

EVALUASI PARAMETER *TRADEOFF HANDOFF* PADA METODE *THRESHOLD* DENGAN HISTERESIS ADAPTIF

Leonardo Siregar ⁽¹⁾, Maksum Pinem ⁽²⁾
 Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
 Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
 Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
 e-mail: leonardo.siregar@usu.ac.id or leo72gar@yahoo.com

Abstrak

Evaluasi kinerja metode *handoff* merupakan hal penting untuk memilih metode *handoff* yang optimal sebagai fungsi manajemen. Pemilihan akan mencegah penggunaan sumber transmisi radio yang mahal sementara dicapai standar QoS yang diharapkan oleh *user*. Pada jurnal ini, pembahasan metode *Threshold* dengan Histeresis Adaptif dianalisis berdasarkan pengaruh variasi parameter *threshold* dan panjang rata-rata *window* terhadap parameter *tradeoff handoff*, yaitu: level sinyal diterima, *delay* dan jumlah *handoff*. Dari hasil analisis, nilai *threshold* 17 dB, dengan panjang rata-rata *window*, $d_r = 10$, merupakan titik operasi yang prioritas dipilih untuk memperoleh parameter *tradeoff handoff* yang optimum.

Kata Kunci: *Handoff*, *tradeoff handoff*, panjang rata-rata *window*, histeresis adaptif.

1. Pendahuluan

Handoff merupakan mekanisme perpindahan kanal dari satu sel ke sel lain seiring pergerakan MS (*Mobile Station*) dalam cakupan sistem seluler. Frekuensi *handoff* sering terjadi di area sel yang semakin kecil [1]. *Handoff* yang banyak berakibat pada beban *switching* dalam jaringan seluler, sehingga kejadian *handoff* perlu dikaji untuk menemukan parameter yang optimal. Beberapa parameter untuk mengkaji metode *handoff* yang optimal yaitu: level sinyal yang layak diterima MS, jumlah *handoff* yang diharapkan, banyaknya *handoff* tidak perlu, kejadian *handoff* yang gagal dan *delay handoff* [2,3,4,5]. Pemilihan metode *handoff* diperlukan untuk mengurangi biaya sumber transmisi radio sekaligus mempertahankan standar QoS (*Quality of Services*) [6].

Didalam sel, biasanya kanal didefinisikan berdasarkan slot waktu, rentang frekuensi, kode sandi atau kombinasi dari TDMA, FDMA atau CDMA [1,7]. Cakupan sel dikategorikan sebagai: femto, piko, mikro, makro dan mega sel [8]. Di area sel, sinyal diterima MS secara berfluktuasi. Fluktuasi sinyal terjadi dalam tiga mekanisme, yaitu: *reflection*, *diffraction* dan *scatter* [8,9,10]. Sinyal yang diterima MS terdiri dari tiga komponen, yaitu: *pathloss*, *shadow fading* dan *fast fading* [8,10,11,12]. Model pengukuran sinyal terdiri dari: model waktu kontinu dan model waktu diskrit [13,14].

Fluktuasi sinyal yang diterima MS dirata-ratakan dengan metode rata-rata eksponensial supaya sinyal lebih halus [3,14,15,16,17].

Handoff berdasarkan transfer kanal diantara BTS, yaitu: *soft handoff* (*make before break*) dan *hard handoff* (*break before make*) [8]. Keputusan *handoff* berdasarkan proses pengambilan keputusan tersentralisasi atau desentralisasi, yaitu: NCHO (*Network Controlled Handoff*), MAHO (*Mobile Assisted Handoff*) dan MCHO (*Mobile Controlled Handoff*) [7,18]. Eksekusi *handoff* dapat dilakukan berdasarkan: level sinyal, intensitas trafik jaringan, perbandingan *carrier* interferensi, *bit error rate*, daya transmisi dan kecepatan MS [19]. Metode *handoff* berdasarkan *trheshold* telah dibahas pada jurnal [3,4,5,16]. Metode *handoff* berdasarkan histeresis adaptif telah dibahas pada jurnal [20]. Metode inisiasi *handoff* yang dibahas pada jurnal ini berdasarkan informasi level sinyal, yaitu: *threshold* dengan histeresis adaptif.

