

**ANALISIS PENGARUH *HANDOVER* PADA *MOBILE WIMAX*  
UNTUK LAYANAN *LIVE STREAMING***

**Publikasi Jurnal Skripsi**



Disusun Oleh:

**TRI EVANTI ANDRIANI**

**NIM. 0910630100-63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
MALANG  
2014**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145

KODE  
PJ-01

**PENGESAHAN  
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**NAMA : TRI EVANTI ANDRIANI**  
**NIM : 0910630100 - 63**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK TELEKOMUNIKASI**  
**JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PENGARUH *HANDOVER* PADA *MOBILE WIMAX*  
UNTUK LAYANAN *LIVE STREAMING***

**TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. Endah Budi Purnomowati, MT**  
**NIP. 19621116 198903 2 002**

**Sapriesty Nainy Sari, ST., MT**  
**NIP. 88041206120278**

# Analisis Pengaruh *Handover* pada *Mobile WIMAX* untuk Layanan *Live Streaming*

Tri Evanti Andriani, Pembimbing 1: Endah Budi Purnomowati, Pembimbing 2: Sapriesty Nainy Sari

**Abstrak** - *Mobile WIMAX* merupakan salah satu teknologi *Broadband Wireless Access (BWA)* yang mampu memberikan layanan data dengan kecepatan tinggi dan teknologi yang efisien. Waktu yang dibutuhkan pada mekanisme *handover* yang terdapat pada jaringan ini dapat mempengaruhi kualitas layanan pada aplikasi *realtime* seperti *live streaming*. Performansi yang dibahas adalah performansi pengaruh *handover* pada *mobile WIMAX* untuk layanan *live streaming* yang meliputi parameter kapasitas kanal, *bit error rate*, probabilitas *packet loss*, *delay end to end*, *throughput* dan pengaruh *delay handover* terhadap *throughput*. Hasil analisis perhitungan pada jaringan *mobile WIMAX* dengan aplikasi *live streaming* pada proses *handover*, menunjukkan *delay handover* terbesar yaitu 2,8363 s dengan faktor utilitas 0,9 masih memenuhi standar *delay ITU G.1010*. Selain itu, proses *handover* mengakibatkan adanya penurunan nilai *throughput* yaitu nilai *throughput* pada saat proses *handover* sebesar 19,39 Mbps.

**Kata Kunci** : *Mobile WIMAX*, *handover*, *live streaming*, *delay*, *throughput*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia telekomunikasi sekarang ini sangat pesat, hal ini sesuai dengan kebutuhan manusia akan teknologi komunikasi yang handal dalam mengirimkan data dengan kecepatan tinggi dan efisien. Standar teknologi nirkabel dituntut harus terus mengalami evolusi menjadi semakin baik, baik dalam hal penyediaan layanan *mobile broadband*, kecepatan data, dan area akses yang semakin luas. *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* merupakan salah satu teknologi *Broadband Wireless Access (BWA)* yang mampu memberikan layanan data dengan kecepatan tinggi dan efisien.

Mekanisme *handover* digunakan dalam sistem komunikasi bergerak yang bertujuan agar komunikasi tersebut tetap berjalan meskipun pengguna bergerak melingkupi sel dalam infrastruktur seluler. *Handover* adalah proses pengalihan antara satu kanal terhadap kanal yang lain. *Handover* diperlukan sistem seluler untuk menjamin komunikasi tetap berlangsung ketika pelanggan bergerak dari satu *cell* ke *cell* lain.

Waktu yang dibutuhkan pada mekanisme *handover* yang terdapat pada jaringan ini dapat mempengaruhi kualitas layanan pada aplikasi *realtime* seperti *live streaming*.

Salah satu kemampuan multimedia yang dimiliki oleh *mobile WiMAX* adalah *live streaming*. *Live streaming* merupakan salah satu teknologi

telekomunikasi yang bersifat *real time* serta dapat menyalurkan informasi berupa *audio* maupun *video* dengan menggunakan jaringan *Internet Protocol (IP)*. *Live streaming* memungkinkan setiap pengguna melihat *video* secara bersamaan dengan kejadian aslinya.

