapat *Base Station controller* (BSC) dengan kemampuan *IP Routing*, *BTS Multimode* serta *PDSN* (*Packet Data Serving Node*).



Gambar.1 Arsitektur jaringan CDMA 2000 1X

#### 2.2.1 Mobile Station / Mobile Unit (MS)

MS terdiri dari *Subscriber Transceiver*, *control unit* dan antena

#### 2.2.2 Radio Base Station / Base Transceiver Station

Merupakan perangkat *transceiver* yang berhubungan dari/ke pelanggan (*interface/repeater* antar MS dan MSC).

### 2.3 Teknik Power Control

*Power control* memiliki peran penting dalam komunikasi *wireless*. Dimana teknik ini berfungsi untuk mengatur level daya transmisi yang diterima *base station* pada *uplink* dan *downlink*, selain itu untuk meminimalkan interferensi antara *user* aktif. Sistem CDMA IS-95, pengendalian daya pancar dilakukan setiap 1,25 ms dengan perubahan daya persatu dB.

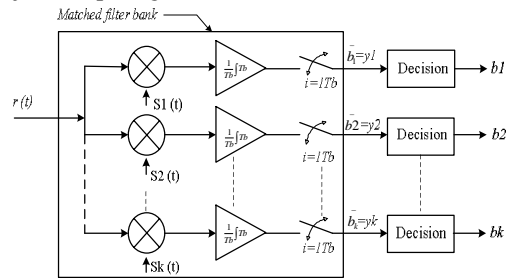
Kanal *uplink* adalah kanal ketika *user* menransmisikan informasi kepada BS. Pada transmisi *uplink*, sinkronisasi transmisi dari *user* yang berbeda sangat sulit diterapkan karena *user* menransmisikan dari lokasi yang berbeda. Maka dari itu, *orthogonal spread spectrum* tidak digunakan dalam *uplink* karena ke-orthogonalan ini tidak dapat diperbaiki. Sinyal dari *user* lain merupakan subjek *noise*. Hasil propagasi/*noise* dan *fading* mempunyai level daya berbeda yang diterima BS. *Non-orthogonal spread spectrum* dan level daya yang berbeda pada *uplink* menyebabkan terjadinya *Multiple Access Interference* (MAI) yang merupakan masalah serius dalam CDMA. Pada BS, *user* akan melindungi simbol transmisi dengan cara mengkorelasi snyal *receiver* dengan *spread spectrum* pengguna. Hasil dari *cross correlation* yang tidak nol antara *spread spectrum*

dengan *user* yang lain maka *user* akan mengalami MAI dari k-1 *user* lain. Jika level daya yang diterima BS tidak sama, *correlating receiver* tidak mampu mendeteksi sinyal pengguna yang lemah karena interferensi pengguna lain dengan level daya yang lebih besar. Pada transmisi *uplink*, sinyal yang diterima BS dari *user* melewati kanal yang berbeda-beda sehingga daya sinyal tiap pelanggan yang diterima BS tidak sama *Power control* pada *uplink* sangat penting untuk menjaga interferensi dari *user* dan dapat meningkatkan kapasitas kanal.<sup>[11]</sup>

Kanal *downlink* adalah kanal ketika BS mengirim informasi ke *user*. Pada transmisi kanal *downlink*, BS mengirim semua sinyal kesetiap *user*. Sinyal yang diterima *user* ini yang terdiri dari sinyal *user* lain diransmisikan melalui kanal yang sama sehingga setiap sinyal mengalami peredaman dan *fading* yang sama. Hal ini meyebabkan daya sinyal-sinyal tersebut pada *user* sama kuat. Sehingga jelas bahwa *power control* pada kanal *uplink* lebih penting daripada kanal *downlink*.<sup>[11]</sup>

#### 2.3.1 Teknik Power Control konvensional

Teknik *power control* merupakan teknik paling awal diterapkan pada suatu penerima yang dikenal dengan *conventional receiver*. Pada penerima konvensional di gunakan sekelompok *matched filter* (MF). Gambar blok diagram detektor konvensional ditunjukkan seperti gambar 2.



Gambar 2 Blok diagram detektor konvensional

Pada detektor konvensional *matched filter* menggunakan metode deteksi pengguna tunggal (*single user*), yaitu masing masing *user* dideteksi secara terpisah, tanpa mempertimbangkan *user* yang lain. Dengan demikian munculnya MAI (*Multiple Interference Access*) dapat terjadi pada konvensional MF. Diasumsikan untuk untuk detector konvensional untuk penerima sinyal<sup>[11]</sup>

$$r(t) = \sum_0^T A_k b_k(t) S_k(t) + n(t) \quad \dots(2)$$

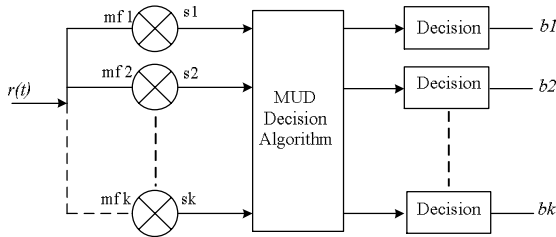
Dimana:

- $A_k$  = Amplitudo sinyal dari *user* ke k
- $b_k$  = Bit ditransmisikan *user* ke k, dimana nilai k adalah +1 atau -1
- $S_k$  = *signature waveform*
- $n(t)$  = *noise white gaussian* (dB)

Dari persamaan (2), diketahui bahwa sinyal yang diterima oleh *base station* merupakan penjumlahan dari semua sinyal yang dikirim dari beberapa *user* ditambah dengan *noise*. Kemudian pada setiap cabang MF sinyal/bit informasi dibangkitkan kembali dengan cara mengalikannya dengan *signature wave* dari masing-masing *user*  $S_k(t)$ . Dan satu *matched filter* memproses data dari satu *user*.<sup>[11]</sup>