2. Model Sistem

Jaringan *seluler* yang homogen direncanakan terdiri dari 3 BTS yaitu: BTS_1 , BTS_2 dan BTS_3 . Untuk memudahkan pemodelan sistem, masing-masing BTS diletakkan pada sistem kartesian dengan koordinat $BTS_i(x_{BTS_i}, y_{BTS_i})$. Dengan mengasumsikan masing-masing BTS memiliki cakupan sel yang ekuivalen, dengan model sel

berbentuk heksagonal yang dicakup oleh jenis antenna omnidireksional. Jarak $d_{i,k}$ merupakan jarak MS terhadap setiap sampel ke- k dari BTS_i .

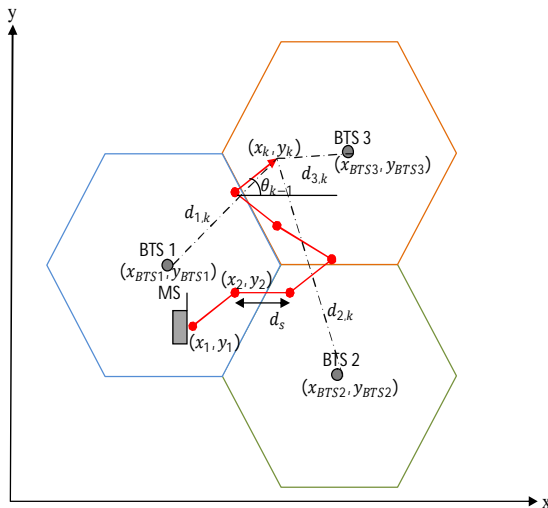
$$d_{i,k} = \sqrt{(x_k - x_{BTS_i})^2 + (y_k - y_{BTS_i})^2} \quad (1)$$

Dengan mengasumsikan pergerakan MS dalam cakupan sistem *seluler* adalah konstan dan memiliki arah yang *random* $\theta[0,2\pi]$, setiap waktu sampel. Maka, titik koordinat MS, yaitu; (x_k, y_k) juga berubah-ubah setiap waktu sampel [21].

$$x_k = r \cos \theta_{k-1} + x_{k-1} \quad (2)$$

$$y_k = r \sin \theta_{k-1} + y_{k-1} \quad (3)$$

Dimana, $r = d_s$ (jarak interval antar sampel), $k \geq 2$ (menyatakan sampel ke- k).



Gambar 1. Model lintasan dalam sistem kartesian

Level sinyal yang diterima oleh MS dari BTS_i sepanjang lintasan $d_{i,k}$ [6, 8].

$$S_{i,k}(d_{i,k}) = K_1 - K_2 \log(d_{i,k}) + W_{i,k} \quad (4)$$

Dimana, $i = 1,2,3$. $S_{i,k}$: kuat sinyal yang diterima dari BTS_i pada sampel ke- k .

$d_{i,k}$: jarak MS terhadap BTS_i pada sampel ke- k . K_1 : konstanta *pathloss*. K_2 : eksponen *pathloss*. $W_{i,k}$: distribusi *Gaussian* $(N(0, \sigma_i^2))$ yang merepresentasikan efek *shadowing*.

Adapun $W_{i,k}$ yang diwakili oleh *zero-mean AR-1* proses *stationer Gaussian* yang

dikarakteristikan sebagai fungsi *autokorelasi* [22,23].

$$E[W_{i,k}W_{i,k+m}] = \sigma_i^2 a_i^{|m|} \quad (5)$$

$W_{i,k}$ ditulis secara rekursif sebagai berikut [23]:

$$W_{i,0} = \sigma_i^2 N_{i,0}$$

$$W_{i,k+1} = a_i W_{i,k} + \sigma_i \sqrt{1 - a_i^2} N_{i,k} \quad (6)$$

Dimana, $N_{i,k}(0,1)$: variabel acak. d_i : korelasi jarak. σ_i^2 : variansi *shadow fading*. a_i : koefisien korelasi dari $N_{i,k}$. $a_i = \exp(-vt_s/d_i)$.

