

# EVALUASI KINERJA ALGORITMA HISTERESIS *HARD HANDOFF* PADA SISTEM SELULER

**Rudolf Parulian Gurning, Maksum Pinem**

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)  
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA  
e-mail: [lhiant.rpg@gmail.com](mailto:lhiant.rpg@gmail.com)

## Abstrak

Kuat sinyal yang diterima dari *mobile station* (MS) merupakan salah satu kriteria yang umum digunakan untuk menginisiasikan suatu *handoff*. Pada algoritma *handoff*, *handoff* diinisiasikan jika kuat sinyal yang diterima pada *base station* (BS) yang akan dituju lebih kuat berdasarkan nilai histeresisnya daripada kuat sinyal dari *base station* yang sedang melayaninya. Oleh karena itu, pemilihan nilai histeresis sangat penting dalam mengoptimasi performa suatu *handoff*. Tulisan ini membahas tentang pengaruh nilai suatu histeresis yang ditentukan sebagai parameter pembanding untuk mengetahui daerah probabilitas *handoff*, probabilitas transisi *handoff*, *base station* menangani MS dan degradasi *link*. Nilai histeresis menunjukkan pengaruh jarak terjadinya suatu *handoff*. Jika histeresis ( $h$ ) terlalu kecil, maka daerah *handoff* akan semakin dekat dengan *base station* yang sedang melayani. Jika histeresis ( $h$ ) terlalu besar maka jarak daerah *handoff* dari *base station serving* akan semakin jauh. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa jarak minimum dan maksimum agar *handoff* bekerja dengan baik pada BS dengan jarak 2000m adalah diantara 1100m sampai 1500m.

**Kata Kunci:** histeresis, *handoff*, *base station*, *mobile station*

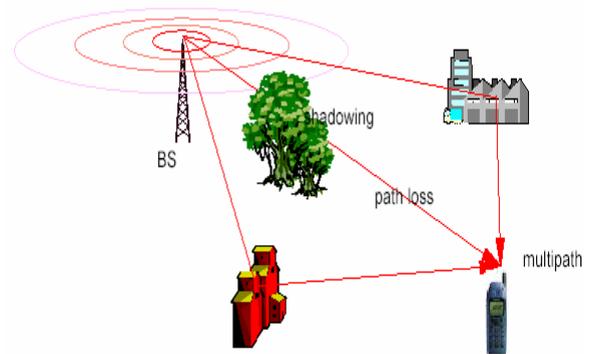
## 1. Pendahuluan

*Handoff* merupakan sebuah permasalahan yang penting yang berkaitan dengan performansi pada suatu sistem seluler. *Handoff* adalah proses pengalihan kanal *traffic* secara otomatis pada *Mobile Station* (MS) yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan bahwa *handoff* pada dasarnya adalah sebuah “*call*” koneksi yang bergerak dari satu sel ke sel lainnya. Secara umum *handoff* dapat didefinisikan sebagai prosedur, dimana ada perubahan layanan pada MS dari satu BS ke BS lain. Untuk mengetahui kualitas suatu jaringan, nilai histeresis digunakan sebagai parameter pembanding daerah terjadinya suatu *handoff*. Nilai histeresis di sini juga dapat dibuat untuk mengurangi jumlah *handoff* yang tidak diperlukan seperti efek *ping-pong*.

## 2. Propagasi Suatu Sinyal

Kondisi komunikasi seluler sulit diprediksi, karena bergerak dari satu sel ke sel yang lain. Secara umum terdapat 3 komponen propagasi yang menggambarkan kondisi dari komunikasi

seluler yaitu *path loss*, *shadowing* dan *multipath fading*. Kondisi ini dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Komponen propagasi [1]

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.

Di dalam komunikasi seluler, memperkirakan rugi-rugi yang akan dilalui sinyal adalah hal yang sangat penting. Salah satunya adalah rugi yang akan dihasilkan oleh propagasi sinyal. Rugi propagasi (*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 memprediksi *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.

Para ahli telah menghasilkan beberapa model matematis yang dapat memberikan nilai yang cukup baik untuk mendekati keadaan lingkungan nyata.

