

ANALISIS PERFORMANSI HANDOVER WiMAX PADA LAYANAN VOIPEllsa Yuniar Rahmawati ¹⁾, Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom ²⁾, Widhi Yahya, S.Kom, M.Sc. ³⁾¹⁾ Mahasiswa, ²⁾ Dosen Pembimbing, ³⁾ Dosen Pembimbing

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia

Email: ellsayuniarrahmawati@gmail.com ¹⁾, rakhmadhany@gmail.com ²⁾, widhi.yahya.ub@gmail.com ³⁾**ABSTRAK**

WiMAX adalah suatu teknologi komunikasi nirkabel yang memiliki layanan komunikasi berkecepatan tinggi dan merupakan standar IEEE 802.16. Pada standar IEEE 802.16 memiliki 2 katagori yaitu IEEE 802.16d digunakan pada segmen *fixed* sedangkan IEEE 802.16e digunakan pada segmen *mobile*. *Mobile* WiMAX dapat memberikan layanan dari satu sel menuju sel lainnya, dimana layanan ini disebut dengan *handover*. *Handover* adalah suatu proses yang dapat memberikan jaminan untuk keberlangsungan layanan nirkabel ketika suatu pengguna bergerak menuju sel lain dengan melewati batas sel. Pada penelitian ini dilakukan simulasi *handover* WiMAX pada layanan VoIP, dimana VoIP merupakan suatu layanan teknologi pengiriman suara dari penelpon dan yang dituju dengan perantara protokol IP (*Internet Protokol*). Simulasi dilakukan dengan menggunakan empat skenario, yaitu dua *mobile node* saling menjauh, dua *mobile node* saling mendekat, satu *mobile node* menjauhi satu *fixed node*, dan satu *mobile node* mendekati satu *fixed node*. Pada setiap skenario memiliki variabel kontrol yaitu variabel *codec* dan variabel kecepatan gerak. Simulasi dilakukan pada OPNET Modeler v14.5. Terdapat 2 analisis pengujian yang dilakukan. Analisis pertama memiliki empat parameter, yaitu parameter *throughput*, parameter *load* jaringan WiMAX dengan *delay* jaringan WiMAX saat terjadi *handover*, *delay* yang dibutuhkan untuk proses *handover*, dan proses *scanning* yang dibutuhkan untuk proses *handover*. Analisis kedua yaitu *handover delay* yang terjadi pada *mobile node*. Hasil analisis *handover delay* WiMAX pada layanan VoIP yang terjadi masih dikatakan baik sesuai dengan standarisasi *delay* versi TIPHON.

Kata kunci: WiMAX, *Handover*, VoIP, OPNET Modeler V14.5.**ABSTRACT**

WiMAX is a wireless communication technology which has high-speed communications services and is an IEEE 802.16 standard. In the IEEE 802.16 standard has two categories namely used in the IEEE 802.16d fixed segment while the IEEE 802.16e used in the mobile segment. Mobile WiMAX can provide services from one cell to the other cells, where the service is called the handover. Handover is a process that can provide a guarantee for the continuity of wireless services when a user moves towards other cells to pass through the cell borders. In this study conducted a simulation handover WiMAX VoIP services, where VoIP is a technology service delivery of voice of the caller and the destination with the intermediary protocol IP (Internet Protocol). Simulations carried out by using four scenarios, namely two mobile nodes away from each other, two mobile nodes closer to each other, the mobile node away from one fixed node, and the mobile node closer to the fixed node. In each scenario has a control variable is the variable and variable speed motion codec. Simulations performed on OPNET Modeler v14.5. There are two analytical testing. The first analysis has four parameters, the parameters of throughput, load parameters of WiMAX networks with WiMAX network delay during a handover, the delay required for the handover process, and the scanning process is required for the handover process. A second analysis handover delay between the mobile node. The results of the analysis of WiMAX handover delay in a VoIP service that occurs is still said to be good in accordance with the standardization delay TIPHON version.

Keywords: WiMAX, *Handover*, VoIP, OPNET Modeler V14.5.**1. PENDAHULUAN****1.1. Latar Belakang**

Perkembangan kebutuhan teknologi dan akses layanan komunikasi pada era ini semakin berkembang

pesat. Perubahan ini terasa dengan adanya kebutuhan dari sisi masyarakat modern yang memiliki mobilitas tinggi dalam mencari layanan yang cepat dan mudah. Perkembangan jaringan internet semakin

lama semakin terlihat jelas, dimana layanan informasi komunikasi menggunakan jaringan internet. Teknologi untuk layanan informasi komunikasi salah satunya adalah teknologi VoIP.

Secara umum, VoIP (*Voice over Internet Protocol*) merupakan teknologi yang memanfaatkan *Internet Protocol* (IP) untuk menyediakan layanan komunikasi suara secara *real-time* (Pramandana Sahada, 2012). Teknologi ini memerlukan kinerja yang baik yaitu memerlukan kecepatan tinggi dan jaringan cakupan internet. *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) adalah teknologi komunikasi nirkabel yang menyediakan koneksi pada jarak yang jauh dengan kecepatan tinggi (Bachtiar dkk, 2014). WiMAX memiliki 2 kategori yaitu IEEE 802.16d dan IEEE 802.16e. Perbedaan dari kedua katagori ini adalah IEEE 802.16d digunakan pada segmen *fixed* sedangkan untuk IEEE 802.16e digunakan pada segmen *mobile*.

