

Simulasi *Handover* Pada ASN-GW (*Access Service Network-Gateway*) WiMAX (*Worldwide Interoperability Microwave Access*)

Rita Novalia Sari^[1], Herlinawati^[2], Yetti Yuniati^[3]

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
rita_trans32@yahoo.co.id, herlinawati@unila.ac.id, yetti@unila.ac.id

Abstrak

WiMAX dengan standar IEEE 802.16e merupakan suatu standar untuk sistem mobile WiMAX. Dalam sistem mobile ini mengenal adanya sistem handover. Simulasi pada penelitian ini terdapat 2 skenario, yang sama-sama menggunakan ASN-GW. Simulasi terdiri dari intra ASN-GW dan inter ASN-GW. Hasil dari simulasi yang telah dilakukan pada intra ASN-GW menunjukkan grafik throughput yang memperlihatkan terjadinya handover dari masing-masing nodal yang terlibat.

Kata kunci: mobile, handover, VoIP, intra ASN-GW, inter ASN-GW, throughput.

Abstract

WiMAX with IEEE 802.16e standard is the standard for mobile WiMAX system. In this mobile system there are handover system. Simulation at this project have 2 scenario that used ASN-GW. Simulation are intra ASN-GW and inter ASN-GW. Result from simulation that used at intra ASN-GW showing handover happened from each node that belong.

Key words: mobile, handover, VoIP, intra ASN-GW, inter ASN-GW, throughput

I. PENDAHULUAN

Dunia telekomunikasi saat ini tengah mengembangkan teknologi WiMAX, begitu juga dengan Indonesia. Teknologi ini merupakan teknologi yang sebelumnya berada pada standar WMAN kemudian WiMAX diambil ahli oleh IEEE dan oleh ETSI HiperMAN. WiMAX pada akhir tahun 2005 menggunakan standar untuk WiMAX *mobile* yaitu IEEE 802.16e. Teknologi ini mendukung proses pentransmisi signal yang bersifat LOS dan NLOS.

Dalam teknologi WiMAX *wireless* standar 802.16e perangkat yang terdapat didalamnya, yaitu: MS, BS, ASN, dan CSN. Fungsi dari masing-masing

perangkat yaitu MS berfungsi sebagai pengguna jaringan; BS berfungsi sebagai tempat mengontrol semua MS; ASN merupakan suatu perangkat yang terdiri dari beberapa BS dan terdapat beberapa ASN-GW; dan CSN adalah pusat dari perkumpulan ASN yang berfungsi sebagai penyedia layanan koneksi *internet*.

Dalam hal ini, *user* sudah tentu akan berpindah-pindah dari satu tempat ke tempat yang lain dan tentunya frekuensi akan berkurang dari BS yang satu ke yang lainnya namun komunikasi yang diinginkan tidak pernah putus karena yang diharapkan kekontinuitasan dalam berkomunikasi. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai *handover* dengan layanan VoIP yang diberikan, pada *intra*

dan *inter* ASN-GW yang satu ke yang lainnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. WIMAX

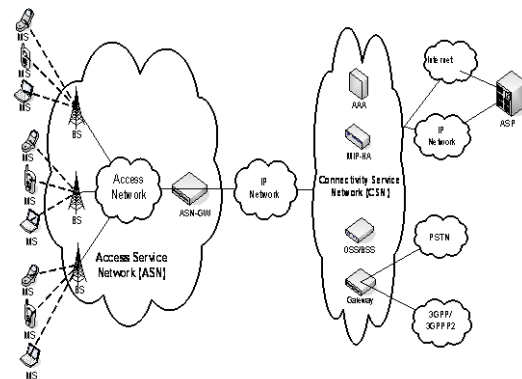
Implementasi teknologi nirkabel pada umumnya memerlukan adanya jalur *line of sight* antara pengirim dan penerima, jika terdapat kondisi NLOS maka akan menimbulkan redaman propagasi yang akan menurunkan kualitas pensinyalan. Teknologi WiMAX menawarkan kemampuan untuk bekerja secara baik pada kondisi NLOS dengan beberapa fitur tambahan yang berkualitas didukung oleh penerapan teknologi OFDM dan OFDMA. Metode OFDM yang digunakan untuk WiMAX adalah *Fast Fourier Transform* 256. Fitur PHY untuk sistem *duplex* pada standar WiMAX bisa diterapkan pada *Frequency Division Duplexing* dan *Time Division Duplexing* atau keduanya TDD dan FDD.