### 2.3.2 Teknik Multi User Detection (MUD)

*Multi user detection* merupakan suatu teknik yang menerapkan daya yang diterima dari semua pengguna stabil, dan sekaligus memodulasi semua sinyal yang diterima dari semua *user* secara bersamaan. Pada detektor konvensional *match filter* akan terjadi adanya MAI *Multiple Access Interference*, dimana ini akan mengurangi daya kerja dari detektor konvensional itu sendiri. Untuk mengatasi masalah ini maka dibuat suatu detektor yang tidak memperlakukan pengguna-pengguna lain sebagai inderferensi, melainkan sebagai sinyal yang dianggap penting. Ciri dari rangkaian MUD memiliki kemampuan untuk mengubah-ubah nilai koefisien filter penerima, sehingga nilainya tidak konstan lagi. Proses pendeteksian tersebut merupakan deteksi ke semua sinyal dari semua *user* secara simultan. Gambar 3 merupakan blok diagram dari detektor *multi user*.



Gambar 3 Blok diagram detektor *Multi user*

MUD merupakan perkembangan dari teknik *power control* konvensional selain mengatasi interferensi MUD juga berperan dalam mengatasi masalah jauh-dekat. MUD dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu *optimal detektor* dan *sub optimal detektor*. Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa pada sistem *sub optimal detektor* MUD, yaitu MMSE (*minimum mean square error*)<sup>[5]</sup>

### 2.3.3 Minimum Mean Square Error (MMSE)

Sistem ini memiliki prinsip yaitu memungkinkan adanya pengontrolan (*up date*) daya yang dikirimkan *user*  $P_i$  dan sekaligus berfungsi mengatur (*up date*) koefisien filter disisi penerima  $c_i$ , ini dilakukan untuk menekan interferensi yang cenderung mengganggu daya transmisi. Kemudian dilakukan kembali proses *up date* atas daya yang ditransmisikan tersebut, untuk meminimalkan probabilitas interferensi pada *user* lain, agar di dapat nilai sesuai target SIR. Proses *up date* koefisien filter penerima pada teknik MMSE dinyatakan dengan persamaan 3<sup>[11]</sup>

$$C_i(n+1) = \frac{\sqrt{p_i}}{1 + P_i \cdot S_i^T \cdot A^{-1} \cdot S_i} \cdot A i^{-1} \cdot S_i \quad \dots(3)$$

Dimana :

$S_i$  = PN code user ke i

$P_i$  = vektor daya user ke i

$$A = \sum_{i+j} P_i \cdot h_{ij} \cdot S_i \cdot S_i^T + \sigma^2 \cdot I \quad \dots(4)$$

Nilai daya transmisi *user* yang di *up date* dinyatakan dengan persamaan<sup>[8]</sup>

$$p_i(n+1) = \frac{\gamma_i^*}{h_{ii}} \frac{1}{(c_i^T s_i)^2} \left( \sum_{j \neq i} p_j(n) h_{ij} (c_i^T s_j)^2 + \sigma^2 (c_i^T c_i) \right) \quad \dots(5)$$

Dan nilai SIR *user* ke-i dinyatakan dengan persamaan :

$$SIR = \frac{p_i h_{ii} (c_i^T s_i)^2}{\sum_{i \neq j} p_j h_{ij} (c_i^T s_j)^2 + \sigma^2 (c_i^T c_j)} \quad \dots(6)$$

Keterangan :

$P_j$  = Vector daya user ke-j (dB)

$h_{ij}$  =Gain kanal pada link BS user ke-i dengan user ke- j (dB)

$d_{ij}$  = Jarak antara BS user ke-i dengan user ke-j (m)

$b_j$  = Bit yang di transmisikan oleh user ke-j

$s_j$  = Signature sequence dari user ke-j

$c_i$  = Koefisien filter user ke-i

$\sigma^2$  = noise AWGN (dB)

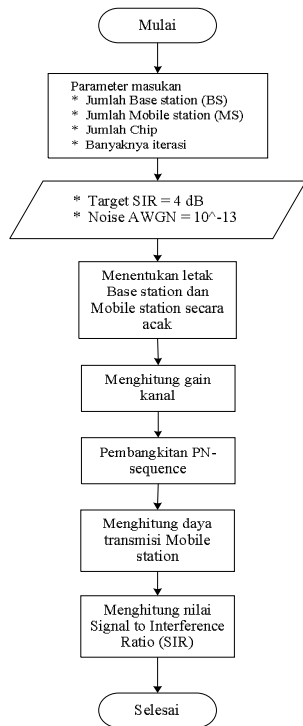
$S_i$  =  $\gamma_i^*$  = SIR target (dB)

MMSE memiliki kelebihan kinerja (*performene*) yang lebih baik dibandingkan teknik *power control* konvensional dengan memperhitungkan dari efek *noise* dan meng *up date* koefisien filter pada penerima. Oleh karena itu MMSE detektor sedikit lebih kebal terhadap *nar-far*. Detektor MMSE bertujuan menyeimbangkan sinyal *user* dalam satu metode algoritma dan menghilangkan MAI secara total diharapkan *noise* tidak ikut bertambah. Untuk mengurangi MSE (*mean square error*) pada output transformasi linier dengan cara memaksimalkan SIR (*signal to interference rasio*). Semakin rendahnya MSE maka perbandingan antara sinyal yang didapatkan dengan interferensi menjadi semakin besar, sehingga kinerja sistem akan semakin baik.<sup>[5]</sup>

## III. PERANCANGAN PROGRAM

Dalam proses simulasi pada tugas akhir ini pertama kali yaitu menentukan tata letak *base station* dan tata letak *user* secara posisi acak, dan kemudian akan didapatkan jarak antara *base station* dengan *user* dengan jarak yang berbeda, jarak ini berfungsi untuk menghitung nilai *gain* kanal. Setelah didapat nilai *gain* kanal akan didapatkan nilai daya transmisi dari masing-masing *user*. Dari nilai daya transmisi yang diterima oleh *base station* akan menentukan nilai SIR dimana pada simulasi ini digunakan target SIR 4 dB.