Terkait dengan penelitian perbandingan berbagai macam proses *handover* pada *WIMAX* oleh Chandan Gupta [1] dan penelitian terkait dengan performansi pengukuran dan evaluasi *video streaming* pada *HSDPA* oleh Haakon Riiser [2]. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibahas analisis pengaruh *handover* pada *mobile wimax* untuk layanan *live streaming* dengan menggunakan modulasi  $QPSK \frac{1}{2}$ ,  $QPSK \frac{3}{4}$ .

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *delay handover* pada *mobile WiMAX* terhadap *throughput* untuk layanan *live streaming*

## II. MOBILE WIMAX

### A. *Mobile WIMAX*

*WiMAX IEEE 802.16e* atau yang biasa dikenal dengan sebutan *mobile WiMAX* merupakan salah satu teknologi sistem *broadband wireless access* yang memungkinkan penggabungan antara jaringan *mobile broadband* dan *fixed broadband* dimana dapat mencakup area yang luas dan arsitektur jaringan yang fleksibel. *Mobile WiMAX* juga merupakan salah satu upaya untuk menjawab kebutuhan *data rate* yang besar, daya jangkauan yang luas, dan menggunakan perangkat yang bergerak. Dengan *data rate* yang tinggi memungkinkan jaringan tersebut dapat melayani berbagai macam transmisi, baik transmisi data, *voice* maupun *video*. Sistem ini memiliki standar *bandwidth* 5 MHz hingga 10 MHz. Sedangkan jumlah *subcarrier* yang dapat digunakan pada *mobile WiMAX* bersifat *scalable*. [3]

### B. *Handover*

*Handover* adalah proses pengalihan antara satu kanal terhadap kanal yang lain. *Handover* diperlukan sistem seluler untuk menjamin adanya keberlangsungan komunikasi ketika pelanggan bergerak dari satu *cell* ke *cell* lain. Proses ini sangat penting dalam komunikasi seluler melihat latar belakang pemakaian telepon seluler yang penuh mobilitas, jumlah trafik, dan kualitas sinyal, sehingga tidak terjadi *drop call* atau terputusnya hubungan. [4]

### C. Live Streaming

*Live streaming* adalah tayangan langsung yang disiarkan kepada banyak orang dalam waktu yang bersamaan dengan kejadian aslinya, melalui media data komunikasi (*network*) baik yang terhubung dengan kabel atau *wireless*. Aplikasi *live streaming* ini menggunakan jenis CODEC AMR-WB+ dengan *data rate* sebesar 5.2 kbps – 48 kbps, *delay codec* sebesar 20-40 ms untuk *audio codec* dan menggunakan H.264/AVC dengan *data rate* sebesar 64 kbps – 384 kbps dengan *delay codec* sebesar 150-300 ms untuk *video codec*.

## III. METODE PENELITIAN

### A. Pemodelan Sistem



Gambar 1. Pemodelan Sistem

Dalam Gambar 1 digambarkan bahwa konfigurasi WiMAX terdiri dari :

- *server* yang berfungsi untuk menghubungkan *base station* dengan *internet*
- *base station* (BS) yang berfungsi untuk menghubungkan *subscriber station* (SS) dengan *server*
- *subscriber station* (SS) yang merupakan peralatan yang digunakan oleh pengguna.

### B. Parameter Performansi Handover pada Jaringan Mobile WIMAX

#### 1) Signal to Noise Ratio (SNR)

*Signal to Noise Ratio* merupakan perbandingan antara daya yang diterima oleh penerima terhadap noise yang timbul pada saat proses propagasi. Besar SNR pada skripsi ini dilihat mulai dari *transmitter* sampai ke *user*. Besarnya SNR dinyatakan dalam persamaan berikut berikut (Mischa Schwartz, 1994):

$$SNR = 10 \text{ Log } \frac{P_r}{N_o} \quad (1)$$

dengan :

$SNR$  : *signal to noise ratio* (dB)

$P_r$  : daya yang diterima oleh penerima (mW)

$N_o$  : daya *noise* pada saluran transmisi (mW)

Dengan daya noise pada saluran transmisi dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$N_o = 10 \text{ log } kT + 10 \text{ log } B + NF \quad (2)$$

dengan :

$N_o$  = daya *noise* saluran transmisi (dBm)

$k$  = konstanta Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$  J/K)

$T$  = suhu *absolute* ( $300^\circ$  K)