3. Model Simulasi

Level sinyal yang diterima oleh MS disampel secara diskrit setiap $t_k = kt_s$ dimana t_s adalah periode waktu sampling. Jarak antara setiap titik sampel adalah $d_s = vt_s$, dengan mengasumsikan kecepatan M , v (meter/sekon) adalah konstan. Untuk memperhalus atau meminimalkan pengaruh yang berfluktuasi, maka level sinyal yang diterima oleh MS diolah dengan proses rata-rata metode eksponensial [3,13,14,15].

Persamaan level sinyal yang berfluktuasi setelah dirata-ratakan, yaitu:

$$\bar{S}_{i,k}(d_{i,k}) = e^{-\left(\frac{d_s}{d_r}\right)} \bar{S}_{i,k-1}(d_{i,k-1}) + \left(1 - e^{-\left(\frac{d_s}{d_r}\right)}\right) S_{i,k}(d_{i,k}) \quad (7)$$

Dimana, d_r : panjang rata-rata *window*.

$\bar{S}_{i,k}(d_{i,k})$: rata-rata sinyal diterima oleh MS dari BTS_i sebagai fungsi jarak d , pada sampel sinyal yang ke- k . $\bar{S}_{i,k-1}(d_{i,k-1})$: rata-rata sinyal diterima oleh MS dari BTS_i sebagai fungsi jarak d , pada sampel yang ke- $k - 1$.

3.1 Metode *Threshold* dengan *Histeresis Adaptif*

Kejadian *handoff* diawali ketika kuat sinyal dari BTS aktif yang sedang melayani MS berada dibawah nilai *threshold* tertentu. Sementara kuat sinyal BTS kandidat lebih tinggi dari sinyal BTS aktif yang sedang melayani MS sebesar nilai *histeresis adaptif*, H_{adap} . Relasi ini ditulis sebagai berikut [24].

$$(\bar{S}_s < T_{ho}) \cap (\bar{S}_c \geq \bar{S}_s + H_{adap}) \quad (8)$$

Histeresis adaptif berubah-ubah diantara 0 sampai 20 dB berdasarkan fungsi jarak, yang dirumuskan berikut ini [20].

$$H_{adap} = \max \left\{ 20 \left(1 - \left(\frac{d}{R} \right)^4 \right), 0 \right\} \quad (9)$$

Dimana, d : jarak antara MS terhadap BTS yang sedang melayani. R : radius sel.

3.2 Parameter Tradeoff Handoff

Parameter *tradeoff handoff* yang dibahas adalah level kualitas sinyal panggilan *delay handoff* dan banyaknya *handoff*.

3.2.1 Level Kualitas Sinyal Panggilan (Call Quality Signal Level (CQSL))

CQSL merupakan penjumlahan titik sampel kuat sinyal yang dapat diterima dengan titik sampel kuat sinyal yang tidak dapat diterima, dirumuskan berikut ini [8].

$$CQSL(l) \geq \frac{\sum_{k \in N_g} A_k}{N} - \frac{S_{min} |N_g| (N - |N_g|)}{p N^2} \quad (10)$$

Dimana, $\forall k \in N_g$,

$$A_k = \begin{cases} S_{i,k} & \text{jika } S_{i,k} \leq S_{max} \\ S_{max} & \text{selainnya} \end{cases}$$

N_g : jumlah titik sampel kuat sinyal yang dapat diterima. N_b : jumlah titik sampel kuat sinyal yang buruk, yaitu: $S_{i,k} < S_{min}$ sehingga tidak dapat diterima. S_{min} dan S_{max} : sinyal minimum dan sinyal maksimum, dimana, $S_{max} = 1,5 S_{min}$. C : harga (penalti) dimana titik sampel tidak dapat diterima. N : jumlah titik sampel kuat sinyal, sehingga $N_g = \{k | S_{i,k} \geq S_{min}\}$ dan $N_b = (N - |N_g|)$. p : proporsi yang diizinkan dari titik sampel kuat sinyal dibawah S_{min} .

