

Analisis Simulasi *Vertical Handover* dari LTE ke Wi-Fi 802.11n pada Layanan *Video Streaming*

Muhamad Nurhamsach Pratama¹, Uke Kurniawan Usman²

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

Email : mnpratama@students.telkomuniversity.ac.id, ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Seiring dengan pertumbuhan populasi pelanggan dan peningkatan layanan data dalam penggunaan smartphone dan perangkat lainnya mengakibatkan trend pada akses layanan informasi dan data semakin meningkat terutama pada jaringan seluler. Keterbatasan infrastruktur jaringan seluler mengakibatkan terhambatnya *user* untuk dapat akses data dikarenakan adanya kepadatan trafik. Selain itu untuk tetap menjaga kontinuitas layanan pada jaringan telekomunikasi dibutuhkan mekanisme *handover* yang handal. *Handover* tidak hanya terjadi pada sistem atau teknologi yang sama, tetapi juga memungkinkan terjadi pada sistem yang berbeda disebut sebagai *vertical handover*. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan pengalihan trafik data pada jaringan LTE melewati jaringan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). Pada penelitian ini dilakukan analisis dan simulasi *vertical handover* dari LTE ke Wi-Fi 802.11n dengan menggunakan software MATLAB R2016a. Adapun analisis yang akan dilakukan dengan mengamati parameter Probabilitas *Dropping*, *Handover Margin*, dan *Frame Error Rate*. Pada hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi terbaik RSRP_{min} dan RSSI_{min} berdasarkan probabilitas *dropping* minimum pada skenario 1 adalah RSRP -97 dBm, -98 dBm dan -99 dBm dan nilai RSSI -89 dBm, -86 dBm dan -86 dBm, skenario 2 adalah RSRP -99 dBm dan -100 dBm dan nilai RSSI -88 dBm dan -86 dBm, dan pada skenario 3 adalah RSRP_{min} -99 dBm dan -100 dBm dan nilai RSSI_{min} -90 dBm dan -86 dBm. Untuk nilai HOM dan FER diperoleh pada skenario 1 dengan kecepatan 5 km/jam HOM sebesar 17,491 dB dan FER sebesar 0,00378 dan pada kecepatan 10 km/jam HOM sebesar 25,752 dB dan FER sebesar 0,004219. Pada skenario 2 dengan kecepatan 20 km/jam HOM sebesar 24,309 dB dan FER sebesar 0,004608 dan pada kecepatan 100 km/jam HOM sebesar 33,961 dB dan FER sebesar 0,018972. Pada skenario 3 dengan kecepatan 130 km/jam HOM sebesar 24,938 dB dan FER sebesar 0,023334 dan pada kecepatan 250 km/jam HOM sebesar 34,624 dB dan FER sebesar 0.038948.

Kata Kunci— *Long Term Evolution Vertical Handover, Video Streaming, Probabilitas Dropping, Handover margin, Frame Error Rate*

I. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya teknologi komunikasi seluler dan wireless kebutuhan akses layanan informasi dan data semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut operator harus mengembangkan infrastrukturnya agar dapat memberikan pelayanan yang cukup kepada pelanggannya [7]. Namun pada kenyataannya ini merupakan hal yang tidaklah mudah dan memerlukan biaya yang cukup besar. Maka untuk

mengatasi peningkatan trafik tersebut perlu adanya pengalihan pada layanan data *Long Term Evolution* (LTE) melewati jaringan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) yang merupakan alternatif jaringan bagi pelanggan [6]. Untuk tetap menjaga kontinuitas layanan data pada jaringan tersebut tentunya dibutuhkan mekanisme *handover* yang handal. *Handover* tidak hanya terjadi pada sistem atau teknologi yang sama, tetapi juga memungkinkan terjadi pada sistem yang berbeda disebut sebagai *vertical handover* [1].