$NF$  = *noise figure*

$B$  = *bandwidth* (Hz)

Dan dengan daya yang dapat diterima oleh penerima dapat dinyatakan dengan persamaan (Robert G. Winch, 1998: 184) :

$$P_r(\text{dBm}) = P_t + FSL + L_t + L_r + G_r + G_t \quad (3)$$

Sedangkan nilai FSL (*Free Space Loss*) dapat menggunakan persamaan (Andrea Goldsmith, 2005: 49) :

$$FSL = 20 \text{ log } \frac{4\pi d}{\lambda} \quad (4)$$

dengan:

$P_r$  : daya terima *receiver* (dBm)

$P_t$  : daya pancar *transmitter* (dBm)

FSL : *free space loss* (dB)

$L_t$  : *transmitter losses (cable loss)* (dB)

$L_r$  : *receiver losses (body loss)* (dB)

$G_r$  : *gain receiver* (dBi)

$G_t$  : *gain transmitter* (dBi)

$\lambda$  : Panjang gelombang (m)

$f$  : Frekuensi kerja sistem (Hz)

$d$  : jarak antara *transmitter* dan *receiver* (m)

$c$  : kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)

#### 2) Kapasitas Kanal

Kapasitas kanal adalah kemampuan kanal untuk mentransmisikan berapa banyak data yang dapat dikirim. Sesuai dengan rumus Shanon maka kapasitas kanal dapat dihitung dengan

$$C = B_{\text{sistem}} \log_2(1 + SNR_{\text{sistem}}) \quad (5)$$

Dengan :

$C$  : Kapasitas kanal (Mbps)

$B_{\text{sistem}}$  : *Bandwidth* sistem (Hz)

$SNR_{\text{sistem}}$  : *Signal to Noise Ratio* sistem (dB)

#### 3) Bit Rate

*Bit rate* pada modulasi adalah kecepatan pengiriman informasi melalui media transmisi. *Bit rate* adalah kecepatan tiap bit per sekon. *Bit rate* ini tergantung dengan jenis modulasi yang digunakan yang ditandai dengan banyaknya bit per simbol yang dikirim pada tiap jenis modulasi. Perhitungan *bit rate* dinyatakan dengan persamaan berikut (Stallings, 2005):

$$R = 2B \times \log_2 n \quad (6)$$

dengan:

$n$  : banyaknya bit pada suatu jenis modulasi

$B$  : *bandwidth* jaringan yang dipergunakan (Hz)

$R$  : *bit rate* (bps)

#### 4) Perhitungan Bit Error Rate (BER)

BER atau probabilitas bit salah merupakan perbandingan jumlah *bit* yang salah terhadap total *bit* yang diterima. Pada sistem WiMAX, besarnya nilai BER ( $P_b$ ) untuk masing-masing teknik modulasi dijelaskan dalam persamaan berikut

- QPSK

$$P_b = \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b}{N_o}} \right) \quad (7)$$

Keterangan :

$P_b$  : BER pada saat transmisi (tanpa satuan)

$\frac{E_b}{N_o}$  : rasio energi *bit* terhadap *noise* pada saat transmisi dengan modulasi QPSK

- M-ary QAM

$$P_{b,M-QAM} = \frac{4(\sqrt{M}-1)}{\sqrt{M} \log_2 M} Q\left(\sqrt{\frac{3 \log_2 M Eb}{(M-1) No}}\right) \quad (8)$$

$$= \frac{2(\sqrt{M}-1)}{\sqrt{M} \log_2 M} \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{3 \log_2 M Eb}{4(M-1) No}}\right)$$

Keterangan :

$P_{b,M-ary QAM}$ : BER pada saat transmisi (tanpa satuan)

M : jumlah sinyal, M = 64 untuk 64-QAM  
dimana,

$$\operatorname{erf}(x) \approx \frac{1}{\sqrt{\pi x}} e^{-x^2} \quad (9)$$

#### 4) Delay end to end

Delay end to end adalah tenggang waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket data dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Delay end to end merupakan penjumlahan beberapa macam komponen delay yang berbeda dan terjadi dalam perjalanan paket dari sumber sampai ke tujuan. Total delay end to end adalah

$$t_{end\ to\ end} = t_{codec} + t_{proses} + t_{pro} + t_{trans} + t_w \quad (10)$$

dengan :