Menurut Linggar Leopold (2010), jaringan *mobile* WiMAX juga menggunakan teknologi seperti jaringan *celluler* dimana jaringan radio dibuat berdasarkan sel maupun beberapa sel yang dilayani oleh *base station*. *Mobile* WiMAX dapat memberikan layanan dari satu sel menuju sel lainnya, dimana layanan ini disebut dengan *handover*. *Handover* bertujuan untuk menyediakan layanan *mobile* secara kontinu kepada pengguna yang bergerak hingga melampaui jangkauan suatu sel (Sabiq dkk, 2014). Oleh karena itu, faktor *handover* sangat berpengaruh dalam menjaga kontinuitas layanan yang digunakan oleh pengguna. Maka, menurut peneliti perlu adanya analisis tentang *handover* jaringan WiMAX pada teknologi VoIP. Penelitian yang membahas tentang WiMAX terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Firdaus dkk (2013) yang berjudul "*Performance Evaluation of VoIP and Video Streaming Over WiMAX IEEE 802.16d and 802.16e*". Penelitian selanjutnya berjudul "*Evaluasi Kinerja Tahapan Handover Pada Pengguna Tunggal Layanan FTP Jaringan Mobile WiMAX (IEEE 802.16e)*" yang dilakukan oleh Bachtiar dkk (2014).

Dengan adanya dua penelitian sebelumnya, peneliti melakukan analisis performansi *handover* di jaringan WiMAX yang terfokus pada layanan aplikasi VoIP. Hal ini dilakukan karena pada penelitian pertama, analisis layanan VoIP dan *video streaming* belum terfokus terhadap *handover*, namun penelitian ini terfokus pada satu layanan untuk lebih memperdalamnya yaitu layanan VoIP. Penelitian ini

dilakukan seperti penelitian kedua dengan kecepatan gerak yang berbeda-beda sehingga dapat mengetahui performansi *handover* pada layanan aplikasi VoIP. Hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada skenario memiliki variabel control, yaitu *codec* VoIP dan variasi kecepatan gerak yang berbeda. *Codec* VoIP yang digunakan adalah *codec* VoIP yang memiliki *bitrate* tertinggi dan terendah, yaitu *codec* PCM, MP-MLQ dan ACELP. dimana hal ini dilakukan agar peneliti mengetahui *codec* mana yang lebih baik dalam *handover* WiMAX. Kecepatan gerak yang digunakan adalah 25 km/jam, 50 km/jam dan 75 km/jam. Dengan alasan diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul "**Analisis Performansi Handover WiMAX pada Layanan VoIP**". Dimana penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk mengetahui performansi *handover* yang terjadi pada WiMAX khususnya pada layanan aplikasi VoIP.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada permasalahan yang diangkat, maka rumusan masalah yang dibahas meliputi:

1. Bagaimana merancang dan mensimulasikan *handover* WiMAX pada layanan VoIP?
2. Bagaimana analisis dari hasil pengujian *handover* WiMAX pada layanan VoIP?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan *codec* pada pengujian *handover* WiMAX pada layanan VoIP?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian diberikan dengan tujuan agar pembahasan tidak melebar dan lebih terperinci. Adapun penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Analisis performansi *handover* dilakukan pada jaringan WiMAX.
2. Layanan aplikasi yang digunakan yaitu layanan aplikasi VoIP.
3. Skenario untuk analisis dilakukan dengan menggunakan simulasi pada perangkat lunak OPNET Modeler v14.5.
4. Skenario yang dilakukan yaitu empat skenario dan memiliki variabel kontrol yaitu *codec* VoIP dan variasi kecepatan gerak.
5. Terdapat dua analisis pengujian, yaitu pengujian yang mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Bachtiar dkk (2014) dan pengujian *handover delay*.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1. WiMAX

Worldwide Interoperability for Microwave Access adalah teknologi komunikasi nirkabel yang menyediakan koneksi pada jarak yang jauh dengan kecepatan tinggi (Bachtiar dkk, 2014). WiMAX yang juga dikenal dengan IEEE 802.16 ini memiliki dua katagori yaitu 802.16d dan 802.16e. Keduanya memiliki perbedaan yang sangat jelas yaitu, 802.16d lebih digunakan untuk segmen *fixed* sedangkan 802.16e bagi segmen *mobile*.

2.2. Handover

Menurut Linggar Leopold (2010) pada komunikasi seluler, proses *handover* didasarkan pada proses transfer pada percakapan yang sedang berlangsung (*ongoing call*) atau transfer data (*data session*) dari satu jaringan kepada jaringan lainnya.

2.2.1 Tahapan Handover

Menurut Bachtiar, dkk (2014) tahapan proses *handover* ada dua yaitu :

1. Tahapan Network Topology Acquisition Phase (NTAP). Tahapan ini dilakukan sebelum proses *handover* dimulai. Tahapan ini terbagi menjadi 2 bagian utama, yaitu:
 - a. *Scanning*
 - b. *Ranging*
2. Tahapan Actual Handover Phase (AHOP). Setelah semua proses yang terjadi pada tahapan NTAP selesai, langkah selanjutnya untuk melakukan proses *handover* adalah tahapan AHOP. Pada tahapan AHOP terdapat keputusan *handover* yang dilakukan baik MS maupun BS, seperti:
 - a. *Cell reselection*
 - b. *Handover decision and initiation*
 - c. *Synchronization to the BS*
 - d. *Ranging* dengan TBS
 - e. *Terminating SBS*

2.3 Voice over Internet Protocol (VoIP)

Secara umum, *Voice over Internet Protocol* (VoIP) merupakan teknologi yang memanfaatkan *Internet Protocol* (IP) untuk menyediakan suara secara *real-time* (Pramandana Sahada (2012).