Long Term Evolution (LTE) adalah jaringan akses radio evolusi jangka panjang keluaran dari *3rd Generation Partnership Project* (3GPP). LTE mendukung laju data 50 Mbps pada *Uplink* (UL) dan 100 Mbps pada *downlink* (DL). *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) berdasarkan pada standar *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11. IEEE 802.11n ini bekerja pada frekuensi 2,4 Ghz atau 5 Ghz dan dapat mendukung transfer data dengan kecepatan 54Mbps-600Mbps [2]. Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis dan simulasi *handover* layanan *video streaming* dari LTE ke Wi-Fi 802.11n dengan memperhatikan probabilitas *dropping*, *handover margin*, dan FER berdasarkan perubahan level daya akibat pergerakan *user*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam sistem komunikasi seluler, *handover* merupakan proses pemindahan kanal trafik secara otomatis pada *Mobile Station* (MS) dari satu *Base Station* (BS) ke BS lain untuk menjamin adanya kontinuitas ketika *user* bergerak. Proses *handover* terjadi karena kualitas atau daya *ratio* turun di bawah nilai yang dispesifikasikan dalam *Base Station Controller* (BSC). Penurunan level sinyal ini dideteksi dari pengukuran yang dilakukan MS maupun *Base Transceiver Station* (BTS). Selain itu, *handover* dapat terjadi apabila *traffic* dari sel yang dituju sudah penuh. Saat MS melewati sel, dialihkan ke "*neighbouring cell*" dengan beban *traffic* yang lebih kecil.

Tahap-tahap dari proses *handover* dapat dibagi menjadi 3 yaitu [4][5] :

Tahap Pengukuran (*Measurement*)

Dilakukan pengukuran informasi penting yang dibutuhkan untuk tahap *decision*. Pengukuran arah DL yang dilakukan oleh MS adalah sel yang sedang melayani dan sel-sel tetangga.

Tahap Keputusan (*Decision*)

Hasil pengukuran di bandingkan dengan *threshold* yang telah di tetapkan sebelumnya. Kemudian akan diputuskan apakah akan dilakukan *handover* atau tidak. Algoritma *handover* yang berbeda akan memiliki kondisi *trigger* yang berbeda pula.

Tahap Eksekusi (*Execution*)

Proses *handover* selesai dan parameter relatif diubah berdasarkan jenis *handover*-nya. Sebagai contoh hubungan dengan *eNode B* apakah ditambah atau diputuskan.

A. Long Term Evolution

Long Term Evolution (LTE) adalah jaringan akses radio evolusi jangka panjang keluaran *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) tepatnya pada *release 8*. Pada sisi *air interface* LTE menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) pada sisi *downlink* dan menggunakan *Single Carrier – Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) pada sisi *uplink*. Dan pada sisi antena LTE mendukung penggunaan *multiple-antenna* (MIMO). *Bandwidth* operasi pada LTE fleksibel yaitu *up to 20 MHz* dan maksimal bekerja pada kisaran *bandwidth* bervariasi antara 10 – 20 MHz. Pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink* [4][10].

B. Wireless Fidelity

Wi-Fi adalah sebuah teknologi terkenal yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) dan memiliki kemampuan akses internet berkecepatan tinggi yang merupakan standar dari *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) [9].

C. Vertical Handover

Handover yang terjadi antara jaringan yang berbeda disebut *vertical handover*. *Vertical handover* memungkinkan perpindahan user dengan mobilitas tinggi diantara jaringan data rate tinggi dan coverage area yang kecil dengan jaringan data rate rendah dan coverage area yang luas [9].

D. Probabilitas Dropping

Salah satu faktor yang mempengaruhi performansi jaringan adalah terjadinya *dropping*. Baik atau buruknya performansi jaringan diukur dari besar atau kecilnya probabilitas *dropping* yang terjadi dalam suatu sistem. Probabilitas *dropping* merupakan suatu nilai yang menyatakan besarnya probabilitas dari panggilan tidak dilayani ketika penerimaan sinyal menjadi lemah [8].

E. Handover Margin

Handover margin adalah sebuah *threshold* yang dapat digunakan untuk menghindari *osilasi* (fluktuasi daya) antara *-serving cell* dan cell tetangga pada saat proses *handover* untuk menghindari pengulangan *handover*. Atau level kuat sinyal

minimum atau kualitas antara sel *neighbor* dan sel *-serving* yang dibutuhkan untuk *triggering handover*. *Handover Margin* (HOM) diukur dalam satuan *decibel* (dB) [8].