### 3. Model Eksponensial

Perhitungan model propagasi dilakukan setiap waktu pada setiap jarak  $d_s$ , yaitu jarak *sampling*. Maka sinyal yang diterima oleh BS1 dan BS2 pada jarak  $kd_s$  dari BS1 diberikan sebagai berikut [2] :

$$a_k = K_1 - K_2 \log(kd_s) + u(kd_s), \quad (1)$$

$$b_k = K_1 - K_2 \log(D - kd_s) + v(kd_s), \quad (2)$$

Dimana :

$u$  dan  $v$  adalah variabel acak Gaussian untuk model log-normal,

$D$  adalah jarak kedua BS

$K_1$  adalah kuat sinyal pada jarak  $d=1$

$K_2$  adalah eksponen *path loss*

Karena sifat sinyal yang berfluktuasi, maka perhitungan pada sinyal tidak efektif. Maka untuk membuat sinyal tersebut menjadi lebih halus agar perhitungan lebih mudah dilakukan, digunakan metode rata-rata eksponensial, dimana  $d_{av}$  adalah rata-rata jarak BS. Perhitungan kuat sinyal dengan menggunakan metode rata-rata eksponensial diberikan sebagai berikut [2] :

$$\bar{a}_k = e^{-d_s/d_{av}} \bar{a}_{k-1} + \left(1 - e^{-d_s/d_{av}}\right) a_k, \quad (3)$$

$$\bar{b}_k = e^{-d_s/d_{av}} \bar{b}_{k-1} + \left(1 - e^{-d_s/d_{av}}\right) a_k, \quad (4)$$

Dimana :

$d_{av}$  adalah jarak rata-rata BS

$d_s$  adalah jarak *sampling*

### 4. Model Handoff

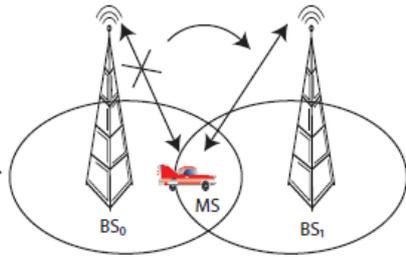
*Handoff* merupakan sebuah permasalahan yang penting berkaitan dengan performansi pada suatu sistem seluler. *Handoff* adalah proses pengalihan kanal *traffic* secara otomatis pada *Mobile Station* (MS) yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan bahwa *handoff* pada dasarnya adalah sebuah "call" koneksi yang bergerak dari satu sel ke sel lainnya. Secara umum *handoff* dapat didefinisikan sebagai prosedur, dimana ada perubahan layanan pada MS dari satu BS ke BS lain. Tujuan dari *handoff* sendiri adalah untuk menjaga kualitas panggilan, menjaga hubungan antara MS dan BS dalam proses perpindahan layanan, melakukan pergantian kanal jika terjadi gangguan *interferensi* yang besar dan untuk memperjelas batas antar daerah pelayanan MS. Prosedur *handoff* dipengaruhi oleh faktor level daya sinyal terima (RxLevel), kuat sinyal terima (RxQual), *power budget* sel tetangga dan jarak antar MS dan BTS yang masing-masing mempunyai nilai ambang batas sehingga ketika nilai ambang batas tersebut sudah dilewati *handoff* harus dilakukan untuk menjaga suatu panggilan agar tidak terputus.

*Handoff* secara umum terbagi dua yaitu *hard handoff* dan *soft handoff*.

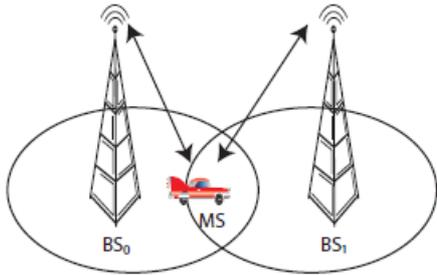
#### 1. Hard Handoff

*Hard handoff* merupakan metode dimana kanal pada sel sumber dilepaskan dan setelah itu baru menyambung dengan sel tujuan. Sehingga koneksi dengan sel sumber terputus sebelum menyambung dengan sel target untuk alasan tersebut *hard handoff* juga dikenal dengan sebutan "break-before-make". *Hard handoff* dimaksudkan untuk meminimalkan gangguan panggilan secara instan. Suatu *hard handoff* dilakukan oleh jaringan selama panggilan berlangsung. Kedua jenis *handoff* ini diperlihatkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