2.3.1 Codec

Codec merupakan komponen IP telepon yang melakukan *digital* suara kemudian mengubahnya kembali menjadi aliran *analog* atau dengan kata lain *converter* dari *analog* ke *digital* ke *analog* kembali. Beberapa standarisasi kompresi suara menurut ITU-T terdapat pada Tabel 2.2.

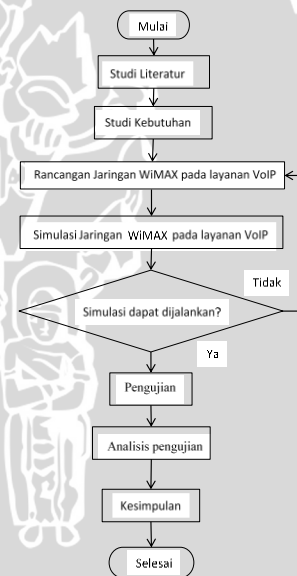
Tabel 2.1 Standarisasi kompresi suara menurut ITU-T

Teknik kompresi	Bitrate (Kbps)	Delay Kompresi (mdetik)	MOS
G.711 PCM	64	0.75	4.1
G.726 ADPCM	32	1	3.85
G.728 LD – CELP	16	3 - 5	3.61
G.729 CS – ACELP	8	10	3.92
G.729A CS - ACELP	8	10	3.7
G.723.1 MP-MLQ	6.3	30	3.9
G.723.1 ACELP	5.3	30	3.65

Sumber : Tharom Tabratas dkk (2001)

3. METODE PENELITIAN

Metodologi akan membahas metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian, analisis kebutuhan, perancangan dan pembangunan jaringan, dan teknik yang digunakan dalam pengujian system. Gambar 3.1 menjadi gambaran sebagai diagram alir penelitian.



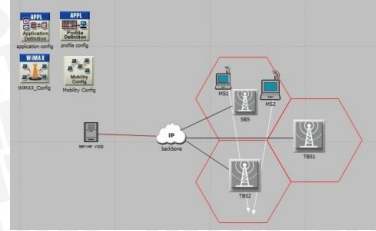
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Perancangan dan Pembangunan Jaringan

Terdapat 4 skenario untuk merancang dan membangun skenario *handover* WiMAX pada layanan VoIP, yaitu :

1. Skenario WiMAX pada Layanan VoIP dengan dua *mobile node* saling menjauh
2. Skenario WiMAX pada Layanan VoIP dengan dua *mobile node* saling mendekat
3. Skenario WiMAX pada Layanan VoIP dengan satu *mobile node* mendekati satu *fixed node*

4. Skenario WiMAX pada Layanan VoIP dengan satu *mobile node* mendekati satu *fixed node*
 Dari empat skenario diatas terdapat variabel kontrol yaitu *codec* VoIP dan variasi kecepatan. *Codec* VoIP yang digunakan adalah G.711 (PCM), G.723.a (ACELP) dan G.723.b (MP-MLQ). Variasi kecepatan yaitu 25 km/jam, 50km/jam dan 75 km/jam.



Gambar 4. 2 Skenario Dua *Mobile Node* Saling Mendekat

3.2 Analisis

Analisis pengujian yang dilakukan memiliki 2 analisis pengujian yaitu pengujian yang mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Bachtiar dkk (2014) dan pengujian *handover delay*. Analisis pengujian pertama terdapat empat parameter untuk skenario yang telah ditentukan, yaitu :

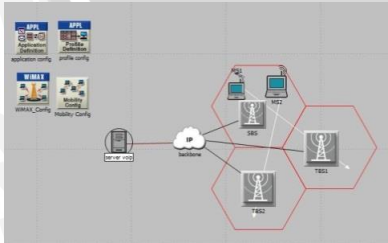
1. *Troughput*
2. *Load* jaringan *mobile* WiMAX
3. *Delay* yang dibutuhkan jaringan *mobile* WiMAX untuk proses *handover*
4. *Scanning* yang dibutuhkan untuk proses *handover* pada jaringan WiMAX

Setelah melakukan analisis pengujian yang mengacu pada peneliti sebelumnya, maka dilakukan analisis pengujian untuk *handover delay* pada ke empat skenario. Analisis pengujian ini untuk dapat menarik kesimpulan dari hasil penelitian. Untuk mengetahui hasil dari *handover delay* maka penulis mengacu pada standarisasi versi TIPHON. Tabel 3.1 merupakan tabel standarisasi *delay* menurut TIPHON.

