

EVALUASI KINERJA STEP SIZE POWER CONTROL WCDMA (WIDEBAND CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS) MENGUNAKAN ALGORITMA MONTE-CARLO

Fakhriy Hario P

ABSTRAK

Pada sistem code division multiple access (WCDMA) peranan dari power control sangat diperlukan untuk mendapatkan sistem dengan kapasitas kanal yang optimum. Salah satu faktor yang membatasi kinerja dari closed-loop power control (CLPC) adalah besarnya langkah (step-size) update pada pengaturan daya pancar mobile station (MS), karena kanal fading berfluktuasi dengan cepat dan seringkali cukup dalam.

Besarnya langkah update power ditentukan oleh banyaknya penggunaan bit power control command (PCC) yang merupakan hasil kuantisasi dari informasi error feedback. Ada dua metode kuantisasi yaitu algoritma fixed-step yang menggunakan satu bit perintah PCC dan variable-step yang menggunakan multi bit perintah PCC.

Pada penelitian ini kinerja algoritma variable-step dievaluasi, kemudian dibandingkan dengan algoritma fixed-step. Hasilnya menunjukkan bahwa dalam kondisi ideal, kinerja algoritma variable-step lebih baik daripada fixed-step dan pencarian nilai SIR menggunakan algoritma Monte Carlo. Namun dalam kondisi praktis dimana power control dipengaruhi delay loop dan error bit perintah PCC, algoritma variable-step mengalami degradasi kinerja BER secara drastis sehingga algoritma fixed-step lebih realistis untuk diimplementasikan.

Power control pada sistem W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) adalah mekanisme yang dilakukan untuk mengatur daya pancar MS pada kanal uplink, dan daya pancar BTS (Base Transceiver Station) pada kanal downlink. Power control pada kanal downlink didesain untuk mencegah terjadinya interferensi antar sel, sedangkan pada kanal uplink power control digunakan untuk mengatasi interferensi antar user dalam satu sel. Power control dimaksudkan juga untuk

mengoptimalkan kapasitas layanan agar dapat melayani sebanyak mungkin pelanggan, dengan tetap memenuhi quality of service (QoS) yang dipersyaratkan untuk layanan tersebut. Sistem komunikasi nirkabel seperti W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) terdapat rugi-rugi propagasi (propagation loss) sebagai fungsi jarak antara BTS (Base Transceiver Station) dengan MS (Mobile Station) (near and far effect). Permasalahan tersebut membutuhkan

manajemen daya pancar *BTS* (*Base Transceiver Station*) dan *MS* (*Mobile Station*) dengan *power control*, karena tanpa *power control* kapasitas sistem dapat menjadi sangat rendah.

Power control membutuhkan suatu performansi untuk meningkatkan kinerjanya. Performansi *power control* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: *step size*, *delay*, dan kecepatan *fading* relatif terhadap kecepatan *power control*. Faktor-faktor tersebut dapat diestimasi dengan menggunakan algoritma *power control*. Algoritma *power control* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu algoritma *power control* berdasarkan *strength* (daya), berdasarkan *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) dan berdasarkan *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) dan *strength*, selanjutnya berdasarkan kuantisasi *step size* *power control* dibagi menjadi dua kategori yaitu *fixed step size* dan *variabel step size*. Algoritma *power control* menjadi hal yang sangat penting untuk mengestimasi kinerja *power*

control sehingga dilakukan penelitian dan pengembangan berkaitan dengan algoritma *power control*.

Power control sistem *W-CDMA* (*Wideband Code Division Multiple Access*) pada penelitian ini akan dikembangkan menggunakan suatu pemodelan algoritma berbasis komputerisasi. Pemodelan algoritma tersebut diharapkan dapat menganalisa dalam pengambilan keputusan suatu sistem sehingga memberikan sebuah dasar pemecahan untuk bidang telekomunikasi dan struktur-struktur seluler. Algoritma yang dimaksud adalah algoritma *Monte Carlo*.

Metode *Monte Carlo* adalah algoritma komputasi untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika. Penggunaan klasik metode ini adalah untuk mengevaluasi integral definit, terutama integral multidimensi dengan syarat dan batasan yang rumit, teknik tersebut sangat baik digunakan untuk representasi suatu permasalahan

bersifat fisis, dan memperkecil toleransi kesalahan. Teknik *Monte Carlo* merupakan pencarian solusi dengan membangkitkan atau mendapatkan solusi secara acak yang dilakukan berkali-kali (iterasi) hingga akhirnya ditemukan solusi maksimum yang diinginkan. *Monte Carlo* melibatkan pemilihan secara acak terhadap keluaran masing-masing secara berulang sehingga diperoleh solusi dengan pendekatan tertentu, dengan demikian tingkat ketelitian atas jawaban bagi seorang pengambil keputusan dapat ditentukan sendiri atas kisaran kesalahan yang terjadi dikaitkan dengan jumlah ulangan berdasar data yang ada. *Power control* pada penelitian ini menggunakan pengaturan *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) dengan parameter *BER* (*Bit Error Rate*) sebagai fungsi dari rasio energi per *bit* terhadap densitas interferensi (E_b/I_0) yang berpengaruh terhadap performansi *power control* dan akan diuji menggunakan simulasi berbasis komputerisasi. *SIR* (*Signal to*

Interference Ratio) digunakan untuk mengestimasi kondisi kanal dan selanjutnya sebagai informasi *feedback* pada *closed-loop power control* untuk menentukan besar *update* daya pancar *MS* (*Mobile Station*). Hasil yang diharapkan adalah meningkatkan performansi *power control* berdasarkan *step size* yang baik dengan membandingkan mode *fixed step* dan *variable step power control*.