$t_{end\ to\ end}$  : delay end to end

##### a. Delay codec

Delay codec merupakan delay yang terjadi pada sisi encoder. Delay codec adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengakumulasi sampel suara ke dalam frame suara, waktu untuk mengkompresi paket suara, waktu untuk memuat frame suara ke dalam paket dan mentransfer paket tersebut ke jaringan transport dan delay hardware yang bersifat tetap. Delay codec pada aplikasi live streaming dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$t_{codec} = t_a + t_v \quad (11)$$

dengan:

$t_{codec}$  : delay codec aplikasi live streaming

$t_a$  : delay codec audio AMR-WB+ (ms)

$t_v$  : delay codec video H.264 (ms)

##### b. Delay proses

Delay proses merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproses paket data dan untuk menentukan kemana data tersebut akan diteruskan. Delay proses pada jaringan mobile WiMAX terdiri dari delay enkapsulasi dan delay dekapsulasi.

$$t_{enc} = \frac{W_{frame\ total}}{c} \times 8 \quad (12)$$

$$t_{dec} = \frac{W_{frame\ total}}{c} \times 8 \quad (13)$$

dengan:

$t_{enc}$  : delay enkapsulasi (ms)

$t_{dec}$  : delay dekapsulasi (ms)

$W_{frame\ total}$  : panjang frame Ethernet (byte)

c : kecepatan transmisi kanal (bps)

sehingga delay proses dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$t_{proc} = t_{enc} + t_{dec} \quad (14)$$

##### c. Delay transmisi

Delay transmisi adalah waktu yang dibutuhkan untuk meletakkan semua data pada media transmisi dan dipengaruhi oleh ukuran paket serta kapasitas media transmisi. Delay transmisi dapat ditentukan dengan persamaan. [6]

$$t_{trans} = \frac{w}{c} \times 8 \quad (15)$$

dengan:

$t_{trans}$  : delay transmisi (ms)

w : panjang total frame yang dikirimkan (byte)

c : kecepatan (bps)

##### d. Delay propagasi

Delay propagasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk merambatkan paket data melalui media transmisi. Delay propagasi gelombang radio dapat ditulis dengan persamaan:

$$t_{prop} = \frac{d_{max}}{v} \quad (16)$$

dengan:

$t_{prop}$  : delay propagasi (ms)

$d_{max}$  : jarak jangkauan base station dan subscriber station (m)

v : kecepatan sinyal pada media wireless (m/s)

##### e. Delay antrian

Delay antrian adalah waktu yang dibutuhkan data selama berada dalam antrian untuk ditransmisikan. Delay antrian dapat dihitung dengan menggunakan model antrian M/M/1 dengan disiplin antrian FIFO. Model antrian M/M/1 dapat ditulis dengan persamaan:

$$\mu = \frac{c}{w} \quad (17)$$

$$\lambda_w = \mu \rho \quad (18)$$

$$t_w = \frac{\lambda_w}{\mu(\mu - \lambda_w)} + \frac{1}{\mu} \quad (19)$$

dengan :

$t_w$  : delay antrian (ms)

$\lambda_w$  : kecepatan kedatangan (paket/s)

$\mu$  : waktu pelayanan (paket/s)

c : kapasitas kanal (bps)

$\rho$  : faktor utilitasi sistem nirkabel

Error tolerant	Conversational voice and video	Voice/video messaging	Streaming audio and video	Fax
Error intolerant	Command/control (e.g. Telnet, interactive games)	Transactions (e.g. E-commerce, WWW browsing, Email access)	Messaging, Downloads (e.g. FTP, still image)	Background (e.g. Usenet)
	Interactive (delay << 1 s)	Responsive (delay ~ 2 s)	Timely (delay ~ 10 s)	Non-critical (delay >> 10 s)

Gambar 2. Pengelompokan Delay

Sumber : (ITU G.114, 2011)

##### 5) Throughput

Throughput didefinisikan sebagai ukuran yang menyatakan berapa banyak bit yang dapat ditransmisikan dan sukses diterima di tujuan per detik

untuk lebar pita yang dialokasikan. *Throughput* ditunjukkan oleh persamaan [7]

$$\lambda = \frac{(1-\rho)}{t_1[1+(\alpha-1)\rho]} \quad (20)$$

Simbol  $\alpha$  merupakan konstanta propagasi :