4. PERANCANGAN SIMULASI JARINGAN

Pada perancangan simulasi jaringan terdapat 4 skenario yang disimulasikan pada simulator OPNET, yaitu seperti :

1. Skenario WiMAX pada layanan VoIP dengan dua *mobile node* saling menjauh



Gambar 4. 1 Skenario Dua *Mobile Node* Saling Menjauh

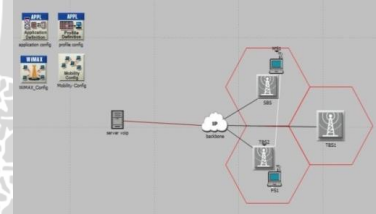
2. Skenario WiMAX pada layanan VoIP dengan dua *mobile node* saling mendekati

3. Skenario WiMAX pada layanan VoIP dengan satu *mobile node* menjauhi satu *fixed node*



Gambar 4.3 Skenario Satu *Mobile Node* Menjauhi Satu *Fixed Node*

4. Skenario WiMAX pada layanan VoIP dengan satu *mobile node* mendekati satu *fixed node*



Gambar 4.4 Skenario Satu *Mobile Node* Mendekati Satu *Fixed Node*

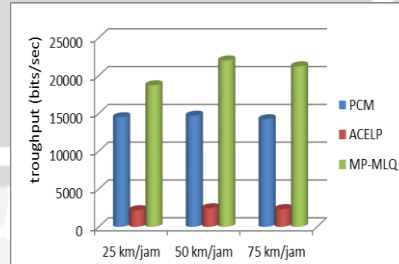
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perancangan skenario, maka tahap selanjutnya, yaitu hasil dari simulasi yang telah dijalankan dapat dianalisa.

5.1 Dua *Mobile Node* Saling Menjauh

a. *Troughput*

Untuk pengujian *troughput* dilakukan pengujian parameter *troughput* dan parameter *servicing* BS ID yang dilakukan tiap MS. Pada Gambar 5.1 merupakan grafik analisis *troughput* skenario 1.



Gambar 5. 12 Grafik *Troughput* Skenario

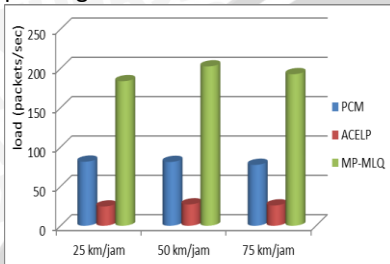
Untuk perpindahan yang terjadi pada MS1 dan MS2 dapat terlihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Tabel Waktu Terjadinya Perpindahan Skenario 1 (sec)

	MS1 25 km/jam	MS1 50 km/jam	MS1 75 km/jam	MS2 25 km/jam	MS2 50 km/jam	MS2 75 km/jam
PCM	221.8502	112.1552	75.6752	254.3652	122.6302	86.9402
ACELP	221.8452	112.1552	75.6752	254.3652	122.6352	86.9402
MP-MLQ	221.8452	112.1552	75.6752	254.3652	122.6302	86.9402

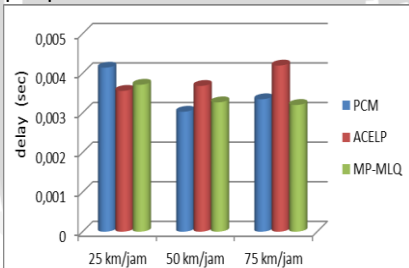
b. Load

Untuk pengujian *load* / beban data dilakukan pengujian parameter *delay* secara global dan parameter *load* secara global. Gambar 5.2 merupakan grafik *load* skenario 1.



Gambar 5. 2 Grafik Load Global Skenario 1

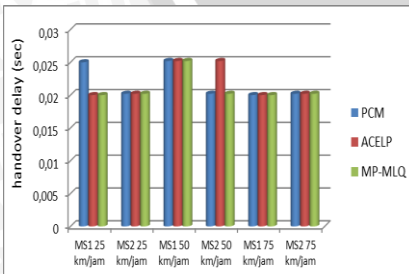
Untuk *delay* yang terjadi pada ketiga kecepatan terdapat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Grafik Delay Global Skenario 1

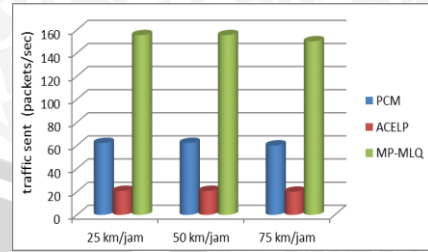
c. Delay untuk Proses Handover

Untuk pengujian *delay* untuk proses *handover* dilakukan pengujian parameter *voice traffic sent* secara global, parameter *handover delay* setiap MS dan parameter *servicing BS ID* yang dilakukan tiap MS. Pada Gambar 5.4 menunjukkan grafik *delay* untuk proses *handover* MS1 dan MS2 skenario 1.



Gambar 5. 4 Grafik Delay untuk Proses Handover Skenario 1

Gambar 5.5 merupakan grafik *traffic sent* secara global.



Gambar 5. 5 Grafik Traffic sent Skenario 1

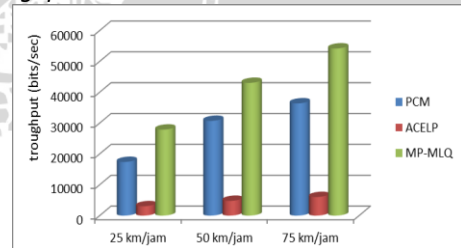
d. Scanning untuk Proses Handover

Pengujian *scanning* untuk proses *handover* dilakukan pengujian parameter WiMAX *mobility neighbor advertisement received* dan parameter WiMAX *mobility scanning interval activity* yang dilakukan tiap MS. Dari ketiga kecepatan gerak yang menempuh jarak 3,3 km dapat dilihat bahwa kedua MS sama sama memiliki pesan MOB_NBR_ADV yang bernilai sekitar 13000 *bits/sec*. Kemudian untuk proses *scanning* antara MS1 dan MS2 berbeda karena kedua MS memiliki *trajectory* yang berbeda.