Algoritma *Power Control*

Tiga jenis algoritma *power control* yaitu *open loop power control*, *outer loop power control*, dan *closed loop power control* pada *CDMA* (*Code Division Multiple Access*) dirancang untuk memperbaiki kinerja sistem. *Open-loop power control* ditujukan untuk mengatasi masalah perbedaan kekuatan daya pancar *BTS* (*Base Transceiver Station*) akibat *large scale propagation loss*, *closed-loop power control* didesain untuk meminimalisasikan gangguan akibat

kanal *fading Rayleigh*, dan *outer-loop power control* dipakai untuk menentukan *SIR (Signal to Interference Ratio)* target atau daya sinyal target yang digunakan oleh *closed-loop power control*. Algoritma *power control* memiliki dua fungsi utama yaitu menyesuaikan daya pancar *mobile station* dan mengkompensasi variasi daya yang fluktuatif dalam redaman *path loss* antara *base station* dan *mobile station*, yang memberikan suatu estimasi kasar dari *propagation loss* untuk setiap *mobile station*.

Algoritma *closed loop power control* menggunakan estimasi daya yang diterima pada *base station* yang menginstruksikan setiap *mobile station* untuk mengubah level daya pancarnya. Mekanisme *closed loop power control* dapat secara efektif mengkompensasi variasi kanal yang cepat akibat *multipath fading* dalam setiap terestial, dimana *delay* proses dan propagasi lebih kecil dibandingkan waktu korelasi dari kanal.

Closed Loop Power Control

- *Mobile Station* mengestimasi nilai *SIR (Signal to Interference Ratio)* (g_{est}) untuk setiap *user*.
- *SIR (Signal to Interference Ratio)* hasil estimasi dibandingkan dengan nilai *SIR* target (g_t) untuk menghasilkan sinyal error $e(i)$.
- Sinyal error $e(i)$ di kuantisasi menjadi *bit* biner yang disebut dengan *PCC (Power Control Command)* sebelum ditransmisikan ke *mobile station*.
- Membutuhkan informasi *feed back* untuk menyesuaikan daya pancarnya terhadap kondisi kanal pada waktu bersamaan.
- Mengurangi dampak redaman *small scale* yang tidak berkorelasi antara kanal *uplink* dan *downlink*.

Open Loop Power Control

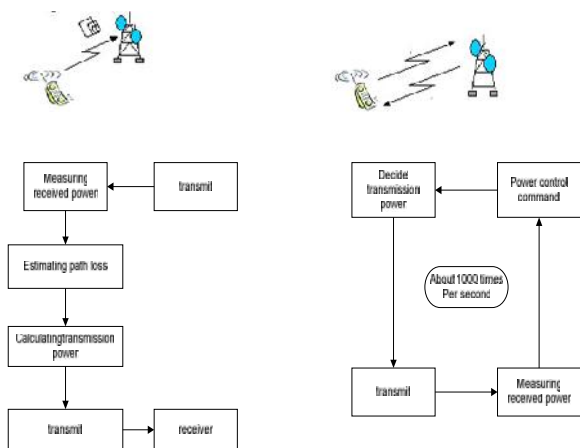
- Menyamakan besar daya yang diterima *BTS (Base Transceiver*

Station) dari tiap *user* yang berbeda yang disebabkan faktor jarak (*near-far*) dan *shadowing*.

- *Mobile Station* mengestimasi daya pancarnya berdasarkan estimasi daya sinyal *downlink*.
- Tidak membutuhkan informasi *feedback*.

Closed loop power control dilakukan untuk meminimalkan efek *fading*. Efek *fading* adalah fluktuasi daya diterima yang terjadi karena adanya fenomena sinyal sampai ke penerima dengan lebih dari satu lintasan, dan bahkan banyak/ganda lintasan (*Multipath Fading*). *Power control* ini mengatur sinyal yang dipancarkan *MS (Mobile Station)* berdasarkan sinyal yang diterima pada *BTS (Base Transceiver Station)* dengan menggunakan perintah *Bit Power Control Command (PCC)* sebagai *feedback* pada *MS (Mobile Station)* untuk menaikkan atau menurunkan level sinyalnya. *Power control* yang bekerja