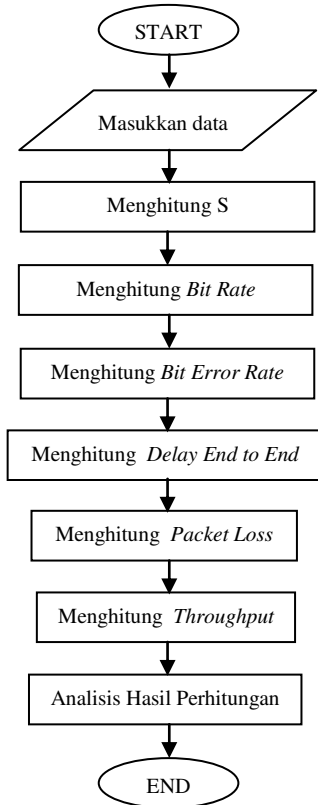
$$\alpha = \left(3 + \frac{2t_p}{t_t}\right) \quad (21)$$

dengan :

- $\lambda$  : *Throughput* (paket/s)
- $\rho_{IPTV}$  : probabilitas *packet loss*
- $t_t$  : *delay* transmisi (s)
- $t_p$  : *delay* propagasi(s)

### C. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dengan mengumpulkan data sekunder berupa spesifikasi *mobile WIMAX*, *handover* dan *live streaming* yang kemudian diolah dengan *software* matlab 7.0.4. Parameter yang akan dibahas pada skripsi ini meliputi kapasitas kanal, *bit rate*, *bit error rate* (BER), probabilitas *packet loss*, *delay end to end*, dan *throughput*. Berikut langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan performansi yang diinginkan ditunjukkan pada Gambar 2 :



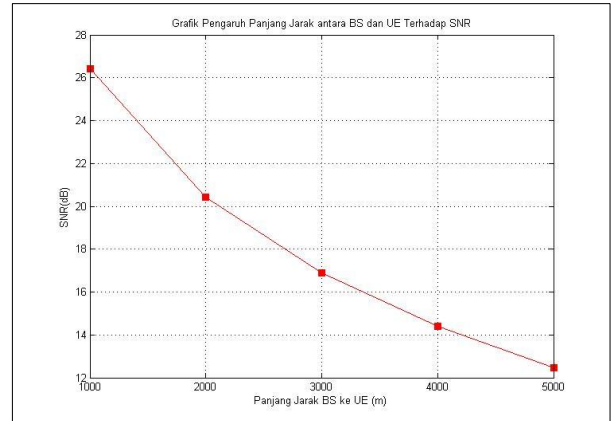
Gambar 3. Diagram Alir Perhitungan Performansi

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan perhitungan dan analisis pengaruh *handover* pada *mobile wimax* untuk layanan *live streaming*. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari spesifikasi jaringan *mobile WIMAX*, *handover* dan spesifikasi *codec* yang digunakan pada *live streaming*. Perhitungan dan analisis data yang akan diamati meliputi parameter –

parameter *delay end to end*, *throughput*, *delay handover* dan pengaruhnya terhadap *throughput*.

### A. Hasil Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR)

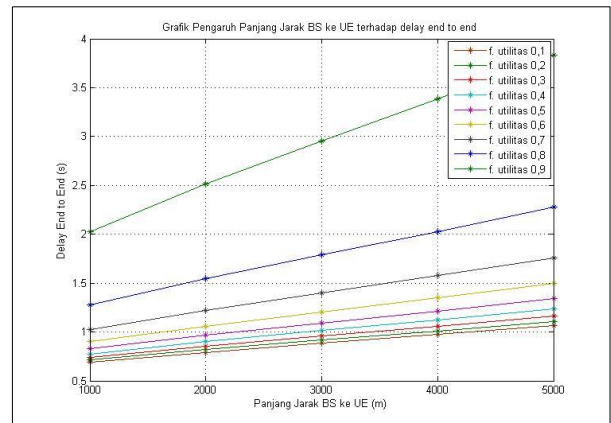


Gambar 4. Grafik pengaruh panjang jarak BS ke user terhadap SNR

Apabila dilihat pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa nilai SNR ini dipengaruhi oleh pajang jarak antara BS dan user. Nilai SNR terbesar saat jarak antara BS dan user 1000 m yaitu sebesar 26,4338 dB dan SNR terkecil yaitu saat jarak antara BS dan user 1000 m yaitu sebesar 12,4554 dB.