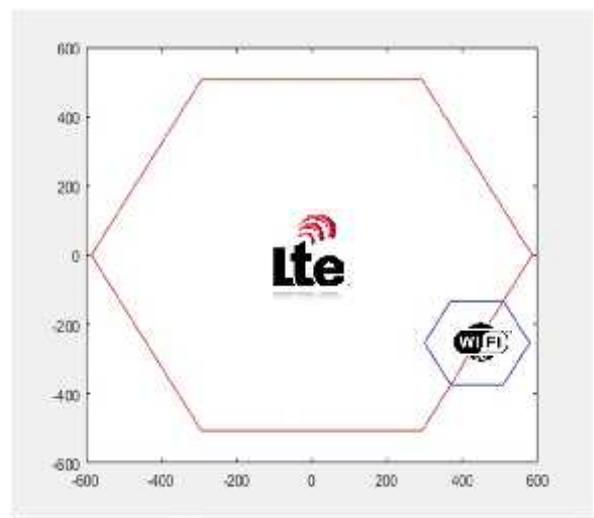
F. Frame Error Rate

FER adalah perbandingan antara jumlah *frame* yang diterima salah dengan jumlah total *frame* yang diterima, dimana *frame* merupakan pengelompokan bit-bit dan biasanya ditambahkan header tertentu. Pengukuran FER ini juga spesifik hanya pada sistem komunikasi digital [3].

III. METODE PENELITIAN

Dalam Simulasi *vertical handover* ini dipergunakan model coverage sel bentuk hexagonal dengan jumlah sel yang diamati dua sel yang berdekatan. Sel yang pertama adalah coverage layanan LTE dan sel yang kedua adalah coverage layanan Wi-Fi 802.11n. Pemodelan sistem yang digunakan pada tugas akhir ini sebagai berikut :

Pemodelan Sel LTE dan Wi-Fi 802.11n



Gambar 1. Pemodelan Sel LTE dan Wi-Fi 802.11n

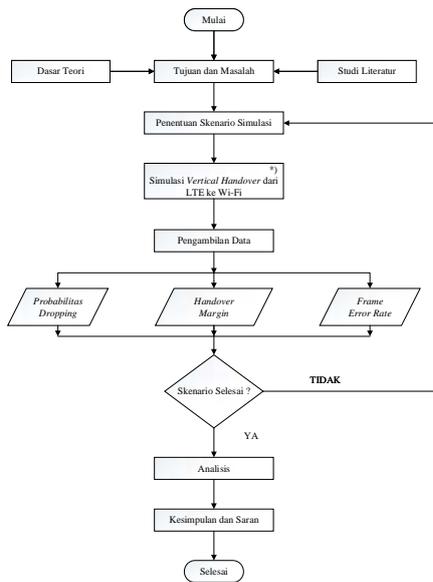
User bergerak dari *coverage* LTE dengan melakukan akses layanan *video streaming* menuju jaringan Wi-Fi. *User* akan dibagi menjadi tiga kategori sebagai berikut :

- 1) Skenario 1: Berjalan kaki 5-10 km/jam.
Pada skenario ini *user* akan bergerak dengan kecepatan 5-10 km/jam dari LTE ke Wi-Fi dengan arah pergerakan secara random 25°-35°.
- 2) Skenario 2: Berkendara 10-100 km/jam.
Pada skenario ini *user* akan bergerak dengan kecepatan 10-100 km/jam dari LTE ke Wi-Fi dengan arah pergerakan secara random 25°-35°.
- 3) Skenario 3: Kecepatan tinggi 100-250 km/jam.
Pada skenario ini *user* akan bergerak dengan kecepatan 100-250 km/jam dari LTE ke Wi-Fi dengan arah pergerakan secara random 25°-35°.

Dari tiga kategori tersebut *user* akan bergerak menjauhi titik pusat dan menuju *coverage* Wi-Fi. Untuk parameter yang akan dianalisis adalah probabilitas *dropping*, *handover margin* dan FER.

A. Flowchart Skenario Simulasi

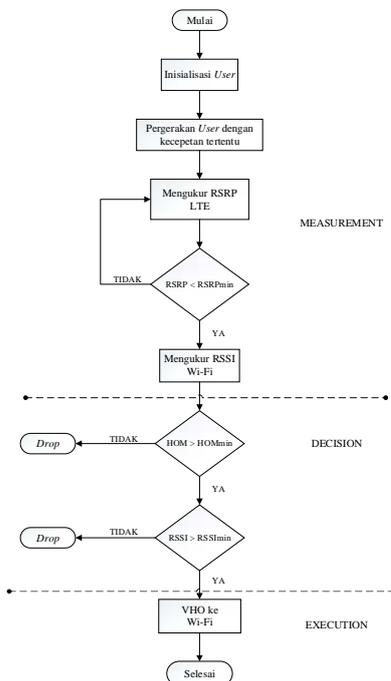
Untuk mempermudah proses perancangan simulasi diperlukan *flowchart* yang dapat membantu dalam memahami proses simulasi yang akan dibuat.