berdasarkan *SIR-based*, perintah perubahan level daya dikirimkan oleh *BTS (Base Transceiver Station)* kepada suatu *user* ditentukan berdasarkan estimasi *SIR (Signal to Interference Ratio)* (g_{est}) yang didapat dari *user* tersebut, *SIR (Signal to Interference Ratio)* dari suatu *user* akan dibandingkan dengan *SIR (Signal to Interference Ratio)* target (g_t) yang didapat pada mekanisme *outer loop*, setelah itu *BTS (Base Transceiver Station)* akan memerintahkan *MS (Mobile Station)* untuk memperbaiki level sinyalnya melalui bit *PCC*. Mekanisme ini dilakukan untuk mengatasi gangguan sinyal yang pergerakannya sangat cepat dan fluktuatif seperti *fading*, hal ini juga dilakukan mengingat sifat *fading* yang tidak serupa pada kanal *uplink* dan *downlink* sehingga perlunya *feedback*. Mekanisme dari *closed loop* ini diilustrasikan pada Gambar (1) di bawah ini.



Gambar 1. Mekanisme Open Loop dan Closed Loop Power Control

Step Size

Power control pada step size berfungsi untuk mengatur perubahan daya yang dilakukan oleh MS (Mobile Station) dinyatakan dalam power update step size. Nilai step size sangat menentukan kualitas power kontrol. Nilai step size yang terlalu kecil tidak dapat memperbaiki selisih nilai SIR (Signal to Interference Ratio) yang besar, sebaliknya nilai step size yang terlalu besar akan menyebabkan terjadinya variasi nilai yang berulang-ulang disekitar level target yang diinginkan karena terjadinya pengaturan daya naik ataupun turun berulang-ulang. Nilai step

size optimum yang biasa digunakan adalah 1 atau 2 dB (A.Kurniawan,2003).

Berdasarkan kuantisasi step size, power control dibagi menjadi dua kategori yaitu fixed step size dan variabel step size. Kinerja power control dengan variable step size sedikit lebih baik daripada kinerja power control dengan fixed step size. Power control dengan variabel step size biasanya memerlukan jumlah bit perintah lebih dari satu bit (multi bit) sehingga kapasitas downlink berkurang.

Algoritma power control dengan variable step size adalah teknik kuantisasi informasi feedback step size menjadi beberapa bit PCC (Power Control Command). Sistem variable step ini mengatur daya pancar mobile station dengan step size yang berbeda-beda, bergantung dari selisih nilai SIR (Signal to Interference Ratio) yang diterima dengan SIR (Signal to Interference Ratio) target (g_t) pada setiap selang waktu power control.

Kelebihan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk mengatasi efek *fading* hanya dalam satu interval waktu *power control*, sedangkan kekurangan teknik ini adalah tidak hemat *bandwidth* karena penggunaan beberapa *bit PCC* (*Power Control Command*) tiap interval *power control*. Pemodelan *variable step size* menggunakan nilai $q > 1$, sebagai contoh $q=3$ sehingga sinyal *error* $e(i)$ akan di kuantisasi seperti persamaan di bawah ini:

$$e(i-D)_{q=3} = \begin{cases} 3, & \text{indeks} < -0,2 \\ 2, & -0,2 \leq \text{indeks} < -0,1 \\ 1, & -0,1 \leq \text{indeks} < 0 \\ 0, & \text{indeks} = 0 \\ -1, & 0 < \text{indeks} < 0,1 \\ -2, & 0,1 \leq \text{indeks} < 0,2 \\ -3, & \text{indeks} \geq 0,2 \end{cases}$$

Algoritma *power control* dengan *fixed step size* adalah teknik kuantisasi informasi *feedback* menjadi *bit PCC* (*Power Control Command*) tunggal. Interval *power control* pada *fixed step size* hanya akan dapat mengubah daya pancar *MS* (*Mobile Station*) sebesar $+\Delta p$ dB (menaikkan daya) atau $-\Delta p$ dB

(menurunkan daya). Algoritma *power control* dengan *fixed step size* adalah sebagai berikut:

- Jika $SIR_{est}(g_t) > SIR_{target}$ maka *bit PCC* yang dikirim ialah "0" atau "-1", yaitu memerintahkan *MS* untuk menurunkan level dayanya.
- Jika $SIR_{est}(g_t) < SIR_{target}$ maka *bit PCC* yang dikirim ialah "1", yaitu memerintahkan *MS* untuk menaikkan level dayanya.

Penggunaan hanya 1 *bit PCC* ini akan menghemat *bandwidth* kanal *downlink* dan merupakan kelebihan dari teknik *fixed step power control*.

Feedback Delay

Feedback delay adalah selang waktu yang dibutuhkan ketika *BTS* (*Base Transceiver Station*) mulai mengestimasi kondisi kanal sampai *bit PCC* (*Power Control Command*) diterima *MS* untuk mengubah daya pancar, dan untuk membandingkan *SIR*

(*Signal to Interference Ratio*) estimasi (g_{est}) dan *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) target (g_t). Waktu propagasi *bit PCC* (*Power Control Command*) dari *BTS* (*Base Transceiver Station*) ke *MS* (*Mobile Station*) adalah penyebab *delay* ini, *delay* dapat membuat perintah *power control* menjadi kadaluarsa, oleh karena itu proses estimasi *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) dan pemrosesan *bit PCC* (*Power Control Command*) harus dilakukan pada selang waktu yang pendek.