5.2 Dua Mobile Node Saling Mendekat

a. Troughput

Gambar 5.6 merupakan grafik analisis hasil *troughput* skenario 2.



Gambar 5. 6 Grafik Troughput Skenario 2

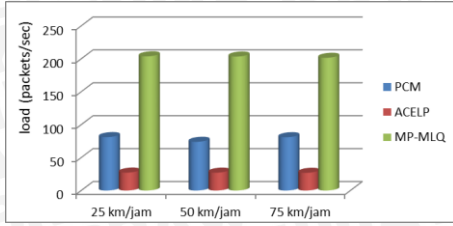
Untuk perpindahan yang terjadi pada MS1 dan MS2 dapat terlihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Tabel Waktu Terjadinya Perpindahan Skenario 2 (sec)

	MS1 25 km/jam	MS2 25 km/jam	MS1 50 km/jam	MS2 50 km/jam	MS1 75 km/jam	MS2 75 km/jam
PCM	230.9802	229.8052	111.5502	109.1552	77.4802	80.8352
ACELP	230.9852	229.8102	121.4102	119.0102	77.4802	80.8352
MP-MLQ	229.8102	229.8102	121.4052	119.0102	77.4802	80.8352

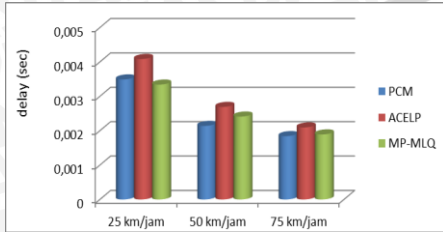
b. Load

Pada Gambar 5.7 merupakan grafik *load* yang terjadi pada scenario



Gambar 5. 7 Grafik Load Global Skenario 2

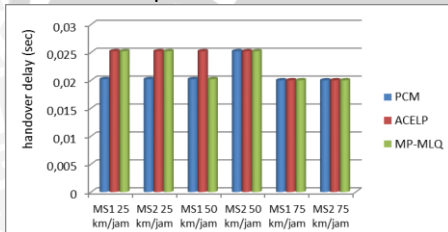
Untuk *delay* yang terjadi pada ketiga kecepatan terdapat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 8 Grafik Delay Global Skenario 2

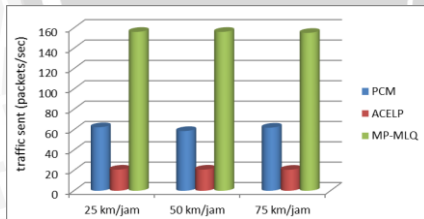
c. *Delay* untuk Proses Handover

Pada Gambar 5.9 menunjukkan grafik *delay* untuk proses *handover* pada skenario 2.



Gambar 5. 9 Grafik Delay untuk Proses Handover Skenario 2

Gambar 5.10 merupakan grafik *traffic sent* secara global.



Gambar 5. 10 Grafik Traffic sent Skenario 2

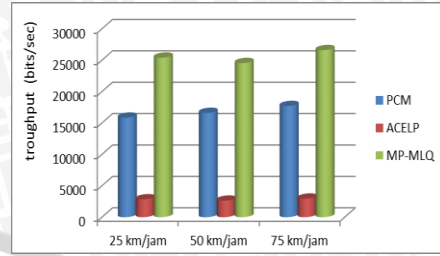
d. *Scanning* untuk Proses Handover

Dari ketiga kecepatan gerak yang menempuh jarak 3,3 km dapat dilihat bahwa kedua MS sama-sama memiliki pesan MOB_NBR_ADV yang bernilai sekitar 13000 *bits/sec*. Kemudian untuk proses *scanning* antara MS1 dan MS2 berbeda karena kedua MS memiliki *trajectory* yang berbeda.

5.3 Satu Mobile Node Menjauhi Satu Fixed Node

a. *Troughput*

Pada Gambar 5.11 merupakan grafik analisis hasil *troughput* pada skenario 3.



Gambar 5. 11 Grafik Troughput Skenario 3

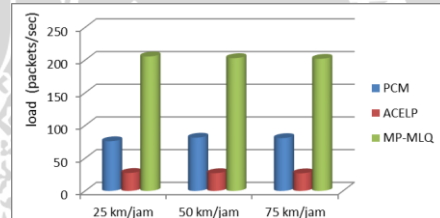
Untuk perpindahan yang terjadi pada MS1 dapat terlihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Tabel Waktu Terjadinya Perpindahan Skenario 3 (sec)

	25 km/jam	50 km/jam	75 km/jam
PCM	261.8752	129.7402	87.5402
ACELP	261.8702	129.7352	87.5402
MP-MLQ	261.8702	129.7402	87.5402

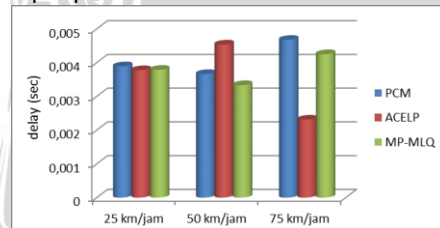
b. *Load*

Pada Gambar 5.12 merupakan grafik *load* skenario 3.



Gambar 5. 12 Grafik Load Global Skenario 3

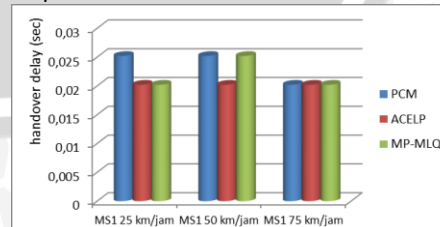
Untuk *delay* yang terjadi pada ketiga kecepatan terdapat pada Gambar 5.13.