pertama kali yaitu menentukan tata letak *base station* dan tata letak *user* secara posisi acak, dan kemudian akan didapatkan jarak antara *base station* dengan *user* dengan jarak yang berbeda, jarak ini berfungsi untuk menghitung nilai *gain* kanal. Setelah didapatkan nilai *gain* kanal akan didapatkan nilai daya transmisi dari masing-masing *user*. Dari nilai daya transmisi yang diterima oleh *base station* akan menentukan nilai SIR dimana pada simulasi ini digunakan target SIR 4 dB. Diagram alir program simulasi teknik power control secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir program simulasi teknik power control

### 3.1 Perhitungan Gain Kanal

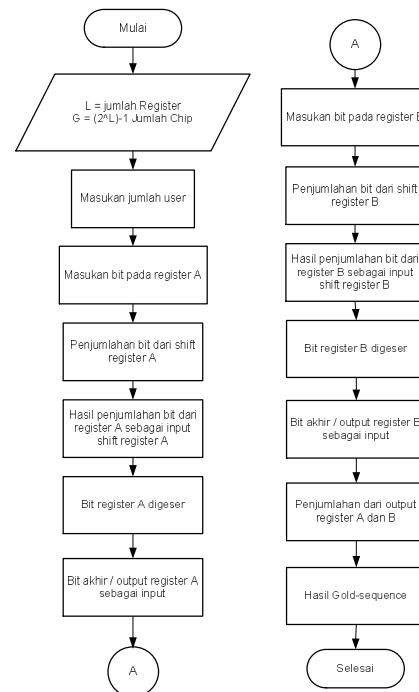
Untuk mengetahui *gain* kanal, terlebih dahulu harus mengetahui jarak antara *base station* dengan *user*. Sedangkan untuk menghitung jarak antara *base station* dengan *user* maka terlebih dahulu harus menentukan *user* dilayani oleh *base station* yang terdekat dari *user*. Setelah mengetahui *user* dilayani oleh *base station* tersebut maka akan diketahui jarak antara *user* dengan *base station* yang melayani maupun *base station* yang lain. Gambar 5 menggambarkan skematik diagram alir *gain* kanal.



Gambar 5. Diagram alir penentuan *gain* kanal

### 3.2 Pembangkitan PN-Sequence

Pada perancangan program simulasi digunakan *gold code* dimana jumlah *chip* yang digunakan adalah 31 *chip*, 63 *chip* dan 127 *chip*. *PN sequence* digunakan untuk memodulasi informasi bit. Pada tugas akhir ini digunakan *PN sequence* untuk perhitungan daya transmisi *user* dan menentukan nilai SIR. *Gold code* dibentuk dari XOR antara dua buah *m-sequence* kombinasi ini juga disebut *signature sequence*. Jumlah *chip* adalah  $(2^n)-1$  dimana  $n$  adalah jumlah register. Diagram alir pembangkit *m-sequence* seperti pada gambar 6.

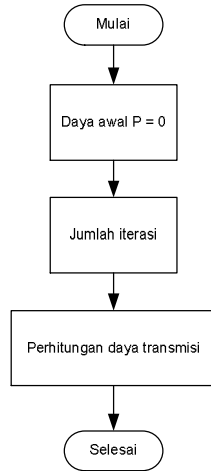


Gambar 6. Diagram alir pembangkitan *m-sequence*

### 3.3 Perhitungan Daya Transmisi

Nilai daya ini sangat menentukan nilai dari SIR *user* dimana *near far problem* ini terjadi karena jarak *user* terhadap *base station* yang selalu bergerak/mobile

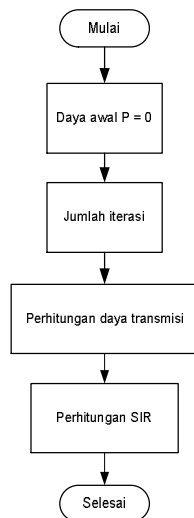
maka dari itu daya yang dipancarkan oleh *user* akan selalu berubah sehingga nilai SIR pun juga berubah. Pada awal iterasi, nilai daya transmisi diinisialisasi sama dengan nol  $P(0) = 0$ . Nilai daya ini akan di *update* secara terus menerus dimana berdasar CDMA-IS 95 pengupdate daya dilakukan tiap 1,25 ms. Daya transmisi *user* dapat di hitung dengan menggunakan persamaan 5. Dari persamaan tersebut dapat direalisasikan dalam bentuk diagram alir gambar 7



Gambar 7 Diagram alir perhitungan daya transmisi

### 3.4 Perhitungan *Signal to Interference (SIR)*

Nilai SIR merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kinerja dari sistem teknik *power control*. Dalam simulasi digunakan nilai target SIR=4 dimana berdasar CDMA-IS 95 perbandingan sinyal terhadap interferensi sekitar 6 dB. Nilai SIR ini berhubungan dengan nilai daya yang ditransmisikan oleh *user*. Untuk mengukur nilai SIR sesuai dengan persamaan 6 dari persamaan tersebut dapat direalisasikan dalam bentuk diagram alir gambar 9 sebelum direalisasikan dalam bentuk listing program.