(2.7)



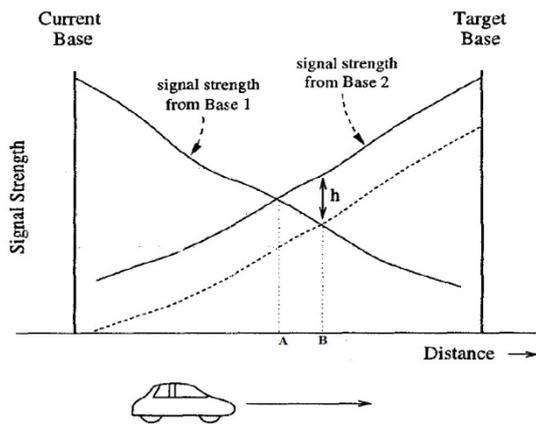
Gambar 2. Hard Handoff



Gambar 3. Soft Handoff

2. Soft Handoff

Soft handoff melibatkan inter-cell handover dan termasuk tipe “make before-break connection”. Koneksi antara MS dan cell site dilakukan oleh beberapa cell site selama proses handoff. Soft handoff hanya terjadi jika sel asal dan sel tujuan beroperasi pada kanal frekuensi yang sama.



Gambar 4. Penentuan lokasi handoff [2]

Histeresis merupakan selisih antara kuat sinyal dari base station yang sedang melayani dengan base station tetangga.

Pada Gambar 4. terlihat selisih dari kuat sinyal dari BS yang satu ke BS yang lain.

Metode kuat sinyal dengan histeresis, terjadinya handoff pada UE jika kuat sinyal pada base station target cukup besar daripada base station yang sedang melayani UE setelah ditentukan selisih kuat sinyal histeresis yang ada. Pada gambar ini, handoff akan muncul pada titik B. Metode ini juga mencegah efek ping-pong, yaitu terjadinya handoff secara bergantian terus menerus pada dua base station yang disebabkan oleh cepatnya fluktuasi kuat sinyal yang diterima dari kedua base station.

Disini BS dipisahkan dengan jarak D. Diasumsikan MS bergerak lurus dengan kecepatan konstan v di sepanjang jarak BS yang dinamakan BS1 dan BS2. Diasumsikan juga bahwa kuat sinyal yang diterima (RSS) dipengaruhi oleh path loss dan efek shadowing. Kondisi handoff diperiksa pada waktu sampling, dimana waktu sampling adalah  $t_s$ .

Untuk algoritma handoff dengan nilai histeresis tetap, maka handoff muncul jika kondisi berikut terpenuhi[9]

$$R_{target} > R_{current} + h \tag{5}$$

dimana :  $R_{target}$  dan  $R_{current}$  kuat sinyal terima di BS tujuan dan BS yang sedang melayani pada waktu k,  $1 \leq k \leq N$ , dan N adalah jumlah titik sampling disepanjang lintasan.

Didefinisikan  $x(k)$  sebagai[9]:

$$x(k) > R_1(k) - R_2(k) \tag{6}$$

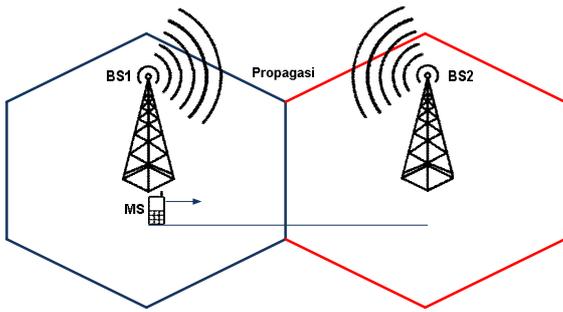
dimana :

$R_1(k)$  dan  $R_2(k)$  adalah kuat sinyal terima pada BS1 dan BS2 pada waktu k

$\sigma$  adalah standar deviasi untuk shadow fading.