Gambar 5. 13 Grafik Delay Global Skenario 3

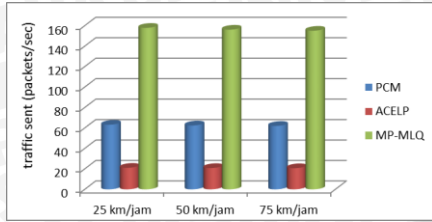
c. *Delay* untuk Proses Handover

Pada Gambar 5.14 menunjukkan grafik *delay* untuk proses *handover* skenario 3.



Gambar 5. 14 Grafik Delay untuk Proses Handover Skenario 3

Gambar 5.15 merupakan grafik *traffic sent* secara global.



Gambar 5. 15 Grafik *Traffic sent* Skenario 3

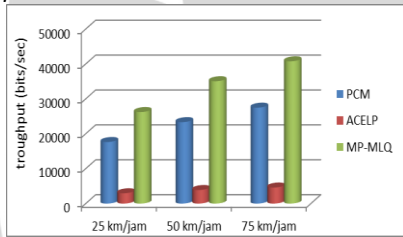
d. **Scanning untuk Proses Handover**

Dari ketiga kecepatan gerak yang menempuh jarak 3,3 km dapat dilihat bahwa FS1 dan MS1 sama sama memiliki pesan MOB_NBR_ADV yang bernilai sekitar 13000 *bits/sec*. Kemudian untuk proses *scanning* antara FS1 dan MS1 berbeda karena MS1 memiliki tujuan ke TBS2 sedangkan FS1 tetap berada pada SBS.

5.4 Satu Mobile Node Mendekati Satu Fixed Node

a. **Troughput**

Pada Gambar 5.16 merupakan grafik analisis hasil *troughput* skenario 4.



Gambar 5. 16 Grafik *Troughput* Skenario 4

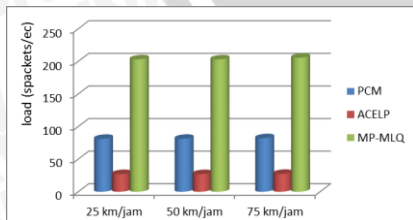
Untuk perpindahan yang terjadi pada MS1 dapat terlihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Tabel Waktu Terjadinya Perpindahan Skenario 4 (sec)

	MS1 25 km/jam	MS1 50 km/jam	MS1 75 km/jam
PCM	230.3602	115.8302	77.6852
ACELP	230.3602	115.8252	77.6852
Mp-MLQ	230.3552	115.8252	77.6852

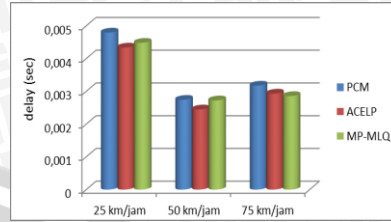
b. **Load**

Pada Gambar 5.17 merupakan grafik *load* skenario 4.



Gambar 5. 17 Grafik *Load* Global Skenario 4

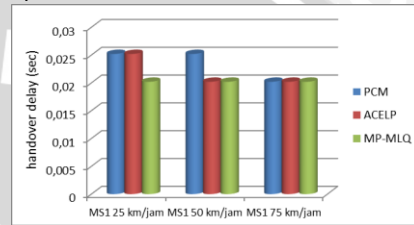
Untuk *delay* yang terjadi pada ketiga kecepatan terdapat pada Gambar 5.18.



Gambar 5. 18 Grafik *Delay* Global Skenario 4

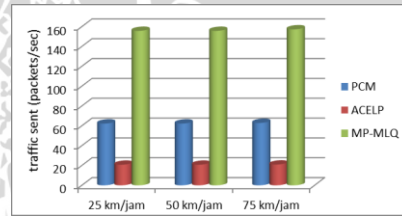
c. **Delay untuk Proses Handover**

Pada Gambar 5.19 menunjukkan grafik *delay* untuk proses *handover* skenario 4.



Gambar 5. 19 Grafik *Delay* untuk Proses *Handover* Skenario 4

Gambar 5.20 merupakan grafik *traffic sent* secara global.



Gambar 5. 20 Grafik *Traffic sent* Skenario 4

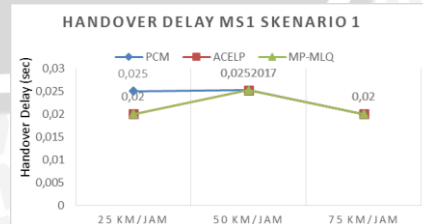
d. **Scanning untuk Proses Handover**

Dari ketiga kecepatan gerak yang menempuh jarak 3,3 km dapat dilihat bahwa FS1 dan MS1 sama sama memiliki pesan MOB_NBR_ADV yang bernilai sekitar 13000 *bits/sec*. Kemudian untuk proses *scanning* antara FS1 dan MS1 berbeda karena MS1 memiliki tujuan ke TBS2 sedangkan FS1 tetap berada pada TBS2.