Gambar 9 Diagram alir menentukan SIR

## IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

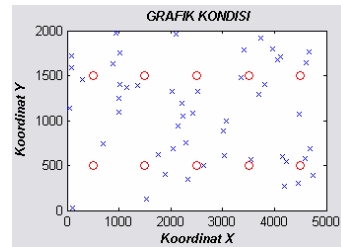
### 4.1 Analisis Simulasi

#### 4.1.1 Penggambaran letak *base station* dan *user*

Masing-masing *base station* bertugas memberikan layanan berupa link komunikasi pada setiap pengguna aktif di radius area layanan tertentu. Suatu radius tertentu dari area layanan *base station* ini disebut dengan sebuah sel. Pada simulasi ini diasumsikan *multicell* sistem CDMA dalam bentuk segi empat dengan radius yang digunakan adalah 1000m untuk setiap sel. Sedangkan *variable* jumlah *base station* yang tersedia dan dapat digunakan adalah 10, 15, 25, dan 50. Sedangkan *user* melakukan aktivitas secara *mobile* atau bergerak. Jumlah *user* dapat ditentukan dengan masukan nilai yang diisikan pada *text box* dengan jumlah *user* yang diinginkan, dan letak *user* adalah random. Berikut hasil program simulasi yang menggambarkan letak *base station* (o) dan *user* (x).

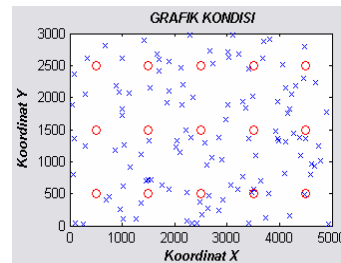
Penggambaran letak *user* dan *base station*

- jumlah *user* 50.
- jumlah *base station* 10.



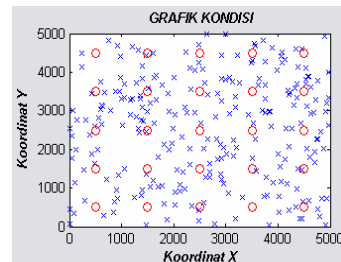
Gambar 10 Grafik kondisi 50 *user* dan 10 *base station*

- Jumlah *user* 120.
- Jumlah *base station* 15.



Gambar 11 Grafik kondisi 120 *user* dan 15 *base station*

- Jumlah *user* 250.
- Jumlah *base station* 25.



Gambar 12 Grafik kondisi 250 *user* dan 25 *base station*

#### 4.1.2 Penghitungan daya total transmisi user

Dalam penghitungan daya transmisi ini perlu memperhitungkan gain kanal dan membangkitkan *gold code*  $s_i$  sebagai kode unik dari pengguna, *nois* AWGN, target SIR serta koefisien filter  $c_i$ . Untuk gain kanal  $h_i$ , efek *near far* dalam sistem CDMA dinyatakan dalam daya rata-rata yang diterima *base station* pada pusat sel adalah :

$$h_i = \frac{1}{r_i^\alpha} \quad (3.1)$$

Dimana  $r_i$  adalah jarak antara pengguna ke- $i$  terhadap *base station* dan  $\alpha$  adalah konstanta sesuai hukum *path loss* yaitu antara 2 sampai 5 dan dalam simulasi digunakan nilai  $\alpha = 4$ .

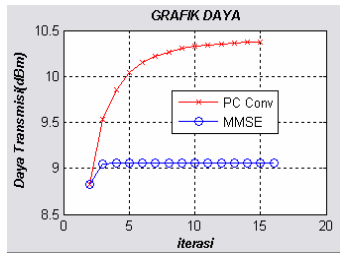
Dalam teknik *power control*, nilai daya akan dapat di ambil oleh *base station* ketika sudah mencapai nilai target dan konvergen dalam satu titik. Daya dari pengguna dengan memanfaatkan teknik *power control* maka daya pengguna ini akan dinaikkan atau diturunkan hingga mencapai nilai target SIR sehingga kapasitas sistem dapat dioptimalkan.

#### a. Analisis daya transmisi berdasarkan pengaruh jumlah user

1. Jumlah *user* 50.

Jumlah *base station* 10.

Jumlah *chip* 63.

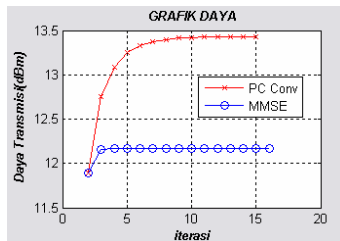


Gambar 13 Grafik daya 50 user dan 10 base station

2. Jumlah *user* 120.

Jumlah *base station* 10.

Jumlah *chip* 127.

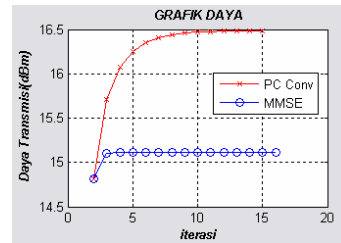


Gambar 14 Grafik daya 120 user dan 10 base station

3. Jumlah *user* 250.

Jumlah *base station* 10.

Jumlah *chip* 255.



Gambar 15 Grafik daya 250 user dan 10 base station

Dari pengamatan ketiga gambar grafik daya diatas berdasarkan jumlah *user* dengan iterasi sebanyak 15, dari gambar 13 grafik daya dengan jumlah *user* 50 dan 10 *base station* daya transmisi total untuk *power control* konvensional mencapai konvergen level 10,4 dBm di iterasi ke-10 dan untuk teknik MMSE mencapai konvergen pada level 9,1 dBm di iterasi ke 3. Sedangkan pada pengamatan gambar 14 dengan jumlah *user* 120 dan 10 *base station* grafik daya total transmisi *power control* konvensional mencapai konvergen 13,4 dBm di iterasi ke 10 dan untuk teknik MMSE mencapai konvergen level 12,3 dBm di iterasi ke 3. kemudian untuk pengamatan gambar 15 dengan jumlah *user* 250 dan 10 *base station* grafik daya transmisi dengan jumlah *user* 250 daya total transmisi *power control* konvensional mencapai konvergen level 16,5 dBm di iterasi ke 7 dan daya transmisi untuk teknik MMSE mencapai konvergen level 15,1 dBm di iterasi ke 3.