### B. Hasil Perhitungan Delay End to End

*Delay end to end* untuk aplikasi *live streaming* pada jaringan *mobile WIMAX* merupakan *delay codec* dan *delay* jaringan *mobile WIMAX*. Maka, dengan menggunakan persamaan (10) – (19), didapatkan *delay end to end* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Grafik pengaruh faktor utilitas terhadap *delay end to end*

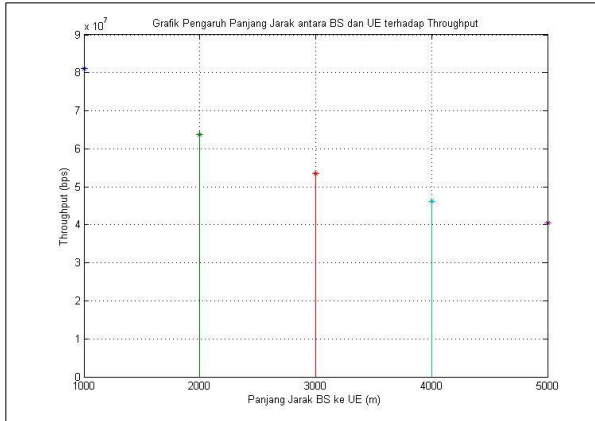
Jika dilihat dari hasil perhitungan maupun grafik pada Gambar 5, *delay end to end* dipengaruhi oleh jarak antara BS dan user dan faktor utilitas. *Delay end to end* terbesar yaitu pada saat jarak BS ke user 5000 m sebesar 1,0635 s, dan *delay end to end* terkecil yaitu pada saat jarak BS ke user 1000 m sebesar 0,6930 s dengan faktor utilitas 0,1.

Pada saat jarak BS ke user 1000 *delay end-to-end* terkecil terdapat pada faktor utilitas 0,1 yaitu sebesar 2,0227 s dan *delay end-to-end* terkecil terdapat pada faktor utilitas 0,9 yaitu sebesar 0,6930 s.

Apabila dilihat dari nilai *delay end to end* pada jaringan *mobile WIMAX delay* tersebut masih memenuhi standar *delay end to end* sesuai dengan referensi International Telecommunications Union (ITU) G.1010. [8]

### C. Hasil Perhitungan Throughput

Dengan menggunakan persamaan (20) – (21), didapatkan *throughput* seperti gambar 6.

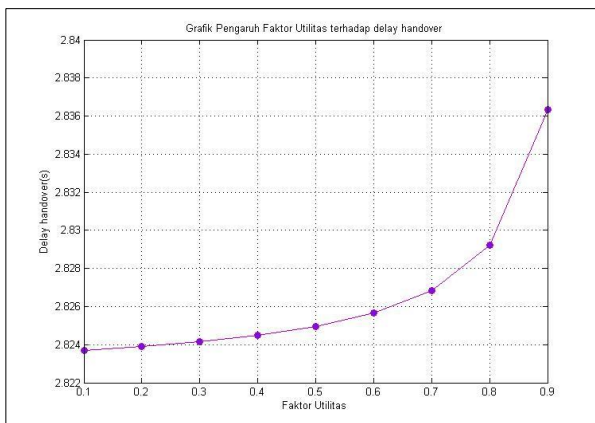


Gambar 5. Grafik pengaruh jarak antar BS dan user terhadap *throughput*

Berdasarkan Gambar 6 besarnya nilai *throughput* antara lain dipengaruhi oleh probabilitas *paket loss*, *delay* proses, *delay* transmisi, *delay* antrian, modulasi yang digunakan dan faktor utilitas.

Nilai *throughput* juga dipengaruhi oleh jarak BS ke user. Nilai *throughput* paling kecil yaitu saat jarak BS ke user 5000 m adalah sebesar 40,53 Mbps dan nilai *throughput* terbesar saat jarak BS ke user 1000 m yaitu sebesar 81 Mbps.