Gambar 2. Flowchart Skenario Simulasi

B. Algoritma Vertical Handover

Parameter kualitas sinyal yang akan diukur pada LTE yaitu RSRP dan pada jaringan Wi-Fi parameter kualitas sinyal yang akan diukur yaitu RSSI.



Gambar 3. Flowchart Algoritma Vertical Handover

C. Perhitungan Link Budget LTE

Untuk menentukan jari – jari sel harus ditentukan terlebih dahulu model propagasi yang digunakan, sesuai dengan besar

frekuensi kerja dan kondisi morfologi daerah yang akan ditentukan jari – jari selnya. Berdasarkan dua hal tadi maka dapat digunakan model propagasi COST231.

Didasari model propagasi COST231 sebagai berikut :

- Frekuensi Downlink : 1800 Mhz
- Tinggi antenna BTS : 30 m
- Tinggi antenna MS : 1,5 m
- Topologi daerah : Urban

Faktor koreksi tinggi antenna MS untuk daerah urban dapat dicari dengan persamaan :

$$a(h_R) = (1,1 \log f_c - 0,7) h_R - (1,56 \log f_c - 0,8) \text{ dB} \quad [3.1]$$

$$= (1,1 \log (1800) - 0,7) 1,5 - (1,56 \log (1800) - 0,8) \text{ dB}$$

$$= 0,0430 \text{ dB}$$

$$R(\text{km}) = \log^{-1} \left[\frac{M - 4,3 - 3,9k_f + 1,8k_h h_f + a(h_R) - 0}{4,9 - 6,5k_f h_f} \right] \quad [3.2]$$

$$= \log^{-1} \left[\frac{-8,1}{3,2} \right]$$

$$= 0,5852 \text{ km}$$

D. Perhitungan Link Budget Wi-Fi 802.11n

Perhitungan jari-jari sel pada perencanaan ini menggunakan frekuensi 2400 Mhz, untuk WLAN 802.11n digunakan model propagasi Cost 231 *Multiwall* :

$$L_f = L_p + L_c + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f \quad [3.3]$$

$$L_p = 20 \log(f) + 20 \log(d) + 32,5 \quad [3.4]$$

Maka jari-jari sel Wi-Fi bisa di dapat dari persamaan berikut:

$$L_f = 20 \log(f) + 20 \log(d) + 32,5 + L_c + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f \quad [3.5]$$

$$d = 0,0785 \text{ km}$$

Keterangan :

- Frekuensi Carrier (f) : 2400 MHz
- Lantai ke- (nf) : 1
- Jumlah dinding (nwi) : 3
- Tipe dinding loss (Lwi) : 5
- Loss per lantai (Lf) : 15 dB
- Constant Loss (Lc) : 37 dB
- Parameter Empirik (b) : 0,46

E. Parameter Jarak

Parameter ini digunakan untuk mengukur jarak dan mengetahui posisi *user* sebagai input terhadap level daya terima.

$$r = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad [3.6]$$

Keterangan :

r: jarak MS terhadap BS

x₁: jarak awal MS dalam koordinat X

x₂: jarak akhir MS dalam koordinat X

y₁: jarak awal MS dalam koordinat Y

y_2 : jarak akhir MS dalam koordinat Y

F. Parameter Input Simulasi

Parameter simulasi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

TABEL I. PARAMETER SIMULASI

IV. PEMBAHASAN

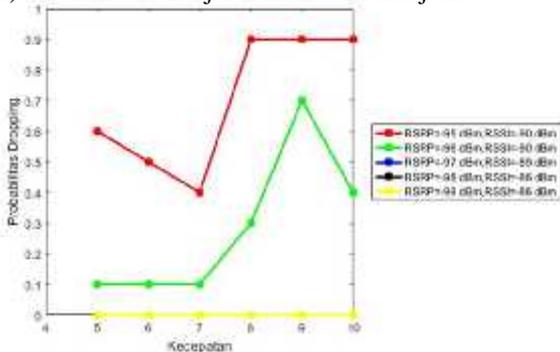
Output dari simulasi ini adalah kombinasi dari nilai RSRPmin dan RSSImin terbaik, probabilitas *dropping*,

Parameter Simulasi	Simbol	Nilai	Satuan
Daya terima MS pada titik acuan do	Po	-40	dBm
Jarak antara sel LTE dan Wi-Fi	do	500	m
Transmission Time Interval	TTI	0.1	s
Handover Margin minimum	HOMmin	5	dB
Threshold LTE	RSRPmin	-95 hingga -100	dBm
Threshold Wi-Fi	RSSImin	-86 hingga -90	dBm

handover margin (HOM), dan *Frame Error Rate* (FER) yang di pengaruhi oleh pergerakan *user*.