Sehingga dapat disimpulkan dari ke tiga grafik daya total transmisi diatas dengan jumlah *user* yang bervariasi yaitu 50, 120 dan 250, dengan jumlah *user* yang semakin meningkat akan mempengaruhi nilai daya total transmisi selain itu akan lebih lama mencapai konvergen atau titik kesetabilan sehingga akan berpengaruh pada nilai daya total transmisi.

Tabel 1 Daya transmisi pengguna berdasarkan pengaruh jumlah *user*

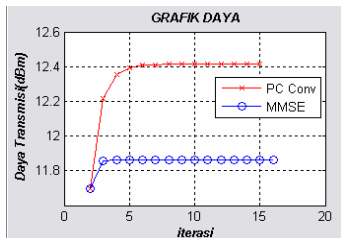
No	Jumlah <i>user</i>	Jumlah BS	Jumlah Chip	Level Daya	
				PC	MMSE
1	50	10	63	10,4 dBm	9,1 dBm
2	70	10	127	11,1 dBm	10,7 dBm
3	90	10	127	12,1 dBm	11,4 dBm
4	120	10	127	13,7 dBm	12,4 dBm
5	140	10	255	14,39dBm	13,81dBm
6	160	10	255	14,7 dBm	14,1 dBm
7	180	10	255	15,4 dBm	14,5 dBm
8	200	10	255	15,7 dBm	14,7 dBm
9	220	10	255	16,4 dBm	15,3 dBm
10	250	10	255	16,7 dBm	15,4 dBm

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat dibuktikan kembali dengan jumlah *base station* tetap (10) diketahui bahwa teknik MMSE memiliki daya total transmisi yang rendah pada setiap simulasi dengan peningkatan jumlah *user* dibandingkan daya transmisi

teknik *power control* konvensional. Selain itu dapat disimpulkan bahwa jumlah *user* juga sangat berpengaruh dalam menentukan kinerja parameter SIR dan daya transmisi pada penggunaan *power control* konvensional dan teknik MMSE, Semakin besar jumlah *user* aktif dalam suatu sel semakin besar level daya transmisi sehingga akan nilai SIR akan menurun.

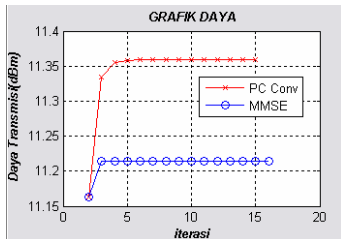
**a. Analisis daya transmisi berdasarkan pengaruh jumlah base station**

1. Jumlah *user* 100.  
Jumlah *base station* 15.  
Jumlah *chip* 127.



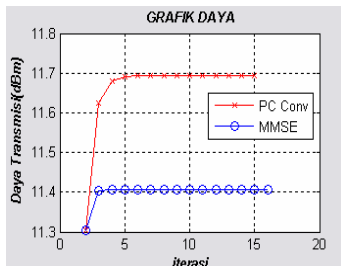
Gambar 16 Grafik daya 100 user dan 15 base station

2. Jumlah *user* 100.  
Jumlah *base station* 25.  
Jumlah *chip* 127.



Gambar 17 Grafik daya 100 user dan 25 base station

3. Jumlah *user* 100.  
Jumlah *base station* 50.  
Jumlah *chip* 127.



Gambar 18 Grafik daya 100 user dan 50 base station

Dari pengamatan ketiga gambar grafik daya berdasarkan jumlah *base station* dengan iterasi sebanyak 15, dari gambar 16 grafik daya dengan jumlah *user* 100 dan 15 *base station* daya total transmisi yang dicapai *power control* konvensional mencapai konvergen pada level 12,4 dBm diiterasi ke 6 dan untuk teknik MMSE mencapai konvergen pada level 11,7 dBm diiterasi ke 3. Sedangkan pada pengamatan gambar 17 dengan jumlah *user* 100 dan 25

*base station*, grafik daya total transmisi *power control* konvensional mencapai konvergen level 11,7 dBm diiterasi ke 6 dan untuk teknik MMSE mencapai konvergen level 11,4 dBm di iterasi ke 3. Kemudian untuk pengamatan gambar 18 grafik daya transmisi dengan jumlah *base station* 50 daya total transmisi mengalami penurunan dibanding dengan pengamatan grafik sebelumnya yaitu mencapai konvergen level 11,3 dBm di iterasi ke 6 untuk teknik *power control* konvensional sedangkan daya transmisi untuk teknik MMSE mencapai konvergen level 11,2 dBm di iterasi ke 3.

Dapat disimpulkan dari ke tiga grafik daya total transmisi diatas berdasarkan peningkatan jumlah *base station* yang bervariasi yaitu 15, 25 dan 50, dengan jumlah peningkatan *base station* mempengaruhi nilai daya total transmisi, pada saat jumlah *base station* sedikit, maka daya total tranmisi akan lebih besar dari pada jumlah *base station* lebih banyak. Dengan peningkatan jumlah *base station* maka daya total transmisi akan lebih kecil dan cepat mencapai konvegen atau akan mencapai kestabilan pada satu titik. Nilai daya pancar dari pengguna ini sangat kecil sekali.