Nilai rata-rata $CQSL(l)$ sebanyak s lintasan dengan masing-masing lintasan $l = (l_1, l_2, \dots, l_s)$ terdiri dari N titik sampel sinyal, dinyatakan persamaan berikut:

$$\overline{CQSL} = \sum_{l=1}^s \frac{CQSL(l)}{s} \quad (11)$$

3.2.3 Delay Handoff

Delay merupakan tundaan bahwa MS tidak dilayani oleh BTS yang terdekat dengan MS.

Posisi MS melewati titik pertengahan sel dalam area BTS yang identik. Titik pertengahan mengindikasikan bahwa level sinyal dari BTS adalah sama, dengan asumsi tidak ada *noise* dilingkungan seluler [15].

Delay handoff ($Delay(l)$) merupakan lamanya MS tidak dilayani oleh BTS yang terdekat sepanjang lintasan l yang terdiri dari N titik sampel sinyal, yang dinyatakan dengan berikut.

$$Delay(l) = \sum_{k=1}^N D_k \quad (12)$$

$$\text{Dimana, } D_k = \begin{cases} t_s, & \text{jika delay terjadi} \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases}$$

Jadi, *delay* rata-rata (\overline{Delay}) sejumlah s lintasan l dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\overline{Delay} = \frac{1}{s} \sum_{l=1}^s Delay(l) \quad (13)$$

3.2.2 Jumlah Handoff

Apabila *handoff* terjadi, maka variabel keputusan $U_k = 1$, sebaliknya $U_k = 0$ menyatakan bahwa *handoff* tidak terjadi. Banyaknya kejadian *handoff* ($U_k(l)$) pada lintasan l yang terdiri dari N titik sampel sinyal, dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$U_k(l) = \sum_{k=1}^{N-1} U_k \quad (14)$$

Nilai rata-rata *handoff* sejumlah s lintasan l , ditulis dengan persamaan berikut.

$$\overline{Handoff} = \sum_{l=1}^s \frac{U_k(l)}{s} \quad (15)$$

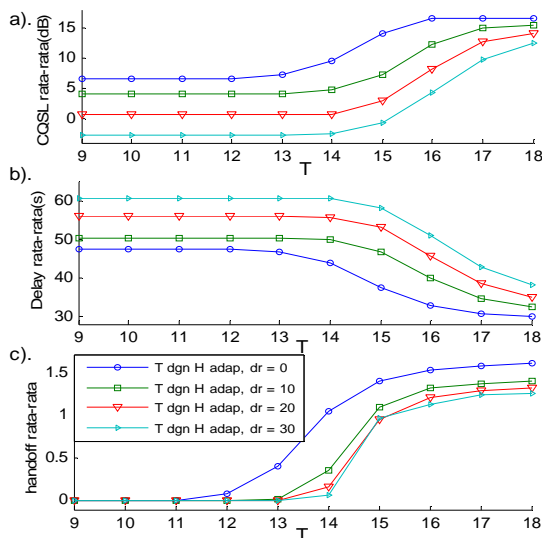
4. Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan dengan bantuan software Matlab R2009b. Sebanyak 3 BTS yang bersebelahan dengan jarak antara BTS adalah $100\sqrt{3}$ meter, berada dalam sistem kartesian, masing-masing berkoordinat: $BTS_1(100, 161.6)$, $BTS_2(250, 75)$, $BTS_3(250, 248.2)$ [6,8]. Dengan mengasumsikan MS bergerak lurus setiap 1 meter dimulai dari titik MS(200, 0), dengan arah (sudut θ) setiap gerakan lurus 1 meter tersebut adalah random. Sebanyak $s=500$ lintasan yang merupakan jalur MS akan dibangkitkan dalam area ketiga BTS. Setiap lintasan terdiri dari $N = 400$ sampel kuat sinyal dengan jarak antara setiap sampel berdekatan $d_s = 1$ meter.