A. Analisis Kombinasi RSRPmin dan RSSImin terhadap Probabilitas *Dropping*

1) Skenario 1 : Berjalan Kaki 5-10 km/jam



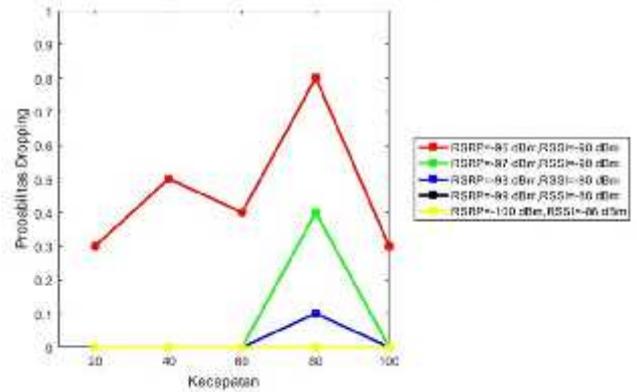
Gambar 4. Probabilitas *Dropping* Skenario 1

Kombinasi nilai *threshold* yang memiliki probabilitas *dropping* minimum pada skenario 1 simulasi ini yaitu, kombinasi ke-3,4 dan 5 dengan nilai RSRPmin -97 dBm, -98

Kombinasi nilai *threshold* yang memiliki probabilitas *dropping* minimum pada skenario 3 simulasi ini yaitu, kombinasi 4 dan 5 dengan nilai RSRPmin -99 dBm dan -100

dBm dan -99 dBm dan nilai RSSImin -89 dBm, -86 dBm dan -86 dBm. Sedangkan untuk nilai RSRPmin dan RSSImin yang memiliki probabilitas *dropping* terbesar yaitu kombinasi ke 1 dengan nilai RSRPmin -95 dBm dan RSSImin -90 dBm. Hal tersebut di akibatkan dari nilai *threshold* yang terlalu tinggi sehingga sistem Wi-Fi tidak memiliki jaminan untuk mengambil alih *user* pada saat *vertical handover* sementara *user* sudah berada pada pinggiran sel LTE dan menuju ke sel Wi-Fi dan kecepatan *user* yang mempengaruhi terjadinya *dropping*.

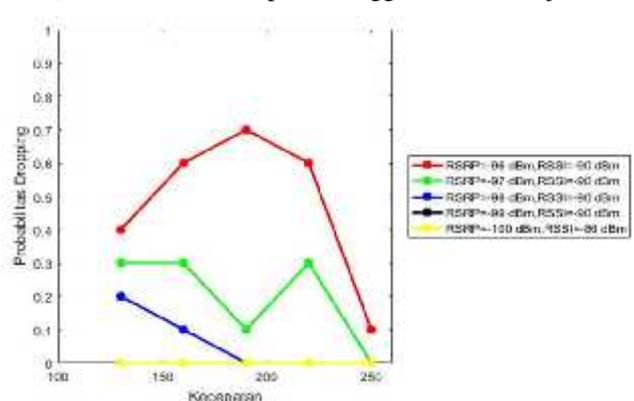
2) Skenario 2 : Berkendara 10-100 km/jam



Gambar 5. Probabilitas *Dropping* Skenario 2

Kombinasi nilai *threshold* yang memiliki probabilitas *dropping* minimum pada skenario 2 simulasi ini yaitu, kombinasi ke-4 dan 5 dengan nilai RSRPmin -99 dBm dan -100 dBm dan nilai RSSImin -88 dBm dan -86 dBm. Sedangkan untuk nilai RSRPmin dan RSSImin yang memiliki probabilitas *dropping* terbesar yaitu kombinasi ke 1 dengan nilai RSRPmin -96 dBm dan RSSImin -90 dBm. Hal tersebut di akibatkan dari nilai *threshold* yang terlalu tinggi sehingga sistem Wi-Fi tidak memiliki jaminan untuk mengambil alih *user* pada saat *vertical handover* sementara *user* sudah berada pada pinggiran sel LTE dan menuju ke sel Wi-Fi dan kecepatan *user* yang mempengaruhi terjadinya *dropping*.