Mobile WiMAX menyediakan fitur handal mendukung pemakaian baterai yang lebih lama yakni penghematan daya.

WiMAX MAC protokol didesain untuk aplikasi PMP. Digunakan dua jalur data berkecepatan data tinggi untuk komunikasi dua arah antara BS dan SS, masing-masing disebut *Uplink* untuk komunikasi menuju ke BS, dan *Downlink* untuk komunikasi dari BS. Pada penggunaan sistem TDD, ditentukan periode transmit untuk DL dan UL. Protokol MAC 802.16 merupakan *connection oriented*.

Mobile WiMAX beroperasi pada frekuensi 2 – 4 GHz. Semakin besar frekuensi, daya yang diterima akan semakin rendah, padahal daya yang

ditransmisikan oleh sistem *wireless* seringkali terbatas bergantung pada lingkungan dan regulasi pemerintah. Oleh karena itu, jangkauan *mobile* WiMAX akan lebih kecil, sehingga untuk luas jangkauan yang sama, *base station* yang dibutuhkan *mobile* WiMAX lebih banyak.



Gambar 1. Arsitektur jaringan WiMAX

Konfigurasi WiMAX terdiri dari:

I. Base Station

Base Station memiliki membangun hubungan dengan *mobile station*. BS juga memiliki fungsi lain yaitu mengatur *micromobility management* seperti proses *handover*, *radio resource management*.

II. ASN-GW

ASN Gateway adalah entitas *logic* yang merepresentasikan sebuah gabungan dari entitas-entitas fungsional *control plane* yang berkomunikasi dengan BS, CSN atau dengan ASN lainnya.

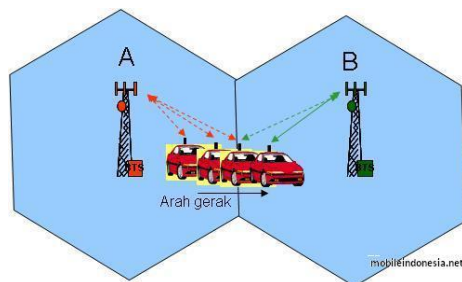
III. CSN

Penyedia layanan konektivitas CSN ke sebuah jaringan *internet*, ASP, jaringan *public* lainnya, dan yang berhubungan dengan jaringan.

B. HANDOVER

Handover adalah proses pengalihan kanal traffic secara otomatis dalam system

seluler untuk menjamin adanya kontinuitas komunikasi apabila pelanggan bergerak dari satu sel ke sel yang lain pada MS yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Pergerakan user mengakibatkan perubahan yang dinamis terhadap kualitas link dan tingkat interferensi dalam sistem, sehingga dibutuhkan mekanisme perancangan handover yang handal dan dapat meningkatkan performansi jaringan.



Gambar 2. Handover pada MS

Mobile Station bergerak menjauhi suatu *cell* maka daya yang diterima oleh MS akan berkurang. Jika MS bergerak semakin menjauhi Base Station maka daya pancar akan semakin berkurang. Menjauhnya MS pada *cell* asal menjadikan MS mendekati *cell* lainnya. *Cell* lainnya dikatakan sebagai *cell* kandidat yaitu *cell* yang akan menerima pelimpahan MS dari *cell* sebelumnya. Diantara *cell* kandidat yang menerima daya pancar MS terbesar maka pelimpahan MS akan berada pada *cell* tersebut. *Cell* kandidat yang menerima pelimpahan MS akan melakukan monitoring.

C. CODEC

Codec adalah metode untuk mengompres sinyal digital agar ukurannya lebih kompak. *Codec* bertujuan untuk mengurangi penggunaan *bandwidth* di dalam transmisi sinyal pada setiap panggilan dan sekaligus berfungsi untuk

meningkatkan jumlah panggilan. ITU-T membuat beberapa standar untuk *voice codec* yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP.

G.711

G.711 suatu standar Internasional untuk kompresi audio dengan menggunakan teknik *Pulse Code Modulation* dalam pengiriman suara dengan *bit rate* 64 kbps, ini merupakan standar transmisi untuk satu kanal telepon digital. Percakapan berupa sinyal analog mengalami kompresi dan pengkodean menjadi sinyal digital oleh PCM G.711 sebelum memasuki VoIP gateway.