SIR (Signal to Interference Ratio)

SIR (*signal to interference ratio*) digunakan untuk mengestimasi kondisi kanal dan selanjutnya sebagai informasi *feedback* pada *closed-loop power control* berbasis *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) untuk menentukan besar *update* daya pancar *MS* (*Mobile Station*). Akurasi estimasi *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) (g_{est}) menjadi sangat penting untuk mendapatkan *power control* yang baik. *SIR* (*Signal to*

Interference Ratio) estimator yang akurasinya makin baik digunakan untuk mengatasi dampak kanal yang berubah sangat cepat, sehingga estimasi *SIR* (g_{est}) harus dilakukan pada periode yang sangat singkat. Variabel terpenting dalam pengukuran *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) adalah mengukur perbandingan antara sinyal *MS* (*Mobile Station*) tertentu dengan sinyal dari *MS* (*Mobile Station*) lain yang diterima oleh *BTS* (*Base Transceiver Station*) disertai parameter pengukuran yaitu *BER* (*bit error rate*). Persamaan *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) *uplink* untuk user ke-1 (*MS*), diberikan dengan persamaan (1) di bawah ini.

$$Y_i = \frac{g_{bii} p_i}{\sum_{j=1, j \neq i}^N g_{bij} p_j + h_i} = \frac{p_i}{\sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{g_{bij}}{g_{bii}} p_j + \frac{h_i}{g_{bii}}}$$

Y_i : *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) pada penerima *BTS* (*Base Transceiver Station*) yang disebabkan oleh *MS* (*Mobile Station*) ke-*i* (dB)

p_i : daya pancar *MS (Mobile Station)*
ke- i (dB)

N : jumlah yang menggunakan kanal yang sama meliputi *intra cell* maupun *inter cell*

h_i : daya *noise* penerima (dB)

g : redaman total yang disebabkan *multipath fading*, *path loss* dan *shadowing* terhadap *BTS (Base Transceiver Station)* ke i dan *BTS (Base Transceiver Station)* ke j (dB)

Metode *Monte Carlo*

Metode *Monte Carlo* dipopulerkan oleh beberapa peneliti yakni: *Stanislaw Ulam*, *Enrico Fermi*, *John von Neumann* dan, *Nicholas Metropolis*. Tahun 1946, *Stanislaw Ulam* menemukan metode *Monte Carlo* ketika mengamati peluang memenangkan permainan kartu *solitaire*. Nama *Monte Carlo* sendiri berasal dari sebuah kasino di *Monaco*.

Simulasi *Monte Carlo* adalah proses menurunkan secara acak nilai variabel tidak pasti secara berulang-ulang untuk mensimulasikan model.

Metode *Monte Carlo* karena itu merupakan teknik stokastik. Metode *Monte Carlo* dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, mulai dari ekonomi sampai fisika, tentu saja cara aplikasinya berbeda dari satu bidang ke bidang lainnya, dan ada banyak sekali himpunan bagian *Monte Carlo* meskipun dalam satu bidang yang sama. Hal yang menyamakan semua itu adalah bahwa percobaan *Monte Carlo* membangkitkan bilangan acak untuk memeriksa permasalahan.

Strategi Dasar Metode *Monte Carlo*

Keunggulan metode *Monte Carlo* adalah mengevaluasi integral multi dimensi, contoh penyelesaian integral menggunakan *Monte Carlo* di tunjukan pada persamaan (2) di bawah ini.

$$I = \int_a^b f(x)dx$$

untuk fungsi sebarang f . Salah satu alternatif penyelesaiannya adalah rata-rata f pada interval $[a,b]$ dengan persamaan (3) di bawah ini.

$$I = (b-a) \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i)$$

dimana x_i terdistribusi merata antara $x=a$ dan $x=b$, dan dalam hal ini ada N buah x_i yang diambil secara acak sebagai sampel dalam perhitungan integrasi tersebut. Jika diambil interval $[0,1]$ formula (4) memberikan hasil sebagai berikut.

$$I = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i)$$

Metode Iterasi *Monte Carlo*

Iterasi adalah sifat tertentu dari algoritma atau program komputer di mana suatu urutan atau lebih dari langkah algoritmik dilakukan di *loop* program. Hal ini dibedakan dari teknik berulang yang disebut rekursi. Iterasi pada matematika dapat diartikan sebagai suatu proses atau metode yang digunakan secara berulang-ulang (pengulangan) dalam menyelesaikan suatu permasalahan matematik.