5.5 Analisis Pengujian Dua

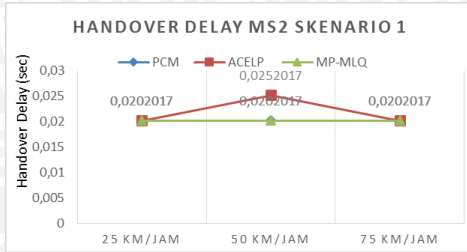
a. **Skenario 1**

Gambar 5.21 merupakan grafik *handover delay* MS1 dari skenario 1.



Gambar 5. 21 Grafik *Handover delay* MS1 Skenario 1

Pada Gambar 5.22 merupakan grafik *handover delay* MS2 pada skenario 1.

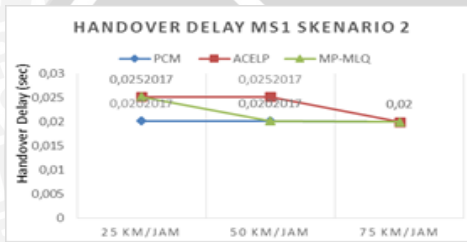


Gambar 5. 22 Grafik *Handover delay* MS2 Skenario 1

Jadi, pada ketiga *codec* kecepatan 75 km/jam *handover delay* yang terjadi yaitu 0.0202 sec dan juga semakin besar kecepatan gerak semakin kecil *delay* yang terjadi.

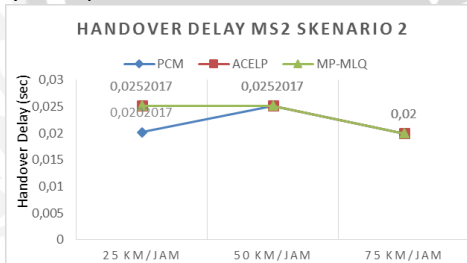
b. Skenario 2

Gambar 5.23 merupakan grafik *handover delay* MS1 dari skenario 2.



Gambar 5. 23 Grafik *Handover delay* MS1 Skenario 2

Pada Gambar 5.24 merupakan grafik *handover delay* MS2 pada skenario 2.

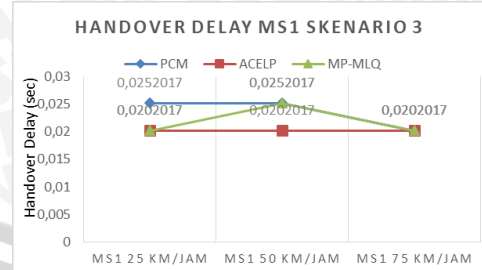


Gambar 5. 24 Grafik *Handover delay* MS2 Skenario 2

Jadi, pada ketiga *codec* kecepatan 75 km/jam *handover delay* yang terjadi yaitu 0.02 sec dan juga semakin besar kecepatan gerak semakin kecil *delay* yang terjadi.

c. Skenario 3

Gambar 5.25 merupakan grafik *handover delay* MS1 dari skenario 3.

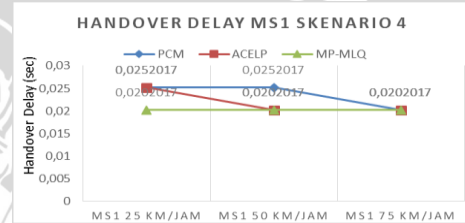


Gambar 5. 25 Grafik *Handover delay* MS1 Skenario 3

Gambar 5.25 terlihat bahwa pada ketiga *codec* kecepatan 75 km/jam *handover delay* yang terjadi yaitu 0.0202 sec dan juga semakin besar kecepatan gerak semakin kecil *delay* yang terjadi.

d. Skenario 4

Gambar 5.26 merupakan grafik *handover delay* MS1 dari skenario 4.



Gambar 5. 26 Grafik *Handover delay* MS1 Skenario 4

Gambar 5.26 terlihat bahwa pada ketiga *codec* kecepatan 75 km/jam *handover delay* yang terjadi yaitu 0.0202 sec dan juga semakin besar kecepatan gerak semakin kecil *delay* yang terjadi.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Analisis Performansi *Handover* WiMAX pada Layanan VoIP telah dilakukan simulasi menggunakan software OPNET Modeler 14.5v. Simulasi terdiri dari empat skenario, yaitu dua *mobile node* saling menjauh, dua *mobile node* saling mendekat, satu *mobile node* menjauhi satu *fixed node* dan satu *mobile node* mendekati satu *fixed node*. Ke empat skenario memiliki variabel kontrol, yaitu variabel *codec* dan variabel kecepatan gerak. Variabel *codec* yang digunakan adalah PCM, ACELP dan MP-MLQ. Variabel kecepatan gerak yang digunakan adalah 25 km/jam, 50 km/jam dan 75 km/jam. Pengujian dilakukan dalam waktu 5 menit.

Analisis dari pengujian ada 2 yaitu analisis menurut peneliti sebelumnya, yaitu analisis *throughput*, *load* jaringan *Mobile* WiMAX, *delay* yang dibutuhkan jaringan *Mobile* WiMAX untuk melakukan

proses *handover* dan *scanning* yang dibutuhkan untuk proses *handover* pada jaringan *Mobile WiMAX*. Analisis ke dua yaitu analisis *handover delay* yang terjadi pada ke empat skenario. Hasil dari analisis menurut peneliti sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Parameter *throughput* pada skenario 1 dan 3 stabil sedangkan pada skenario 2 dan 4 *throughput* semakin besar bersamaan dengan semakin besar kecepatan gerak. Untuk parameter *servicing BS ID*, semakin besar kecepatan maka semakin cepat MS melakukan perpindahan dari SBS menuju TBS.
2. Parameter *load* (global) pada ke empat skenario stabil, ketiga kecepatan gerak memiliki nilai *load* yang sama sesuai dengan *codec*-nya. Parameter *delay* (global) pada skenario ke dua memiliki nilai yang bagus karena semakin besar kecepatan gerak maka semakin kecil *delay* yang terjadi, namun *delay* (global) dari ke empat skenario kurang dari 150 msec / 0.15 sec yang artinya *delay* masih dalam katagori bagus.
3. Parameter *delay* untuk proses *handover*, pada ke empat skenario terlihat bahwa *handover delay* tidak mempengaruhi proses pengiriman VoIP.
4. Parameter *scanning*, pada ke empat skenario *scanning* berjalan kurang dari 1 detik.