3) Skenario 3 : Kecepatan Tinggi 100-250 km/jam



Gambar 6. Probabilitas *Dropping* Skenario 3

dBm dan nilai RSSImin -90 dBm dan -86 dBm. Sedangkan untuk nilai RSRPmin dan RSSImin yang memiliki probabilitas *dropping* terbesar yaitu kombinasi ke 1 dengan nilai RSRPmin

-96 dBm dan RSSImin -90 dBm. Hal tersebut sama seperti 2 skenario sebelumnya yaitu di akibatkan oleh nilai *threshold* yang terlalu tinggi sehingga sistem Wi-Fi tidak memiliki jaminan untuk mengambil alih *user* pada saat *vertical handover* sementara *user* sudah berada pada pingiran sel LTE dan menuju ke sel Wi-Fi dan kecepatan *user* yang mempengaruhi terjadinya *dropping*.

B. Analisis Pengaruh Kecepatan terhadap Handover Margin

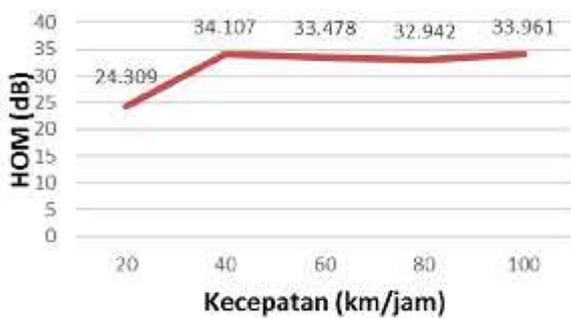
1) Skenario 1 : Berjalan Kaki 5-10 km/jam



Gambar 7. Pengaruh Kecepatan terhadap HOM Skenario 1

Pada hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa kecepatan *user* berpengaruh kepada nilai *handover margin*. Nilai HOM meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan *user*. Pernyataan tersebut dapat dilihat ketika *user* dengan kecepatan 5 km/jam memiliki nilai *handover margin* sebesar 17,491 dB dan ketika *user* dengan kecepatan 10 km/jam memiliki nilai *handover margin* sebesar 25,752 dB. Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan *user* akan berbanding lurus dengan nilai *handover margin* (HOM). Hal tersebut terjadi karena semakin besar kecepatan *user* maka nilai HOM minimal lebih cepat terpenuhi dan HOM yang terukur akan semakin besar.

2) Skenario 2 : Berkendara 10-100 km/jam



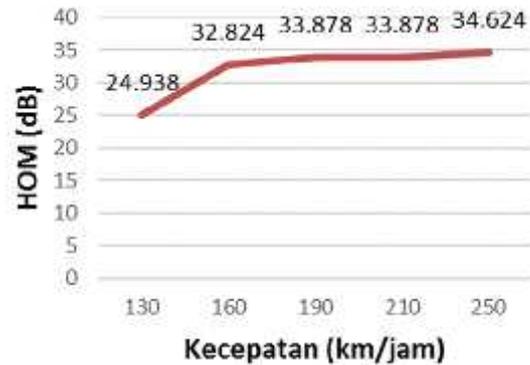
Gambar 8. Pengaruh Kecepatan terhadap HOM Skenario 2

Pada hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa kecepatan *user* berpengaruh kepada nilai *handover margin*. Nilai HOM meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan *user*. Pernyataan tersebut dapat dilihat ketika *user* dengan kecepatan 20 km/jam memiliki nilai *handover margin* sebesar 24,309 dB dan ketika *user* dengan kecepatan 100 km/jam memiliki nilai *handover margin* sebesar 33,961 dB. Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan *user* akan berbanding lurus dengan nilai

user 10 km/jam sebesar 0,004219. Hal tersebut mengakibatkan banyak data yang rusak (*error*) atau bahkan

handover margin (HOM). Hal tersebut terjadi karena semakin besar kecepatan *user* maka nilai HOM minimal lebih cepat terpenuhi dan HOM yang terukur akan semakin besar.