Metode pencarian acak merupakan metode simulasi yang solusinya dicari secara acak dan

diulang-ulang sampai menghasilkan solusi yang diharapkan. Metode ini kurang populer karena hasilnya kurang bagus. Metode *Monte Carlo* memperbaiki metode pencarian acak dengan mempertimbangkan tidak semua nilai solusi harus diubah pada setiap iterasi dan munculnya bilangan acak sangat tergantung pada distribusi bilangan acak yang digunakan. Menentukan besarnya nilai π dapat ditempuh dengan cara simulasi *Monte Carlo*. Kunci dari metode *Monte Carlo* adalah penggunaan input acak dan distribusi probabilitas.

Penggunaan Monte Carlo

- *Sains dan Engineering*
- Analisa Ketidakpastian
- Optimisasi
- Desain Berbasis Realitas
- Fabrikasi

Alokasi toleransi untuk mengurangi biaya.

- Bisnis:

- Analisa resiko dan keputusan, membantu membuat keputusan dalam ketidakpastian trend pasar, fluktuasi, dan faktor-faktor tak tentu lainnya.
- Dapat digunakan dalam hampir segala bidang (kimia, nuklir, pengatur lalu lintas).

Langkah-langkah metode *Monte Carlo*

- Mendefinisikan distribusi probabilitas dari data masa lalu atau dari distribusi teoritis.
- Mengonversikan distribusi ke dalam frekuensi kumulatif.
- Melakukan simulasi dengan bilangan acak.
- Menganalisa keluaran simulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

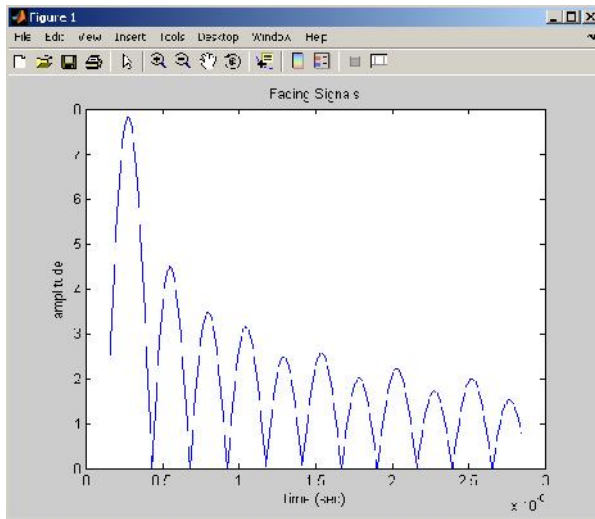
Bagian ini menjelaskan hasil simulasi *Monte Carlo* berupa grafik dari beberapa metode *power control*, kanal *AWGN (Additive White Gaussian Noise)* dan kanal *Fading Rayleigh* menggunakan MATLAB dengan *SIR (signal to interference ratio)*, *BER (Bit Error Rate)*, *Eb/No* sebagai

variabel pengukuran. Parameter yang digunakan dalam perhitungan dan simulasi disesuaikan dengan data dari standarisasi 3G ITU (*Internasional Telecommunication Union*).

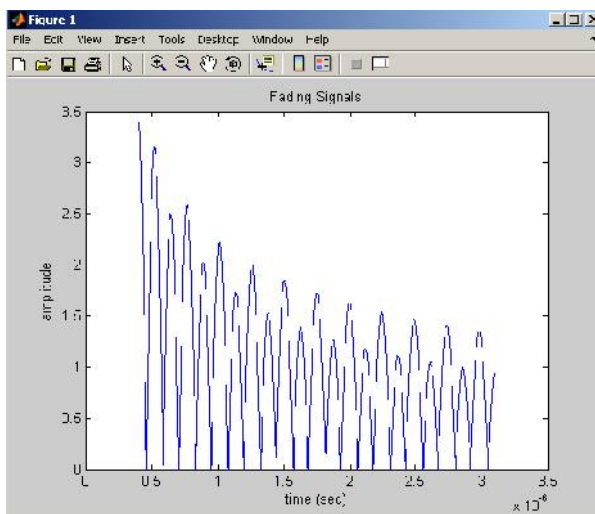
Kanal Fading Reyleigh

Pada kanal komunikasi bergerak, distribusi *Rayleigh* biasa digunakan untuk menjelaskan perubahan waktu dari selubung sinyal *fading* datar (*flat fading*) yang diterima, atau selubung dari satu komponen *multipath*. Kanal *fading Reyleigh* akan disimulasikan menggunakan metode *Jakes* dan *monte carlo* dengan data-data sebagai berikut:

- Kecepatan user : 10 – 70Km/Jam
- Bit rate : 122 Kbps
- Frekuensi Doppler:1800MHz
- Jumlah User :100