Dengan mengasumsikan kuat sinyal yang dibangkitkan disetiap titik sampel sepanjang seluruh lintasan yang merupakan jalur MS bergerak, yaitu: $S_{i,k}(d_{i,k}) = K_1 - K_2 \log(d_{i,k}) + W_{i,k}$, dimana $K_1 = 85 \text{ dB}$; $K_2 = 35 \text{ dB}$; $d_{i,k}$ merupakan jarak MS (meter) pada sampel ke- k terhadap BTS_i ; $W_{i,k}$ adalah distribusi *Gaussian* ($N(0, \sigma^2)$) yang merepresentasikan efek *shadowing*. $d_i=20$ meter menyatakan korelasi jarak *shadowing*; $v = 2 \text{ m/s}$ menyatakan kecepatan MS; $t_s = 0,5 \text{ sekon}$ menyatakan waktu setiap titik sinyal disampel; $\sigma = 5 \text{ dB}$ menyatakan standard deviasi *shadow fading*; $S_{min} = 15 \text{ dB}$ menyatakan sinyal minimum yang masih dapat diterima dari sisi *user*; $S_{max} = 1,5 S_{min}$ menyatakan sinyal maksimum dalam level kualitas sinyal panggilan. $p = 0.1$ menyatakan proporsi titik sampel kuat sinyal dengan kualitas dibawah S_{min} [8].

Skenario panggilan *drop* yang digunakan adalah model *retry* [25]. Keadaan *drop* terjadi setelah dijumpai level sinyal 12 kali dibawah S_{min} (*timer drop* GSM adalah 6 detik) [6,8].

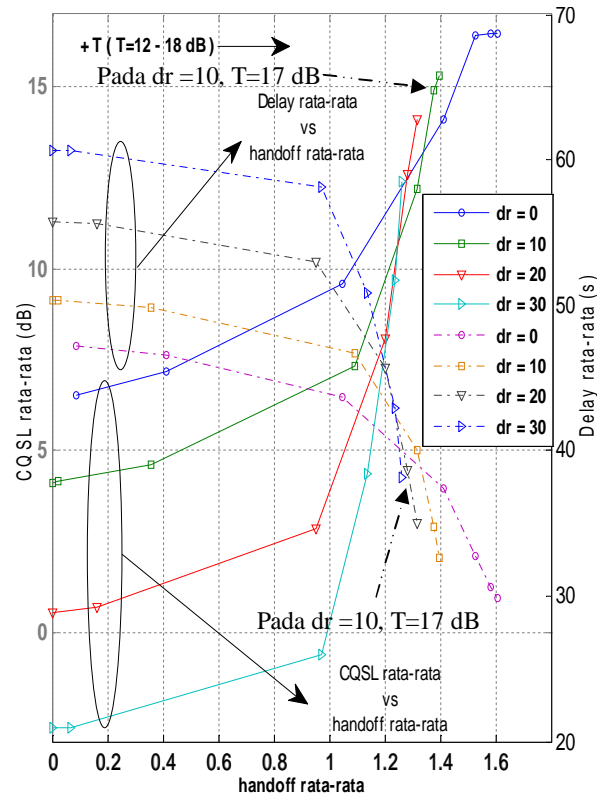
Pada Gambar 1a), 1b), dan 1c), diperlihatkan variasi *threshold*, $T = 9 \text{ dB}$ sampai $T = 18 \text{ dB}$, dengan panjang rata-rata *window*, $d_r = 0$ sampai $d_r = 30$ terhadap parameter *tradeoff handoff*. Nilai *threshold* disetting ke nilai semakin tinggi akan menambah nilai \overline{CQSL} , menurunkan nilai \overline{Delay} dan menambah nilai $\overline{Handoff}$. Sementara panjang *window* rata-rata yang semakin tinggi berakibat pada penurunan nilai \overline{CQSL} , menambah nilai \overline{Delay} dan mengurangi nilai $\overline{Handoff}$.