3) Skenario 3 : Kecepatan Tinggi 100-250 km/jam

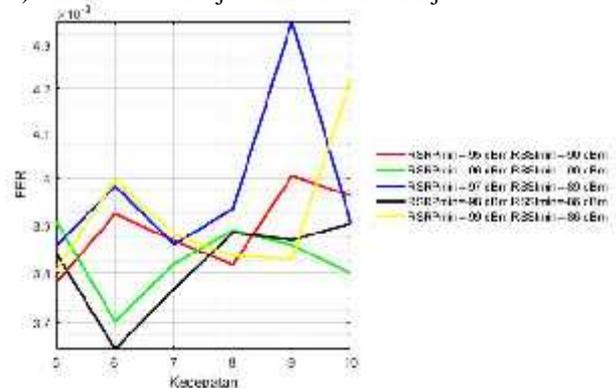


Gambar 9. Pengaruh Kecepatan terhadap HOM Skenario 3

Pada hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa kecepatan *user* berpengaruh kepada nilai *handover margin*. Nilai HOM meningkat dengan bertambahnya kecepatan *user*. Pernyataan tersebut dapat dilihat ketika *user* dengan kecepatan 130 km/jam memiliki nilai *handover margin* sebesar 24,938 dB dan ketika *user* dengan kecepatan 250 km/jam memiliki nilai *handover margin* sebesar 34,624 dB. Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan *user* akan berbanding lurus dengan nilai *handover margin* (HOM). Hal tersebut terjadi karena semakin besar kecepatan *user* maka nilai HOM minimal lebih cepat terpenuhi dan HOM yang terukur akan semakin besar.

C. Analisis Pengaruh Kecepatan terhadap FER

1) Skenario 1 : Berjalan Kaki 5-10 km/jam

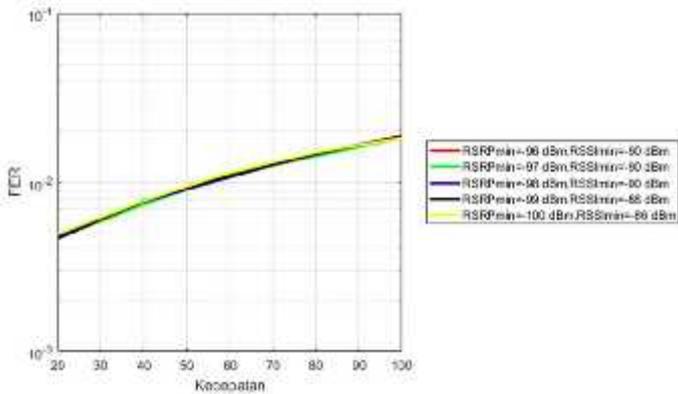


Gambar 10. Pengaruh Kecepatan terhadap FER Skenario 1

Pada hasil simulasi di atas menunjukkan nilai FER yang dihasilkan dari 5 kombinasi *threshold*. Dapat dilihat bahwa nilai FER meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan *user*. Nilai FER terkecil saat kecepatan *user* 5 km/jam sebesar 0,00378 sedangkan untuk nilai FER terbesar saat kecepatan

informasi yang di terima akan berbeda dengan informasi yang di kirim. Sedangkan untuk nilai kombinasi *threshold* RSRP dan RSSI tidak berpengaruh terhadap nilai FER.

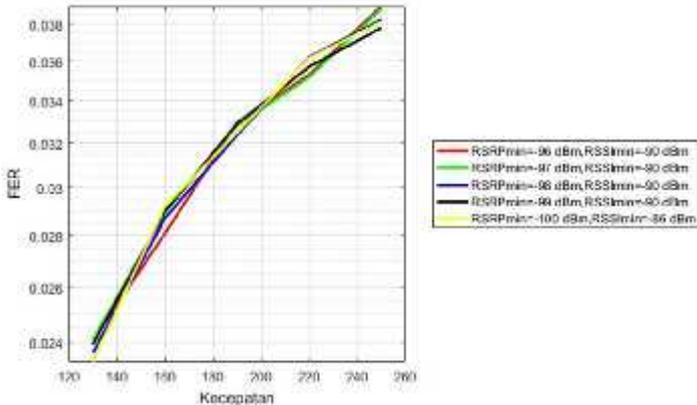
2) Skenario 2 : Berkendara 10-100 km/jam



Gambar 11. Pengaruh Kecepatan terhadap FER Skenario 2

Pada hasil simulasi di atas menunjukkan nilai FER yang dihasilkan dari 5 kombinasi *threshold*. Dapat dilihat bahwa nilai FER meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan *user*. Nilai FER terkecil saat kecepatan *user* 20 km/jam sebesar 0,004608 sedangkan untuk nilai FER terbesar saat kecepatan *user* 100 km/jam sebesar 0,018972. Hal tersebut mengakibatkan banyak data yang rusak (*error*) atau bahkan informasi yang di terima akan berbeda dengan informasi yang di kirim. Sedangkan untuk nilai kombinasi *threshold* RSRP dan RSSI tidak berpengaruh terhadap nilai FER.