Kanal *fading* Rayleigh dengan kecepatan user $v=10$ Km/Jam



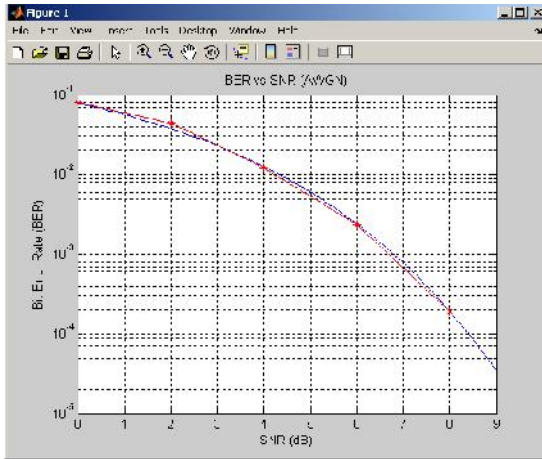
Kanal *fading* Rayleigh dengan kecepatan user $v=20$ Km/Jam

Berdasarkan hasil simulasi kanal *fading* dengan menggunakan *Jake's method* di atas terlihat nilai *fading* mempengaruhi nilai daya pancar *MS* (*Mobile Station*) terhadap *BTS* (*Base Transceiver Station*) yang disebabkan oleh besarnya

perubahan nilai kecepatan pada setiap selang waktu, hal tersebut dapat ditunjukkan dengan perubahan nilai *time sampling* yang semakin besar yang berbanding lurus dengan penambahan kecepatan dari 10 Km/Jam hingga 70 Km/Jam. Hal lain yang dapat diperoleh dari hasil simulasi di atas adalah, *fading* di atas termasuk ke dalam *fading* cepat, *fading* yang berfluktuasi dengan cepat, dianalisa secara stokastik sehingga memberikan suatu pemodelan kanal yang terdistribusi terhadap waktu dan kecepatan dan terdistribusi secara *Rayleigh* (*Rayleigh Fading*).

Perhitungan Kanal *AWGN* (*Additive White Gaussian Noise*)

Perhitungan satu per satu tadi sudah menunjukkan bagaimana proses suatu sinyal dirusak oleh kanal *AWGN* (*Additive White Gaussian Noise*), namun untuk menjawab persoalan yang memiliki *SNR* berbeda-beda dan setiap *SNR* tersebut diulang sebanyak lima kali (*Monte Carlo*)



Kurva Eb/No vs BER Pada Kanal AWGN

Dari hasil simulasi di atas kurva garis kontinu (Eb/No) menunjukkan fungsi secara teori, sedangkan kurva dengan tanda titik menunjukkan hasil simulasi menggunakan *Monte Carlo*. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil simulasi secara teori tidak berbeda jauh dengan hasil simulasi dengan menggunakan *Monte Carlo* dan hasil simulasi rata-rata hamper sama dengan hasil simulasi teori. Variable di atas merepresentasikan nilai BER untuk Eb/No yang berbeda beda dan jika melihat variable di atas dapat diartikan sebagai berikut.:

Eb/No	BER simulasi (Variabel BER)	BER Perhitungan (Variabel Pe)
0	0.0742	0.0786
2	0.0314	0.0542
4	0.0122	0.011
6	0.0023	0.0026
8	0.0002	0.0003

Perhitungan Dan Simulasi *SIR* (*Signal to Interference Ratio*)

Simulasi *power control* akan dilakukan berdasarkan persamaan *SIR*, sebelum melakukan simulasi *fixed step power control* dan *variable step power control* maka terlebih dahulu melakukan simulasi *power control* berdasarkan *SIR* dengan persamaan sebagai berikut.

$$Y_i = \frac{g_{bii} p_i}{\sum_{j=1, j \neq i}^N g_{bij} p_j + h_i} = \frac{p_i}{\sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{g_{bij}}{g_{bii}} p_j + \frac{h_i}{g_{bii}}}$$

Y_i : *SIR* (*Signal to Interference Ratio*) pada penerima *BTS* (*Base Transceiver Station*) yang disebabkan oleh *MS* (*Mobile Station*) ke-i (dB)

p_i : daya pancar *MS (Mobile Station)*
ke-i (dB)

N : jumlah yang menggunakan kanal yang sama meliputi *intra cell* maupun *inter cell*

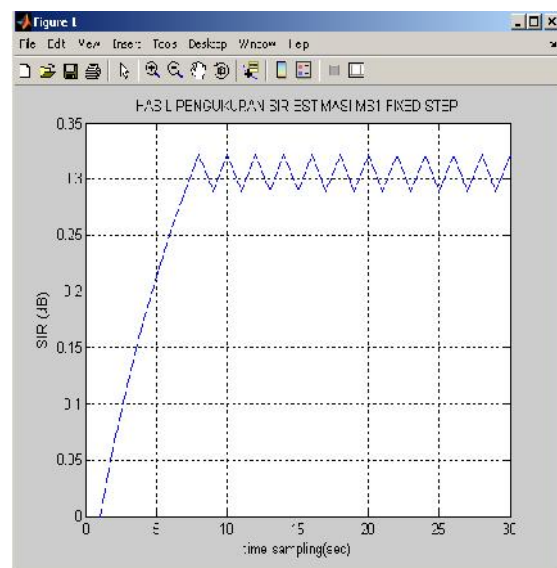
h_i : daya *noise* penerima (dB)