D. Parameter Kinerja Jaringan

1. Throughput

Ukuran dari transfer bit di media selama jangka waktu tertentu. *Throughput* biasanya tidak sesuai dengan *bandwidth* yang ditentukan dalam implementasi lapisan fisik.

2. Packet Loss

Probabilitas *packet* hilang sewaktu transit dari *source* ke *destination*. Sinyal suara pada telepon *internet* akan ditransmisikan dalam jaringan berbasis IP dalam bentuk paket-paket IP.

Tabel 1. Standar Tingkat *Packet Loss*

Tingkat paket hilang	Kualitas
0 - 1%	Baik
1 - 2%	Cukup
> 2%	Buruk

3. Delay

Penjumlahan dari waktu tunda pemrosesan, waktu tunda paketisasi, waktu tunda antrian, dan waktu tunda akibat *jitter buffer* di sisi penerima. Waktu tunda sangat mempengaruhi kualitas layanan suara. ITU

G.114 membagi karakteristik waktu tunda berdasarkan tingkat kenyamanan *user*.

Tabel 2. Pengelompokan Waktu Tunda berdasarkan ITU-T G.114

Waktu Tunda	Kualitas
0-150 ms	Baik
150-300 ms	Cukup, masih dapat diterima
> 300 ms	Buruk

4. Jitter

Perbedaan selang waktu kedatangan antar paket di terminal tujuan. *Jitter* dapat disebabkan oleh terjadinya kongesti, kurangnya kapasitas jaringan, variasi ukuran paket, serta ketidakurutan paket. Faktor ini diperhitungkan karena karakteristik komunikasi *voice* adalah sensitif terhadap waktu tunda dan *jitter*.

Tabel 3. Standar *Jitter*

<i>Jitter</i>	Kualitas
0-20 ms	Baik
20-50 ms	Cukup
> 50 ms	Buruk

E. Software Pendukung

Software yang digunakan dalam pengerjaan skripsi ini, Opnet Modeler 14.5. Fitur-fitur yang terdapat di dalam *software* ini memudahkan pengguna untuk menjalankan simulasi yang akan dilakukan.

Dalam pemodelan hirarki OPNET Modeler menggunakan beberapa notasi untuk memodelkan sebuah jaringan, *node*, atau proses.

III. PERANCANGAN SIMULASI

Simulasi yang akan dilakukan terdiri dari 2 skenario, yaitu intra ASN-GW dan *inter* ASN-GW. Kedua simulasi tersebut menggunakan standar IEEE 802.16e untuk perancangan simulasinya, berikut standar yang digunakan dalam perancangan yang disajikan dalam bentuk tabel.

Standar *Mobile Station*

Tabel 4. Standar *Mobile*

No	Parameter berdasar IEEE 802.16e	Value
1.	PHY Profile	WirelessOFDMA 20MHz
2.	Modulasi dan Coding	Adaptive

Standar *Base Station*

Tabel 5. Standar *Base Station*

No	Parameter berdasar IEEE 802.16e	Value
1.	PHY Profile	WirelessOFDMA 20MHz

Layanan Aplikasi VoIP

Tabel 6. Standar Layanan Aplikasi *VoIP*

No.	Parameter berdasar IEEE 802.16e	Value
1.	Encoder Scheme	G.711
2.	Voice Frame per Packet	1
3.	Type of Service	Interactive Voice
4.	Compression Delay (seconds)	0.02
5.	Decompression Delay (seconds)	0.02

Tabel 7. Parameter *Class MAC Service*

No.	Parameter berdasar IEEE 802.16e	Value
1.	Type Scheduling	UGS

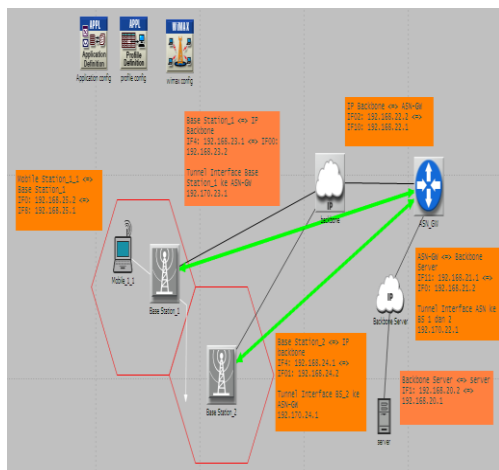
2.	Maximum sustained traffic rate	5 Mbps
3.	Maximum reserved traffic rate	1 Mbps
4.	Maximum Latency	30 ms
5.	Maximum Traffic Burst	0
6.	Unsolicited Poll Interval	Auto Calculated