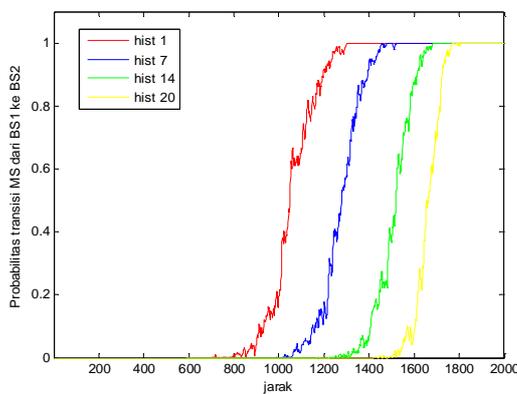
5. Evaluasi Kinerja Algoritma Histeresis Hard Handoff Pada Sistem Seluler

Diasumsikan bahwa MS akan bergerak lurus dari BS1 menuju BS2 dengan lintasan lurus dan kecepatan yang konstan. Kedua BS dipisahkan oleh jarak sejauh D. Kedua BS memiliki daya transmisi yang sama. MS mensampling pengukuran kuat sinyal terima (RSS) pada jarak interval yang tetap yaitu  $d = kd_s$ , dimana  $d_s$  adalah jarak sampling. Dalam simulasi ini, nilai  $d_s$  yang digunakan adalah 1m. k adalah bilangan bulat dengan nilai  $k \in [0, D/d_s]$ . Kedua BS diasumsikan berada pada bagian pusat sel.



Gambar 5. Model sistem

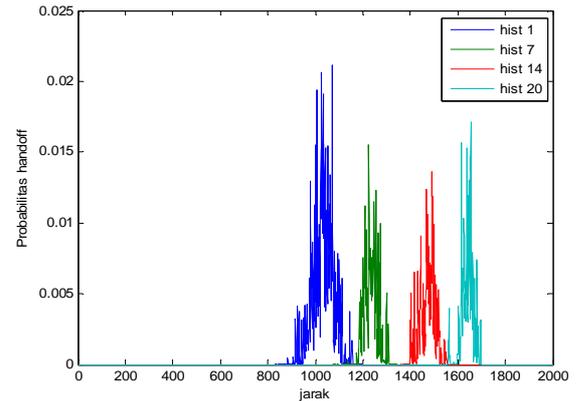
a. Pengaruh Nilai Histeresis (h) Terhadap Jarak Probabilitas Transisi



Gambar 6. Grafik probabilitas transisi MS terhadap perubahan histeresis

Melalui data hasil simulasi, dari Gambar 6. diperoleh bahwa untuk nilai histeresis 1, probabilitas transisi MS dari BS1 ke BS2 kira-kira dimulai dari jarak 1000m dari BS1. untuk nilai histeresis 7, probabilitas transisi MS dari BS1 ke BS2 kira-kira dimulai dari jarak 1200m dari BS1, untuk nilai histeresis 14, probabilitas transisi MS dari BS1 ke BS2 kira-kira dimulai dari jarak 1400m dari BS1, untuk nilai histeresis 20, probabilitas transisi MS dari BS1 ke BS2 kira-kira dimulai dari jarak 1600m dari BS1. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai *h* mempengaruhi daerah probabilitas transisi *handoff*. Semakin besar nilai histeresis maka jarak yang akan ditempuh MS agar mengalami transisi ke BS2 semakin panjang, demikian sebaliknya.

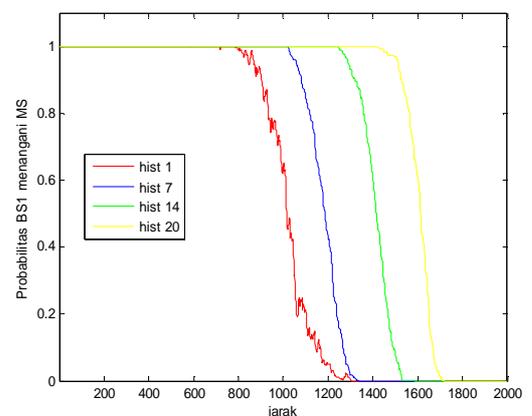
b. Pengaruh Nilai Histeresis (h) Terhadap Jarak Probabilitas Handoff