g : redaman total yang disebabkan

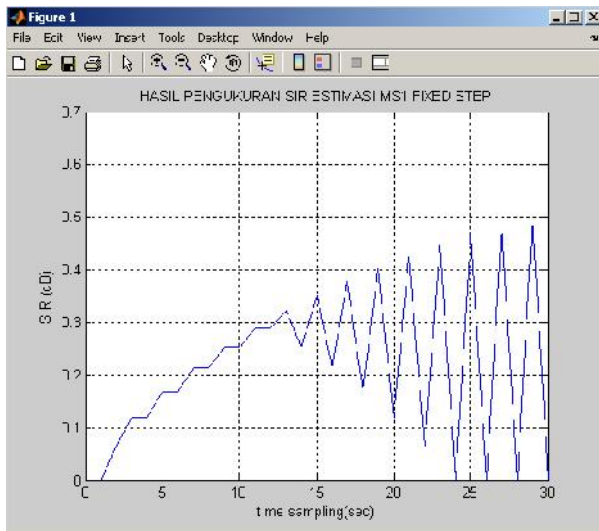
Simulasi **Fixed Step Power Control**

Simulasi power control dengan metode ini diharapkan akan mengetahui seberapa besar delay yang terjadi ketika melakukan perintah proses pengaturan daya, nilai error yang didapatkan sehingga bias di analisa kinerja metode di bandingkan dengan metode *variable step*. Data yang digunakan pada simulasi *power control* ini disesuaikan dengan data yang telah ada, yaitu kondisi dengan menggunakan 2 *BTS (Base Transceiver Station)* dan pada daerah Urban dikarenakan *demand* untuk *WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)* mayoritas terdapat di daerah perkotaan dengan MS berjumlah 50 user aktif dengan

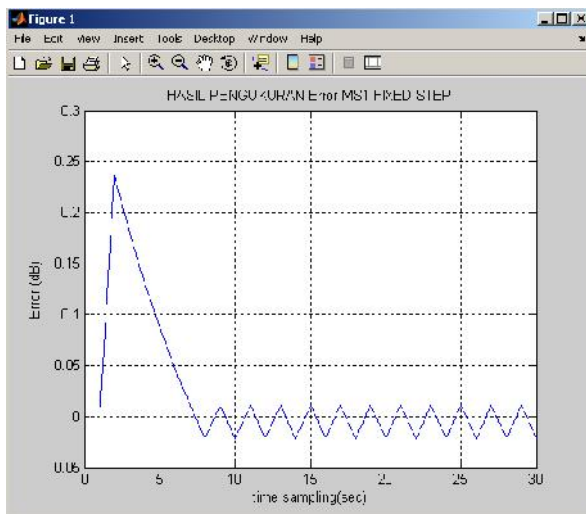
nilai *SIR (Signal to Interference Ratio)* target (g_t) adalah 0.3. Nilai daya *output* pada *MS (Mobile Station)* dibatasi disesuaikan dengan parameter data teknik *WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)* yang mengacu pada *ITU (Internasional Telecommunication Union)* yaitu maksimum 21 dBm.



Kurva SIR ESTIMASI MS1 FIXED STEP
($\Delta t = 0$)



**Kurva SIR ESTIMASI MS1 FIXED STEP
($\Delta t = 1$)**

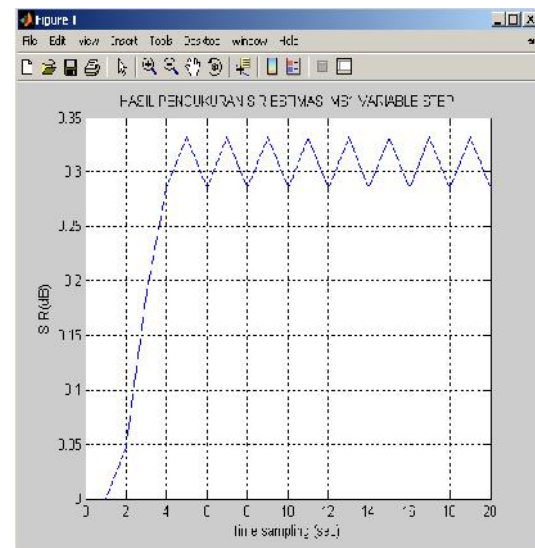


Kurva ERROR MS1 FIXED STEP ($\Delta t = 0$)

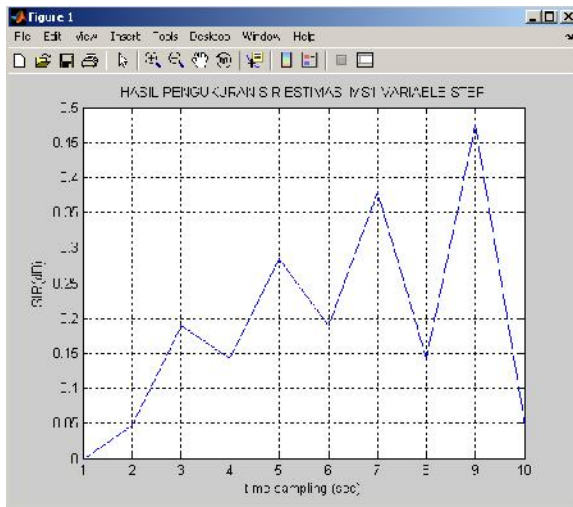
Simulasi *Variable Step Power Control*

Simulasi dengan menggunakan metode *variable step power control* menggunakan parameter yang sama dengan metode *fixed step power control*, hal ini digunakan untuk