Parameter PHY Layer WiMAX

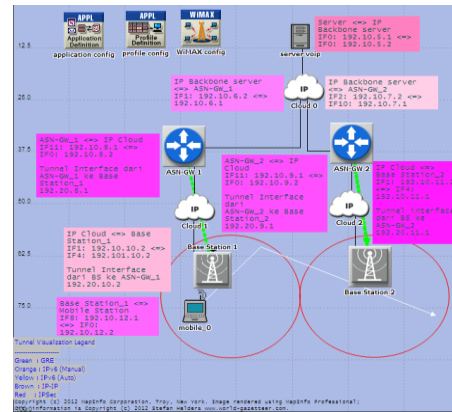
Tabel 8. Parameter PHY Layer WiMAX

No.	Parameter berdasar IEEE 802.16e	Value
1.	Frame Duration	5 ms
2.	Symbol Duration	102.8 ms
3.	Jumlah Subscriber	2048
4.	Teknik Duplexing	TDD
5.	Base Frekuensi	5 GHz
6.	Bandwidth	20 MHz
7.	Modulasi	Adaptive
8.	Number Of Transmitter	MIMO

Simulasi yang akan dilakukan terdiri dari 2 skenario seperti yang telah disebutkan sebelumnya, adapun gambar dari perancangan yang telah dilakukan adalah seperti gambar di bawah ini.



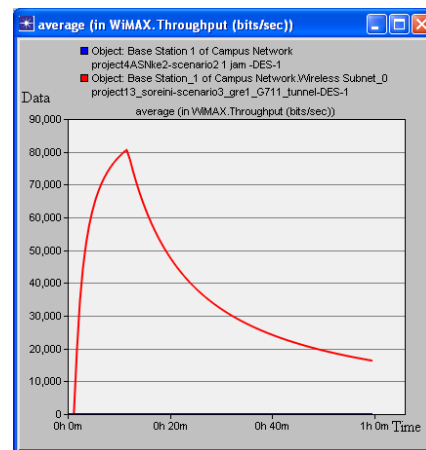
Gambar 3. Skenario intra ASN-GW



Gambar 4. Skenario inter ASN-GW

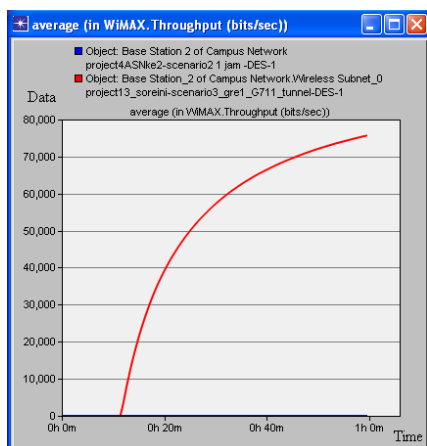
IV. HASIL DAN ANALISA

Hasil dari simulasi yang telah dilakukan didapati grafik sebagai berikut:



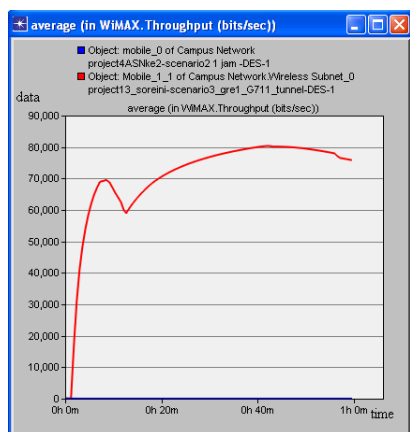
Gambar 5. Grafik pada BS_1

Gambar 5 merupakan grafik yang dihasilkan oleh 2 skenario *intra* dan *inter* ASN-GW dengan garis berwarna merah, awal simulasi nilai throughput 4,29 bit/sec sampai pada menit ke 1 naik, nilai throughput sebesar 80.537 bit/sec di menit ke 11 dan grafik terus menurun sampai akhir simulasi nilai throughput 16.337 bit/sec. Garis berwarna biru merupakan hasil simulasi *inter* ASN-GW nilai *throughput* tidak ada. Simulasi pada *inter* ASN-GW ini tidak berhasil mengeluarkan *throughput* karena simulator yang kurang *support* dengan 2 ASN-GW.