Tabel 2 Daya transmisi *user* berdasarkan pengaruh jumlah *base station*

No	Jumlah <i>user</i>	Jumlah BS	Jumlah Chip	Level Daya	
				PC	MMSE
1	200	10	255	15,8 dBm	14,81 dBm
2	200	15	255	14,9 dBm	14,4 dBm
3	200	25	255	12,1 dBm	11,8 dBm
4	200	50	255	10,4 dBm	9,7 dBm

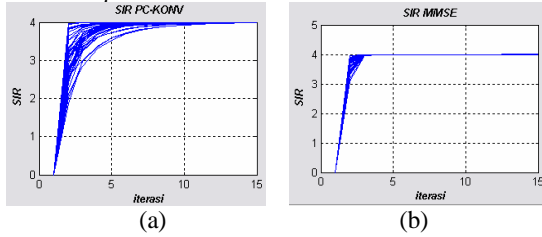
Berdasarkan Tabel 2 di atas dapat dibuktikan kembali dengan penambahan *base station* dengan jumlah *user* tetap (200) dapat diambil kesimpulan daya total transmisi pada *power control* konvensional dan teknik MMSE mengalami penurunan dan akan mencapai konvergen yang lebih cepat sehingga kinerja sistem akan optimal.

**4.1.3 Pemrosesan Signal to Interference Ratio (SIR)**

*Signal to interference ratio* (SIR) merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan tolak ukur suatu kinerja dalam sistem CDMA. Dalam simulasi digunakan nilai target SIR sebesar 4 (~6dB) sesuai dengan standart sistem CDMA yang berarti bahwa perbandingan sinyal terhadap interferensi sekitar 6dB. Nilai *noise* AWGN yang digunakan dalam simulasi sebesar  $12^{-13}$ . Dalam teknik *power control*, terjadi peng-update-an nilai daya transmisi. Sedangkan pada teknik MMSE mengalami peng-update-an nilai daya transmisi juga peng-update-an nilai koefisien filter. Nilai SIR ini dipengaruhi oleh nilai daya transmisi dimana jika nilai SIR lebih kecil daripada nilai target SIR maka daya akan dinaikkan dan sebaliknya hingga diperoleh nilai SIR yang diinginkan dengan nilai daya transmisi yang optimal dan interferensi yang minimal.

## A. Analisis nilai SIR berdasarkan pengaruh jumlah user

1. Jumlah user 50, Jumlah base station 10, Jumlah chip 63.

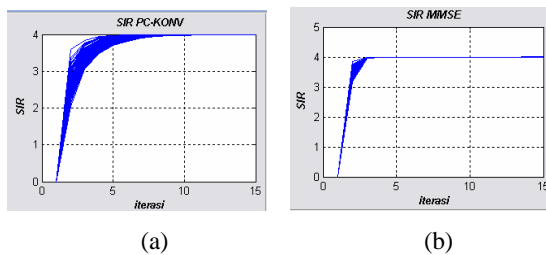


Gambar 19

- (a) Grafik SIR *power control* konvensional, 50 user dan 10 base station
- (b) Grafik SIR teknik MMSE, 50 user dan 10 base station

Dari pengamatan gambar 19 (a) grafik SIR teknik *power control* konvensional dan (b) grafik SIR teknik MMSE dapat dianalisa bahwa SIR teknik *power control* konvensional nilai SIR sudah mencapai level konvergensi yaitu level 4 (~6dB), tetapi nilai konvergensi tersebut terjadi diiterasi ke 14 dalam hal ini membutuhkan waktu dan iterasi yang panjang untuk mendapatkan nilai target konvergen atau titik kesetabilan yang diharapkan. Kemudian pada pengamatan grafik SIR (b) teknik MMSE nilai SIR mencapai level konvergen di level 4 (~6dB) pada iterasi ke 3 dalam hal ini waktu yang di butuhkan untuk mendapatkan kesempurnaan membutuhkan waktu singkat. Jadi dapat diambil kesimpulan teknik MMSE lebih unggul dibandingkan pada teknik *power control* konvensional karena konvergen yang diperoleh lebih cepat.

2. Jumlah user 120, Jumlah base station 10, Jumlah chip 127.



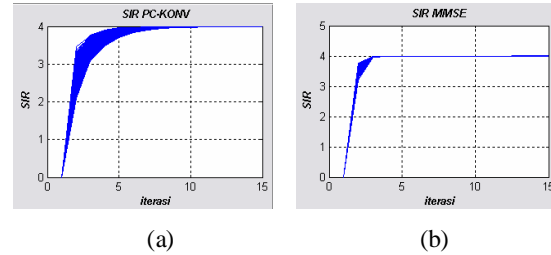
Gambar 20

- (a) Grafik SIR *power control* konvensional, 120 user dan 10 base station
- (b) Grafik SIR teknik MMSE, 120 user dan 10 base station

Pada gambar 20 (a) grafik SIR teknik *power control* konvensional dan (b) grafik SIR teknik MMSE dapat dianalisa bahwa SIR teknik *power control* konvensional nilai SIR sudah mencapai level konvergen atau titik setabil yaitu level 4 (~6dB), tetapi nilai konvergensi tersebut didapat diiterasi ke 11 dalam hal ini membutuhkan waktu dan iterasi yang panjang untuk mendapatkan nilai konvergen atau titik kesetabilan. Dan untuk pengamatan gambar 20 (b) grafik SIR teknik MMSE nilai SIR sudah mencapai level target level 4 (~6dB) di iterasi ke 3 dalam hal ini waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan

kesempurnaan membutuhkan waktu yang singkat. Jadi dapat diambil kesimpulan teknik MMSE lebih unggul dibandingkan pada teknik *power control* konvensional.

3. Jumlah user 250, Jumlah base station 10, Jumlah chip 255.



Gambar 21

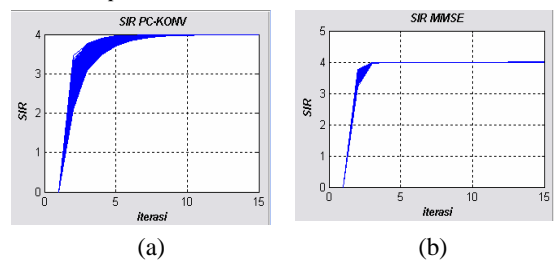
- (a) Grafik SIR *power control* konvensional, 250 user dan 10 base station
- (b) Grafik SIR teknik MMSE, 250 user dan 10 base station

Pada gambar 21 yaitu (a) grafik SIR teknik *power control* konvensional dan (b) grafik teknik MMSE dapat dianalisa bahwa SIR teknik *power control* konvensional dan teknik MMSE tidak jauh beda dengan gambar 19 dan 20 pencapaian target SIR mencapai konvergen sempurna di level 4 (~6dB), tetapi konvergen atau nilai kesetabilan yang didapat lebih cepat teknik MMSE yaitu di level 4 pada iterasi ke 3 sedangkan teknik *power control* konvensional mencapai kesetabilan di iterasi ke 11.