### D. Hasil Perhitungan Delay Handover dan Pengaruhnya Terhadap Throughput



Gambar 7. Grafik pengaruh faktor utilitas terhadap *delay handover*

Sesuai perhitungan dan grafik pada Gambar 7 menunjukkan adanya penurunan yang pada nilai *throughput* di jaringan *mobile WIMAX* sebagai pengaruh *delay handover* selama terjadinya proses *handover* pada jaringan *mobile WIMAX*.

Nilai *throughput* pada jaringan *mobile WIMAX* dengan pengaruh *handover* akan semakin kecil dengan bertambahnya faktor utilitas.

Nilai *throughput* pada saat proses *handover* yaitu sebesar 19,39 Mbps.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis tentang pengaruh *handover* pada *throughput* jaringan *mobile WIMAX* untuk layanan *live streaming*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Delay end to end* dipengaruhi jarak antara BS dan user. *Delay end to end* terbesar yaitu pada saat jarak BS ke user 5000 m sebesar 1,0635 s, dan *delay end to end* terkecil yaitu pada saat jarak BS ke user 1000 m sebesar 0,6930 s dengan faktor utilitas 0,1.
2. *Delay end to end* juga dipengaruhi oleh faktor utilitas, semakin besar faktor utilitas, maka *delay end-to-end* jaringan juga akan semakin besar. Pada saat jarak BS ke user 1000 *delay end-to-end* terkecil terdapat pada faktor utilitas 0,1 yaitu sebesar 2,0227 s dan *delay end-to-end* terkecil terdapat pada faktor utilitas 0,9 yaitu sebesar 0,6930 s s.
3. Nilai *throughput* juga dipengaruhi oleh jarak BS ke user. Nilai *throughput* terkecil yaitu saat jarak BS ke user 5000 m adalah sebesar 40,53 Mbps dan nilai *throughput* terbesar saat jarak BS ke user 1000 m yaitu sebesar 81 Mbps.
4. Nilai *delay handover* terbesar yaitu 2,8363 s pada saat faktor utilitas 0,9 dan *delay handover* terbesar yaitu 2,8363 s pada saat faktor utilitas 0,1 dan *delay* tersebut masih memenuhi standar *delay* ITU G.1010.
5. Berdasarkan perhitungan dan analisa grafik menunjukkan adanya penurunan yang pada nilai *throughput* di jaringan *mobile WIMAX* sebagai pengaruh proses *handover* pada jaringan *mobile WIMAX*.
6. Nilai *throughput* pada saat *delay handover* yaitu sebesar 19,39 Mbps.

### B. Saran

Saran yang diberikan berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada skripsi ini adalah:

1. Pembahasan dapat dikembangkan pada *handover* untuk jaringan *mobile WIMAX* ke jaringan lain atau sebaliknya .
2. Analisis dalam skripsi ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis *codec* audio dan video yang berbeda pada layanan *live streaming*.
3. Skripsi ini dapat dikembangkan dengan mensimulasikan proses *handover* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gupta, Chandan. *Comparative Study of Various Handover Scenarios in WiMAX Network*. 2012. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*
- [2] Riiser, Haakon. *Performance Measurements and Evaluation of Video Streaming in HSDPA Networks with 16QAM Modulation*. Norway: University of Oslo

- [3] WiMAX Forum. 2006. *Mobile WiMAX - Part I : A Technical Overview and Performace Analysis*.
- [4] Irsyad, Muhammad. 2008. *WIMAX Standardand Security* . New York : CRC Press
- [5] Stallings, William. 2005. *Wireless Communication and Networks*. Pearson Education, Inc.
- [6] Schwartz, Mischa. 1987. *Computer-Communication Network Design and Analysis*. USA : Addison Wesley Pub.
- [7] Schwartz, Mischa. 1994. *Telecommunications Network: Protocols, Modeling and Analysis*. New York: Addison Wesley publishing company.
- [8] ITU-T G.114. 2011

Tri Evanti Andriani adalah mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (no telepon korespondensi penulis 08565500975; email trievantiandriani@gmail.com)

Endah Budi Purnomowati adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Sapriesty Nainy Sari adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (nainy\_sari@yahoo.co.id)