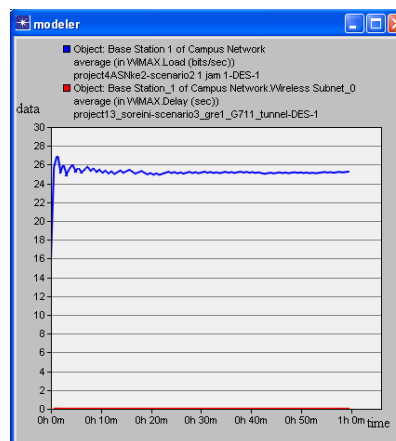
Gambar 6. grafik pada BS_2

Untuk *intra* ASN-GW simbol warna merah. Nilai maksimum *throughput* 75.626 bps dengan nilai 0 awal simulasi, naik pada menit ke 11. Untuk simulasi skenario ke 2 nilai yang dihasilkan tidak ada.



Gambar 7. grafik pada MS

Grafik dengan simbol berwarna merah pada Grafik MS merupakan simulasi yang dilakukan pada *intra* ASN-GW. Dari grafik terlihat, saat simulasi dilakukan selama 1 jam, *throughput* mulai muncul pada menit ke 1 dan terus naik sampai menit ke 9 dengan nilai 69.530 bps. Pada menit ke 12 terjadi penurunan nilai *throughput* pada nilai 58.966 bps. Namun, nilai kembali naik sebesar 80.127 bps.



Gambar 8. WiMAX Delay BS_1

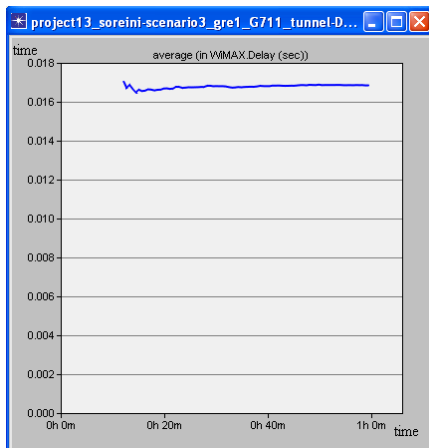
Gambar di atas menampilkan grafik pada skenario *intra* dan *inter* ASN-GW. *Delay* pada *intra* ASN-GW selama 0.029 sec pada awal simulasi. Selama simulasi terjadi penurunan *delay*, menjadi 0.017 sec. Simulasi *inter* ASN-GW, *delay* yang dihasilkan pada awal simulasi berada pada nilai 26,96 bit/sec, kemudian stabil pada nilai 25,25 bit/sec. Nilai *delay* yang terjadi tidak akan dirasakan oleh *user*. Sehingga *user* dapat berkomunikasi dengan baik tanpa gangguan. Berikut tabel untuk melihat nilai pada simulasi *intra* dan *inter* ASN-GW.

Tabel 9. Delay BS_1

Base Station_1	Minimum	Maksimum
<i>Intra</i> ASN-GW	0,017 sec	0,029 sec
<i>Inter</i> ASN-GW	25,25 sec	26,69 sec

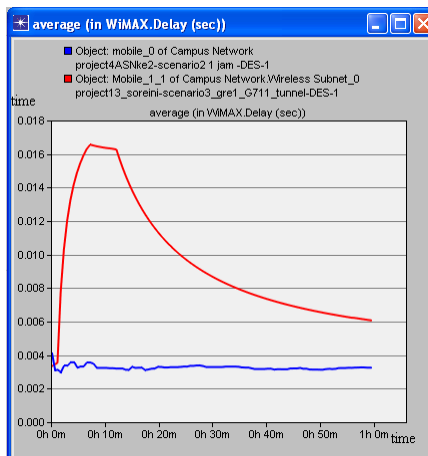
Nilai *delay* yang dihasilkan pada kedua simulasi tersebut masih dalam batas yang baik untuk terjadinya *delay*.

Gambar 9. merupakan *delay* yang terjadi pada *intra* ASN-GW. *Delay* terjadi pada menit ke 12. Nilai *delay* pada saat terjadi *handover* yaitu berada pada nilai 0.017. Untuk *inter* ASN GW tidak dapat ditampilkan karena data untuk *delay* yang tidak dapat keluar saat dilakukan visualisasi grafiknya.