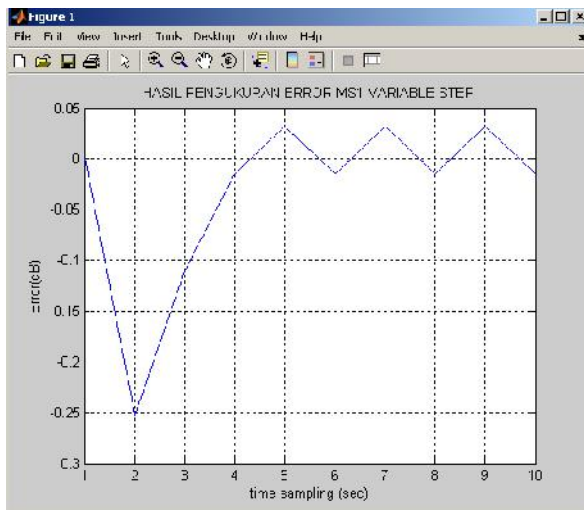
membandingkan ke dua metode tersebut. Pada *variable step power control* menggunakan nilai $q=3$, dengan dua buah *BTS* (*Base Transceiver Station*) dan jumlah *user* awal adalah 5 *user*. Perubahan batas daya maksimum *MS* (*Mobile Station*) adalah sebesar 21 dBm.



Kurva SIR ESTIMASI MS1 VARIABLE STEP ($\Delta t = 0$)



Kurva SIR ESTIMASI MS1 VARIABLE STEP ($\Delta t = 1$)



Kurva ERROR MS1 VARIABLE STEP ($\Delta t = 0$)

Hasil pengamatan dan analisa data di atas adalah :

1. Penambahan delay pada kedua metode step size yaitu fixed step size dan variable step size akan memperbesar nilai time sampling (ts) SIR dan Error, hal tersebut

dapat dilihat pada fixed step size dengan jumlah user 3 dan delay = 0 , maka time sampling nya SIR dan Error adalah 6,5 ts dan 7,5 ts, ketika ada penambahan delay secara continue 1 dan 2 maka nilai time sampling SIR dan Error pun akan semakin besar yaitu SIR = 12,5 ts dan Error 12,5 ts ,SIR=15,2 ts dan Error 15 ts.

2. Penambahan user pada kedua metode step size juga akan memperbesar nilai time sampling SIR dan Error, hal tersebut dapat dilihat ketika suatu metode fixed step size dengan jumlah user = 3 dengan nilai SIR dan Error= 6,5 ts & 7,5 ts, ketika jumlah user ditambah menjadi 10 user maka terjadi perubahan nilai SIR dan Error menjadi 22,5 ts dan 21,5 ts
3. Perbedaan kinerja metode step size di atas terlihat sangat jelas, dari hasil simulasi menunjukan

- dengan kondisi jumlah user dan delay yang sama, time sampling SIR dan Error fixed step size power control lebih besar jika dibandingkan dengan variable step size power control, hal ini dapat ditunjukkan dengan data fixed step size user = 3 dengan nilai time sampling SIR dan Error adalah 6,5 ts dan 7,5 ts, sedangkan dengan kondisi yang sama pada variable step nilai time sampling SIR dan Error adalah 4,2 ts dan 4,4 ts.
4. Delay sangat mempengaruhi kinerja power control suatu user untuk mencapai nilai SIR target.
 5. Delay sangat mempengaruhi kinerja metode fixed step size maupun variable step size.
 6. Penambahan jumlah user mempengaruhi kinerja user untuk mencapai nilai SIR target.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Iskandar, S. Shimamoto**, "The Channel Characterization and Performance evaluation of Mobile Communication Employing Stratospheric Platform", *IEICE Trans Commun.*, Vol. E89-B, No.3, March 2006.
- [2] **A. Kurniawan**, *Predictive Power Control in CDMA System*, PhD dissertation, Institute for Telecommunication Research, The University of South Australia, Februari 2003.
- [3] **Theodore S. Rappaport**, *Wireless Communications*, New Jersey : Prentice Hall, 1996.
- [4] **S. Karapantazis dan F-N Pavlidou**, "Broadband Communications via High-Altitude Platforms: A Survey," *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, first quarter 2005, vol. 7, no. 1, hal 1-30
- [5] <http://www.storm.ca/~iarumr2/itregion.html>
- [6] **B. Taha-Ahmed, M. Calvo-Ramón dan L. Haro-Ariet**, "High Altitude platforms (HAPs) WCDMA System Over Cities", *IEEE* 2005, hal 2673-2677.