Dari ketiga gambar diatas dapat disimpulkan dengan jumlah user 50, 120 dan 250 grafik SIR teknik MMSE lebih unggul lebih cepat mencapai konvergen atau lebih cepat mencapai titik kesetabilan selain itu keunggulan lain pada teknik MMSE yaitu melakukan peng-update-an pada koefisien filter sehingga kebal terhadap interferensi, dibandingkan teknik *power control* konvensional untuk mencapai target SIR diperlukan waktu atau iterasi yang lebih lama bahkan nilai SIR ini tidak bisa dicapai. Ini disebabkan semakin banyak pengguna maka semakin banyak sinyal interferensi yang ditimbulkan karena pada teknik *power control* pengguna lain yang tidak dikehendaki dianggap sebagai penginterferer yang akan menurunkan kinerja dari sistem CDMA.

## B. Analisa SIR berdasarkan pengaruh jumlah base station

1. Jumlah user 250, Jumlah base station 10, Jumlah chip 255.



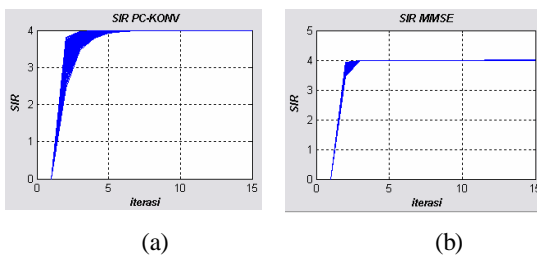
Gambar 22

- (a) Grafik SIR *power control* konvensional, 250 user dan 10 base station
- (b) Grafik SIR teknik MMSE, 250 user dan 10 base station



Dari pengamatan gambar 22 (a) grafik SIR teknik *power control* konvensional dan (b) grafik SIR teknik MMSE dapat dianalisa bahwa SIR teknik *power control* konvensional nilai SIR sudah mencapai level konvergensi yaitu level 4 (~6dB), tetapi nilai konvergensi tersebut terjadi diiterasi ke 11 dalam hal ini membutuhkan waktu dan iterasi yang panjang untuk mendapatkan nilai konvergen atau titik kesetabilan yang diharapkan. Kemudian pada pengamatan gambar (b) grafik SIR teknik MMSE nilai SIR mencapai level konvergen dilevel 4 (~6dB) pada iterasi ke 3 dalam hal ini waktu yang di butuhkan untuk mendapatkan kesempurnaan membutuhkan waktu singkat. Jadi dapat diambil kesimpulan teknik MMSE lebih unggul dibandingkan pada teknik *power control* konvensional karena konvergen yang diperoleh lebih cepat.

2. Jumlah *user* 250, Jumlah *base station* 25, Jumlah *chip* 255.

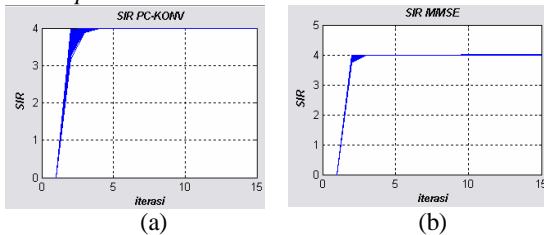


Gambar 23

- (a) Grafik SIR *power control* konvensional, 250 *user* dan 25 *base station*
- (b) Grafik SIR teknik MMSE, 250 *user* dan 25 *base station*

Pada gambar grafik 23 (a) grafik SIR teknik *power control* konvensional dan (b) grafik SIR teknik MMSE, kedua teknik tersebut sudah mencapai konvergensi yang diinginkan yaitu level 4 (~6dB) sesuai dengan standart sistem CDMA. Tetapi kedua teknik tersebut memiliki perbedaan pada pencapaian konvergen atau titik kesetabilan dimana teknik MMSE mencapai konvergen lebih cepat yaitu konvergen di iterasi ke 3 sedangkan konvergen teknik *power control* terjadi pada iterasi ke 7 ini diakibatkan semakin banyaknya *user* maka semakin banyak sinyal interferensi sehingga akan menurunkan kinerja sistem CDMA. Selain itu teknik MMSE juga memiliki keunggulan meng-update nilai koefisien sehingga kebal terhadap interferensi yang cenderung mengganggu.

3. Jumlah *user* 250, Jumlah *base station* 50, Jumlah *chip* 255



Gambar 24

- (a) Grafik SIR *power control* konvensional, 250 *user* dan 50 *base station*
- (b) Grafik SIR teknik MMSE, 250 *user* dan 50 *base station*