3) Skenario 3 : Kecepatan Tinggi 100-250 km/jam



Gambar 12. Pengaruh Kecepatan terhadap FER Skenario 3

Pada hasil simulasi di atas menunjukkan nilai FER yang dihasilkan dari 5 kombinasi *threshold*. Dapat dilihat bahwa nilai FER meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan *user*. Nilai FER terkecil saat kecepatan *user* 130 km/jam sebesar 0,023334 sedangkan untuk nilai FER terbesar saat kecepatan *user* 250 km/jam sebesar 0,038948. Hal tersebut mengakibatkan banyak data yang rusak (*error*) atau bahkan informasi yang di terima akan berbeda dengan informasi yang di kirim. Sedangkan untuk nilai kombinasi *threshold* RSRP dan RSSI tidak berpengaruh terhadap nilai FER.

V. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kecepatan *user* sangat berpengaruh terhadap 3 parameter yang di analisis yaitu Probabilitas *Dropping*, *Handover Margin*, dan *Frame Error Rate*. Jika kecepatan *user* terus meningkat maka nilai probabilitas *dropping*, HOM, dan FER akan meningkat.

REFERENSI

- [1] Albosatey Asia Mohammed Abd Algader, Ashraf GaismElsid, and Amin Babiker, "Vertical Handover In Long Term Evolution" *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2013.
- [2] Hinger Deepshikha and Dhananjay Kalbande, "Review of Mobile Data Offloading through Wi-Fi" *International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Applications (CSCITA)*. 2014
- [3] Iqbal, Muhammad Istilah Satuan Telekomunikasi. Website : <http://miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/?p=398>.
- [4] Kasim, Patrieca Eka Risty, 2011 Analisis Intersystem Handover Dari HSDPA ke LTE. Bandung : Telkom University.
- [5] Laksono, Bayu Jati, 2007 Analisa Performansi Sistem MIMO-STBC Pada HSDPA Melalui Kanal Fading Rayleigh. Bandung : Telkom University.
- [6] Albosatey Asia Mohammed Abd Algader, Ashraf GaismElsid, and Amin Babiker, "Vertical Handover In Long Term Evolution" *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2013.
- [7] Hinger Deepshikha and Dhananjay Kalbande, "Review of Mobile Data Offloading through Wi-Fi" *International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Applications (CSCITA)*. 2014
- [8] Iqbal, Muhammad Istilah Satuan Telekomunikasi. Website : <http://miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/?p=398>.
- [9] Kasim, Patrieca Eka Risty, 2011 Analisis Intersystem Handover Dari HSDPA ke LTE. Bandung : Telkom University.
- [10] Laksono, Bayu Jati, 2007 Analisa Performansi Sistem MIMO-STBC Pada HSDPA Melalui Kanal Fading Rayleigh. Bandung : Telkom University.
- [11] Pratama, Wisnu Hendra, 2014 Analisis Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Metode Frekuensi Reuse 1, Fractional Frequency Reuse dan Soft Frequency Reuse Studi Kasus Kota Bandung. Bandung : Telkom University.
- [12] Priya Siva, Alvin Ting, David Chieng, Mohamad Yusoff Alias and Tan Su Wei, "User Data Rate Enhancement Using Heterogenous LTE-802.11n Offloading in Urban Area" *IEEE Symposium on Wireless Technology and Applications (ISWTA)*, Kuching, Malaysia. September 2013.
- [13] Rosyana, 2012 Analisis dan Simulasi Mekanisme Intersystem Handover antara Jaringan UMTS dan HSDPA pada Layanan Video Streaming. Bandung : Telkom University.
- [14] Silalahi, Rianto Parlindungan, 2013 Analisis Dan Simulasi Vertikal Handover Jaringan HSDPA ke WIFI Pada Layanan Data. Bandung : Telkom University.
- [15] Wardhana, Lingga. "4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia". South Jakarta: nulisbuku.com, 2014.