Gambar 1. Variasi *threshold* terhadap parameter *tradeoff handoff*.

Nilai optimal didekati dengan mensetting nilai \overline{CQSL} mendekati nilai $S_{min}=15 \text{ dB}$, nilai \overline{Delay} mendekati 40 sekon dan nilai $\overline{Handoff}$ diminimalisasikan.

Pada Gambar 2 memperlihatkan kurva *tradeoff* parameter *tradeoff handoff*, dengan garis utuh merupakan kurva \overline{CQSL} terhadap $\overline{Handoff}$ dan garis putus-putus merupakan kurva \overline{Delay} terhadap $\overline{Handoff}$.



Gambar 2. Kurva *tradeoff* parameter *tradeoff handoff* pada metode *Threshold* dengan *Histeresis Adaptif*.

Untuk pendekatan nilai optimal, titik operasi $d_r = 0$, maka nilai $T = 15 \text{ dB}$ yang disarankan; $d_r = 10$, maka nilai $T = 17 \text{ dB}$ yang disarankan; $d_r = 20$, maka nilai $T = 18 \text{ dB}$ yang disarankan, sementara $d_r = 30$ dapat berakibat pada kualitas sinyal yang buruk meskipun *handoff* yang terjadi diminimalisasikan. Nilai *threshold* 17 dB, dengan panjang rata-rata *window*, $d_r=10$, merupakan titik operasi yang prioritas dipilih diantara yang lain untuk memperoleh parameter *tradeoff handoff* yang optimum, karena nilai \overline{CQSL} sedikit dibawah nilai S_{min} , supaya menset nilai $\overline{Handoff}$ tidak besar, sementara nilai \overline{Delay} tidak melebihi 40 sekon.

Kesimpulan

Dari hasil analisis, optimalisasi dapat dilakukan pada metode *Threshold* dengan Histeresis Adaptif dengan mensetting secara bersamaan nilai *threshold* dan panjang rata-rata *window*. Nilai *threshold* semakin tinggi sampai pada 18 dB berakibat pada seringnya terjadi *handoff*, sementara panjang rata-rata *window* yang semakin besar mengurangi frekuensi *handoff* namun berakibat pada degradasi level sinyal. Nilai *threshold* 17 dB, dengan panjang rata-rata *window*, $d_r=10$, merupakan titik operasi yang lebih prioritas dipilih untuk memperoleh parameter *tradeoff handoff* yang optimum.