Gambar 7. Grafik probabilitas *handoff* terhadap perubahan histeresis

Melalui data hasil simulasi, dari Gambar 7. diperoleh bahwa untuk nilai histeresis 1, probabilitas *handoff* kira-kira dimulai pada daerah 850m sampai 1200m dari BS1, untuk nilai histeresis 7, probabilitas *handoff* kira-kira dimulai pada daerah 1200m sampai 1400m dari BS1, untuk nilai histeresis 14, probabilitas *handoff* kira-kira dimulai pada daerah 1400m sampai 1600m dari BS1, untuk nilai histeresis 20, probabilitas *handoff* kira-kira dimulai pada daerah 1600m sampai 1650m dari BS1. Dengan demikian disimpulkan bahwa nilai *h* mempengaruhi daerah probabilitas *handoff*. Semakin besar nilai *h* maka daerah probabilitas *handoff* akan semakin jauh dari BS *servicing*. Hal ini disebabkan karena semakin besar nilai *h* menunjukkan semakin jauh titik *threshold*.

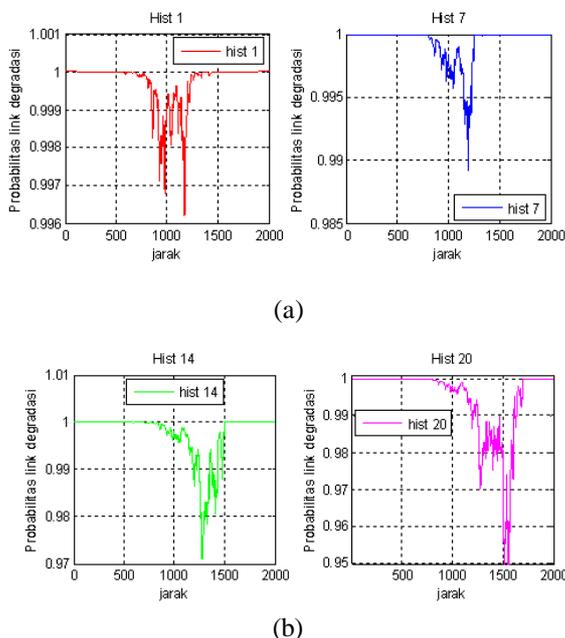
c. Pengaruh Nilai Histeresis (h) Terhadap Jarak Probabilitas BS Menangani MS



Gambar 8. Grafik probabilitas BS menangani MS terhadap perubahan histeresis

Melalui data hasil simulasi, dari Gambar 8 diperoleh bahwa untuk nilai histeresis 1, probabilitas BS1 menangani MS terjadi kira-kira sampai pada jarak 1100m dari BS1, pada jarak lebih dari 1100m kemungkinan BS1 tidak lagi menangani MS, untuk nilai histeresis 4, probabilitas BS1 menangani MS terjadi kira-kira sampai pada jarak 1300m dari BS1, pada jarak lebih dari 1300m kemungkinan BS1 tidak lagi menangani MS, untuk nilai histeresis 14, probabilitas BS1 menangani MS terjadi kira-kira sampai pada jarak 1500m dari BS1, pada jarak lebih dari 1500m kemungkinan BS1 tidak lagi menangani MS, untuk nilai histeresis 20, probabilitas BS1 menangani MS terjadi kira-kira sampai pada jarak 1700m dari BS1, pada jarak lebih dari 1700m kemungkinan BS1 tidak lagi menangani MS. Dengan demikian nilai  $h$  mempengaruhi daerah probabilitas BS menangani MS. Semakin besar nilai  $h$  maka nilai probabilitas BS menangani MS jaraknya akan semakin jauh. Akan tetapi, jika semakin besar nilai  $h$  maka akan memperbesar nilai  $loss$  yang dialami oleh sinyal sehingga ada kemungkinan sinyal tersebut jatuh.

#### d. Pengaruh Nilai Histeresis ( $h$ ) Terhadap Probabilitas Degradasi *Link*



**Gambar 9.** Grafik degradasi *link* terhadap perubahan nilai histeresis

Melalui data hasil simulasi, dari Gambar 9 diperoleh bahwa untuk nilai histeresis 1, probabilitas degradasi *link* kira-kira dimulai pada daerah 600m sampai 1400m dari BS1,

untuk nilai histeresis 7, probabilitas degradasi *link* kira-kira dimulai pada daerah 750m sampai 1400m dari BS1, untuk nilai histeresis 14, probabilitas degradasi *link* kira-kira dimulai pada daerah 750m sampai 1500m dari BS1, untuk nilai histeresis 20, probabilitas degradasi *link* kira-kira dimulai pada daerah 850m sampai 1700m dari BS1. Dengan demikian, nilai  $h$  mempengaruhi daerah penurunan sinyal. Semakin besar nilai  $h$  maka daerah penurunan sinyal akan semakin jauh. Ini disebabkan karena semakin besar nilai  $h$  maka daerah *link* dibawah nilai *threshold* letaknya akan semakin jauh.