Hasil dari analisis ke dua adalah *handover delay* dari 4 skenario, dimana pada ke empat skenario membuktikan ketiga *codec* dengan kecepatan gerak 75 km/jam mencapai *delay* lebih rendah dibandingkan kecepatan gerak lainnya. Hal ini karena pada kecepatan 75 km/jam MS lebih cepat untuk melakukan perpindahan SBS menuju TBS dibandingkan dua kecepatan lainnya. Ketiga *codec* dengan tiga kecepatan gerak dikatakan baik karena *delay* yang terjadi adalah 0.02 sec, 0.0202 sec dan 0.025 sec. VoIP dikatakan bagus jika *delay* kurang dari 150 msec/ 0.15 sec. Jadi, semakin cepat kecepatan gerak maka semakin stabil *delay* yang terjadi saat *handover*. Dari ketiga *codec* dapat terlihat bahwa *codec* MP-MLQ merupakan *codec* terbaik. Sebagai sampel dapat terlihat pada skenario 1 dimana nilai *throughput*, *load* dan *traffic sent* memiliki nilai tertinggi dan pada *delay* (global) terjadi *delay* tertinggi pada kecepatan 25 km/jam. Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat dibuktikan bahwa *handover delay* WiMAX pada layanan VoIP yang terjadi masih dikatakan baik sesuai dengan standarisasi *delay* versi TIPHON.

6.2 Saran

Analisis Performansi *Handover* WiMAX pada Layanan VoIP masih terdapat banyak kekurangan. Saran yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Skenario dapat ditambahkan MS dan FS untuk melihat perbandingan dengan hasil penelitian ini, sehingga dapat memperoleh hasil pengujian yang lebih baik.
2. Skenario dapat ditambahkan TBS yang dilewati untuk melihat perbandingan dengan hasil penelitian ini, sehingga dapat memperoleh hasil pengujian yang lebih baik.

7. DAFTAR PUSTAKA

- A. Syed, Mohammad Ilyas. 2008. *WiMAX Application*. Taylor and Francis Group LLC.
- Arif Ahmad, Fitriawan Helmy & Komarudin Muhamad. 2012. *Simulasi Dan Analisa Scheduling Service Class Pada Jaringan WiMAX Menggunakan Opnet Modeler*. Universitas Lampung.
- Arpan Mandal. 2008. *Mobile WiMAX : Pre-Handover Optimization Using Hybrid Base Station Selection Procedure*. University of Canterbury.
- Bachtiar Yudha, Santoso Imam & Zahra Ajub Ajulian. 2014. *Evaluasi Kinerja Tahapan Handover Pada Pengguna Tunggal Layanan FTP Jaringan Mobile WiMAX (IEEE 802.16e)*. Universitas Diponegoro Semarang.
- F. Rizki Sepasthika. 2015. *Analisa Kinerja Real-Time Transport Protocol dan Real-Time Transport Control Protocol pada VoIP Menggunakan Codec GSM dan G.711*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Firdaus, Nuraini Etika & Setiawan Hendra. 2013. *Performance Evaluation of VoIP and Video Streaming Over WiMAX IEEE 802.16d and 802.16e*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Goode, Bur. 2002. *Voice over Internet Protocol (VoIP)*.
- Herwidyawan Adyoso. 2007. *Pengujian Performansi VoIP Pada Jaringan WiMAX (Worldwide Interoperability For Microwave Access)*. Sekolah Tinggi Teknologi Telkom Bandung.
- Linggar Leopold. 2010. *Analisa Optimasi Tahapan Handover NTAP dan AHP pada Mobile WiMAX*

(IEEE 802.16E) untuk Layanan VoD. Universitas Indonesia.

Pramandana Sahada. 2012. *Performansi VoIP (Voice Over Internet Protocol) Melalui Mobile WiMAX 802.16e Menggunakan Opnet Modeler v.14.5*. Malang : Universitas Brawijaya.

Sabiq Muhammad Wildan Aula, Santoso Imam & Zahra Ajub Ajulian. 2014. *Analisis Kinerja Handover pada Jaringan Komunikasi Seluler UMTS Menggunakan Opnet*. Universitas Diponegoro Semarang.

Shaikh Fatema Sabeen. 2010. *Intelligent Proactive Handover and QoS Management using TBVH in Heterogeneous Networks*. United Kingdom.

Tharom Tabratas & Purbo Onno W. 2001. *Teknologi VoIP (Voice Over Internet Protocol)*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

Wattimena Gysberth Maurits. 2012. *Analysis performance VoIP Codecs over WiMAX Access Network*. University of Information Technologies Mechanics and Optics, Saint Petersburg Rusia.

Yanto. 2014, "*Analisis QoS (Quality Of Service) pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura)*".