Referensi

- [1]. Gudmundson, M. 1991."Analysis off Hand-over Algorithms,"IEEE, hal. 537-542.
- [2]. Veeravalli, V. V., Kelly. O. E. 1997,"A Locally Optimal Handoff Algorithms for Cellular Communication",IEEE Trans. Veh. Technol., Vol. 46, No. 3, hal. 603-609.
- [3]. Marichamy, P., Chakrabarti, S. 1999, "On Threshold Setting and Hysteresis Issues of Handoff Algorithms", in *Proc. IEEE Personal Wireless Communication Conf.*, hal. 436-440.
- [4]. Marichamy, P., Chakrabarti, S., Makara, S. L. 1999, "Overview of Handoff Schemes in Cellular Mobile Networks and Their Comparative Performance Evaluation", *IEEE Vehic. Technol.*,hal. 1486-1490.
- [5]. Moghaddam, S., Tabataba, V., Falahati, A. 2000,"New Handoff Initiation Algorithm (Optimum Combination of Hysteresis and Threshold Based Methods)", *IEEE Veh. Technol. Conf.*, vol. 4, Sept. 2000, hal.1567-1574.
- [6]. Halgamuge, M. N., Vu, H. L., Zukerman, M. 2006," Evaluation of Handoff Algorithms Using a Call Quality Measure with Signal Based Penalties",*IEEE Commun. Society WCNC 2006 proced.*, hal. 30-35.
- [7]. Tripathi, N. D., Reed, J. H., Vanlandingham, H. F. 1998,"Handoff in Cellular System,"*IEEE Commun.*, hal.26-36.
- [8]. Halgamuge, M. N. 2006. "Performance Evaluation and Enhancement of Mobile and Sensor Networks, (Disertasi)", Australia, University of Melbourne.
- [9]. Rappaport S., T. 1995."Wireless Communications: Principle and Practice,(2nd Edition)", New Jersey: Prentice Hall.
- [10]. Stallings, W.2007."Komunikasi dan Jaringan Nirkabel (alih bahasa)", Penerbit: Erlangga.
- [11]. Mahmood, M., Z. dan Dassanayake, P.1996."Shadow Fading in Mobile Radio Channel", *IEEE*. hal. 291-295.
- [12]. Goldsmith, A. 2005."Wireless Communication", Penerbit: Cambridge University Press.
- [13]. Leu, A. E., Mark, B. L. 2004."A Discrete-Time Approach to Analyze Hard Handoff Performance in Cellular Networks", *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol.3, no.5, hal. 1721-1733.
- [14]. Tang, S., Mark, B. L., Leu, A. E." An Exact Solution For Outage Probability in Cellular Network", *George Mason University*, hal.1-7.
- [15]. Akar, M., Mitra,U. 2001,"Variations on Optimal and Suboptimal Handoff Control for Wireless Communication Systems", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 19, hal. 1173-1185.
- [16]. Pollini, G., P. 1997."Handover Rates in Cellular Systems: Towards a Closed Form Approximation", *IEEE.*, hal. 711-715.
- [17]. Tibrewala, A., *et. al.*,2008."Signal Strength Ratio Based Handoff Algorithms for Cellular Networks", *IEEE*.
- [18]. Ekiz, N., *et. al.*, 2006, "An Overview of Handoff Techniques in Cellular Networks," *International Journal and Communication Engineering*, hal.416-419.
- [19]. Singh, B., Aggrawal, K., K., Kumar, S., 2005."Sensitivity Analysis of Handover Performance to Shadow Fading in Microcellular Systems", *IEEE, ICPW*, hal. 446-450.
- [20]. Zhu, K., dan Kwak, K. 2006."Performance Analysis of an Adaptive Handoff Algorithm Based on Distance Information", *Elsevier, Comp., Commun.*, 30 (2007) 1278-1288.
- [21]. Siregar, L. 2013. "Optimalisasi Parameter Tradeoff Handoff Dengan Mengevaluasi Metode Handoff, (Skripsi)", Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- [22]. Gudmundson, M. 1991, "Correlation Model for Shadow Fading in Mobile Radio Systems", *Electronics Lett.*, vol. 27, no. 23, hal. 2145-2146.
- [23]. Rajat, P. and Venugopal, V., V. 2000. "Adaptive Hard Handoff Algorithm". *IEEE*

- J. Select. Areas Commun., vol.18, hal.,
2456-1464
- [24]. M. N. Halgamuge, H. L. Vu, R. Kotagiri,
and M. Zukerman, "Signal Based
Evaluation of Handoff Algorithms," *IEEE
Commun. Lett.*, vol. 9,no. 9, pp. 790–792,
Sep. 2005.
- [25]. Halgamuge, M. N., Vu, H.L., Kotagiri, R.,
Zukerman, M. 2010,"A Call Quality
Performance Measure for Handoff
Algorithms,"*Int. J. Commun. Syst.*, vol.24,
hal. 363-383.