### Kesimpulan

Melalui hasil simulasi dan analisisnya telah ditunjukkan pengaruh parameter yang telah divariasikan terhadap nilai histeresis *handoff*, diperoleh sebagai berikut:

1. Parameter nilai histeresis  $h$  mempengaruhi daerah probabilitas transisi dari *handoff*. Dimana penambahan nilai dari parameter ini akan memperjauh daerah terjadinya probabilitas transisi *handoff* terhadap BS yg sedang melayani atau BS *servicing*.
2. Parameter nilai histeresis  $h$  mempengaruhi daerah probabilitas *handoff*. Dimana penambahan nilai dari parameter ini akan memperjauh daerah terjadinya probabilitas *handoff* terhadap BS yg sedang melayani atau BS *servicing*.
3. Parameter nilai histeresis  $h$  mempengaruhi daerah probabilitas BS menangani MS. Semakin besar nilai  $h$  maka daerah probabilitas BS menangani MS jaraknya akan semakin jauh dari BS *servicing*. Sehingga jika semakin besar nilai  $h$  maka akan memperbesar nilai  $loss$  yang dialami oleh sinyal sehingga ada kemungkinan sinyal tersebut jatuh.
4. Parameter nilai histeresis  $h$  mempengaruhi daerah *link* degradasi. Dimana penambahan nilai dari parameter ini akan memperjauh daerah terjadinya probabilitas *link* degradasi terhadap BS yg sedang melayani atau BS *servicing*.
5. Berdasarkan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa jarak minimum dan maksimum agar *handoff* bekerja dengan baik dimana jarak kedua BS 2000m adalah diantara 1100m sampai 1500m.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Bapak Maksum Pinem, S.T., M.T. atas bimbingan dan masukan yang diberikan dalam menyelesaikan tulisan ini.

## Referensi

- [1] Chen, Yuen. 2003. Soft Handover Issues in Radio Resource Management for 3G WCDMA Networks, (Desertasi).Queen Mary, University of London. hal. 58-60.
- [2] Pollini, Gregory P., August 1997 “Handover Rates in Cellular Systems: Towards a Closed Form Approximation” Journal of IEEE,. hal. 711-715
- [3] S. Mohammad, A. Q. M. Abdulla Hes-Shafi. 2009, “Analysis of Propagation Models for WiMAX at 3.5 GHz”, (Tesis). Blekinge Institute of Technology. hal. 20-21.
- [4] Singh, N. P., Brahmjit Singh, 2010, “Effect of Soft Handover Parameters on CDMA Cellular Networks”, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, hal. 110-115.
- [5] Singh, N. P., Brahmjit Singh, Mei 2010 “Performance Enhancement of Cellular Network Using Adaptive Soft Handover Algorithm”, Wireless Personal Communications,. hal. 41-53.
- [6] Singh, N. P., Brahmjit Singh, 2008 “Performance of Soft Handover Algorithm in Varied Propagation Environments”, World Academy of Science, Engineering and Technology 45, hal. 377-381.
- [7] Rappaport, T. S.. 1995. “Wireless Communications: Principles and Practice”, 2<sup>nd</sup> Edition. New Jersey: Prentice Hall. hal. 61-71.
- [8] Singh, N. P., Singh, B., 2007”Effects of Soft Handover Margin under various Radio Propagation Parameters in CDMA Cellular Networks”, IEEE Conference on WCSN-, hal. 45-50.
- [9] Zhu, Huamin, October 2006 “An Adaptive Hard Handoff Alogorithm for Mobile

Celluler Communication Systems”, Journal of ETRI,. hal. 676-679.

- [10]Prakash, Rajat., November 2000 “Adaptive Hard Handoff Alhorithms” Journal IEEE,. hal. 2456-2464.