Dari gambar 24, yaitu (a) grafik SIR teknik *power control* konvensional dan (b) grafik SIR teknik MMSE, kedua teknik tersebut sudah mencapai konvergensi yang diinginkan yaitu level 4 (~6dB) sesuai dengan standart sistem CDMA. dari hasil simulasi berdasarkan penambahan jumlah *base station* dari gambar 22, gambar 23 dan gambar 24 pada masing-masing grafik SIR *power control* konvensional dapat disimpulkan semakin banyak penambahan jumlah *base station* akan semakin cepat mencapai titik konvergen sehingga kinerja sistem akan maksimal dan daya yang ditransmisikan juga semakin kecil. Sedangkan untuk teknik MMSE mampu mencapai konvergensi lebih cepat karena dalam teknik ini memiliki kemampuan meng-update koefisien filter sehingga kebal terhadap interferensi sehingga kinerja sistem akan lebih baik.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis simulasi perangkat lunak *power control* dengan menggunakan matlab 7.01 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin banyak *user* yang ada dalam suatu area layanan *base station*, makin naik daya transmisi total terbukti dengan jumlah *user* 50 daya total mencapai 10,4 dBm pada teknik *power control* konvensional sedang untuk teknik MMSE mencapai 9,1 dBm. Kemudian dengan jumlah *user* 120 daya total teknik *power control* konvensional mencapai 13,4 dBm dan teknik MMSE mencapai 12,3 dBm. Dan untuk jumlah *user* 250 daya total mencapai 16,5 dan teknik MMSE mencapai 15,1 dBm terbukti bahwa dengan bertambahnya jumlah *user* daya transmisi akan naik sehingga akan berpengaruh pada nilai SIR.
2. Bertambahnya jumlah *user* akan mempengaruhi pencapaian konvergensi/titik kesetabilan terbukti pada teknik *power control* konvensional dengan jumlah *user* 50, 120 dan 250. Nilai SIR sudah mencapai target standart CDMA level 4(~6dBm) tetapi pencapaian konvergensi didapat membutuhkan waktu yang lama seiring bertambahnya jumlah *user*, dibandingkan pada teknik MMSE konvergensi didapat pada iterasi ke 3, jadi teknik MMSE lebih unggul dibanding teknik *power control* konvensional.
3. Semakin banyak penambahan *base station* akan menurunkan daya total transmisi terbukti dengan jumlah *base station* 15 daya total pada teknik *power control* konvensional mencapai 12,4 dBm sedang untuk teknik MMSE mencapai 11,7 dBm. Kemudian dengan jumlah *base station* 25 daya total mengalami penurunan teknik teknik *power control* konvensional mencapai 11,7 dBm dan teknik MMSE mencapai 11,4 dBm. Dan untuk jumlah *base station* 50 daya total mencapai 11,3 dan teknik MMSE mencapai 11,2 dBm terbukti bahwa dengan bertambahnya jumlah *base station* daya transmisi akan menurun sehingga akan berpengaruh pada nilai SIR.

4. Bertambahnya jumlah *base station* akan mempengaruhi pencapaian konvergensi/titik kesetabilan terbukti pada teknik *power control* konvensional dengan jumlah *base station* 10, 15, 25 dan 50. Nilai SIR sudah mencapai target standart CDMA level 4 (~6dBm) dengan pencapaian konvergensi yang semakin cepat dengan penambahan *base station*.
5. Teknik MMSE (*Minimum Mean Square Error*) mampu mencapai konvergensi SIR maupun daya transmisi secara lebih cepat dan lebih tinggi di banding teknik *power control* konvensional.
6. Teknik MMSE (*Minimum Mean Square Error*) mampu menekan level daya transmisi total menjadi lebih rendah di banding teknik *power control* konvensional. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam hal efektifitas sistem, teknik MMSE lebih unggul di banding teknik *power control* konvensional.

## 5.2 SARAN

Berikut adalah saran-saran yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

1. Pada proyek akhir ini digunakan *detector multi user sub optimal*, MMSE, selanjutnya simulasi ini dapat dikembangkan dengan menggunakan *detector multi user optimal* (MSL).
2. Pada proyek akhir ini digunakan bahasa pemrograman *Matlab Guidance* (GUI), selanjutnya simulasi ini dapat dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman lain, seperti *visual basic* (VB).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nirwan.E dan Kurniawan.A, “*Evaluasi Kinerja Power Control pada CDMA Sistem Berdasarkan SIR dan Signal Strength*”, ITB, Indonesia, 2004
- [2] NN, “Kanal *Rayleigh Fading* pada Komunikasi CDMA” <http://www.elektroindonesia.com>, 8 Agustus 2008
- [3] Santoso, Gatot.”*SISTEM SELULER CDMA*”.edisi pertama.Garaha ilmu. Yogyakarta. 2004
- [4] Uke Kurniawan Usman, ” *SISTEM SELULAR CDMA 2000 1X EV-DO*”, STT Telkom, Bandung 2005.
- [5] Savo G. Glisic, “ *Adaptive WCDMA Theory and Practice*” John Wiley & Sons Ltd, England , 2003
- [6] Uke Kurniawan Usman, ”*Sistem Komunikasi Bergerak*” <http://www.stttelkom.ac.id>, 15 Oktober 2007
- [7] Sennur Ulkus and Roy D, *Adaptive Power Control and MMSE Interference Suppression*, EEL 6503 course note, 2002
- [8] ...., “*Radio Access Network (RAN)*”, PT Telekomunikasi Indonesia,Tbk, Bandung 2004.
- [9] Freeman, Roger L, “*Telecommunication Transmission Handbook*” , A Wiley Interscience Publication, 1998.
- [10]Gunawan, Uke Kurniawan Usman, Gnadi Dwi Hartono, ”*Konsep Teknologi selular*”, Informatika Bandung, Januari 2008.

- [11]Simon Moshavi and Bellcore, “*Multi-User Detection for DS-CDMA Communication*”, IEEE Communication Magazine October 1996.

## BIOGRAFI



### **Dwi Agus Purwanto**

**(L2F 305 207)**

Mahasiswa Teknik Elektro Program Ekstensi Universitas Diponegoro angkatan 2005 dengan konsentrasi Elektronika Telekomunikasi .

Semarang, Mei 2009  
Pembimbing I

Yuli Christiyono, S.T, M.T.  
NIP. 132 163 660

Pembimbing II

Ajub Ajulian Zahra, ST, MT  
NIP 132 205 684