Gambar 9. WiMAX Delay BS_2

Pada Gambar 10. *delay* yang terjadi pada MS dengan simulasi pada *intra* dan *inter* ASN GW. Grafik berwarna merah merupakan *delay* pada *intra* ASN GW. Dari awal simulasi *delay* berada pada nilai 0,0031 sec. Nilai *delay* naik menjadi 0,016 sec pada menit ke 7 simulasi dan turun selama simulasi berlangsung dan diakhir simulasi pada nilai 0,0060 sec.



Gambar 10. Delay pada MS

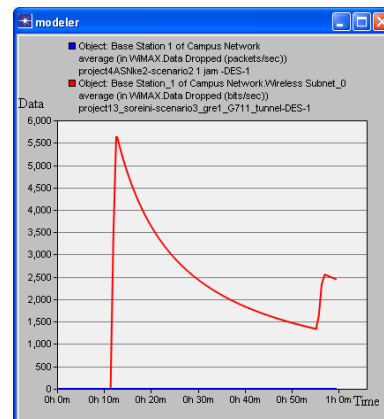
Pada garis berwarna biru merupakan simulasi yang terjadi pada *inter* ASN GW. Grafik pada *inter* ASN GW untuk *delay* 0,0023 sec. Dari grafik, *delay* berada pada nilai rata-rata 0,0030 sec.

Di bawah ini tabel yang berisikan nilai minimum dan maksimum dari *delay* pada MS.

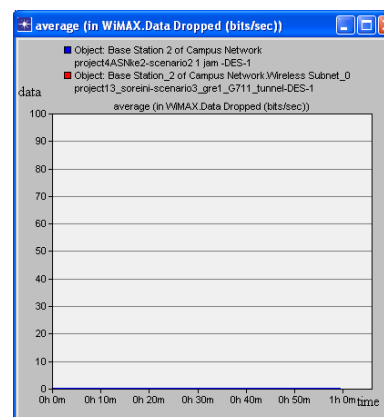
Tabel 10. Delay pada MS

Mobile Station	Minimum	Maksimum
Intra ASN GW	0,0031 sec	0,0161 sec
Inter ASN GW	0,0023 sec	0,0038 sec

Pada Gambar 11 simbol berwarna merah merupakan grafik pada *intra* ASN-GW. Dari hasil grafik *data dropped* terjadi pada menit ke 11 dengan nilai data yang hilang sebesar 5650 bit/sec. Dari menit ke 11 *data dropped* menurun sampai akhirnya di menit ke 55 dengan nilai data yang hilang sebesar 1336 bit/sec, kemudian nilai *data dropped* naik lagi pada menit 57 dengan nilai 2627 bit/sec. Nilai *data dropped* untuk *inter* ASN-GW tidak ada.



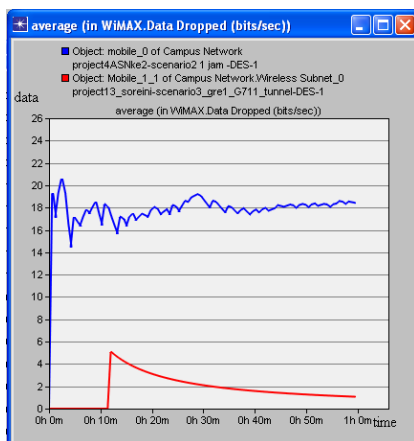
Gambar 11. Data dropped BS_1



Gambar 12. Data dropped BS_2

Gambar 12 merupakan *data dropped* yang terjadi pada 2 simulasi. Kedua simulasi sama-sama menampilkan *data dropped* dengan nilai 0 bps dari awal sampai dengan akhir simulasi.

Berdasarkan grafik Gambar 13, terdapat 2 jenis grafik dengan data yang diamati sama. Untuk garis berwarna merah merupakan simulasi pada *intra* ASN GW. *Data dropped* pada MS dari awal simulasi berada pada nilai 0, yang berarti tidak ada data yang hilang, pada menit ke 11 terjadi peningkatan nilai *data dropped* sebesar 5,07 bps sampai menit ke 12 simulasi. *Data dropped* berangsur-angsur turun menuju 0 sampai pada akhir simulasi nilai data yang hilang 1,0667 sec.

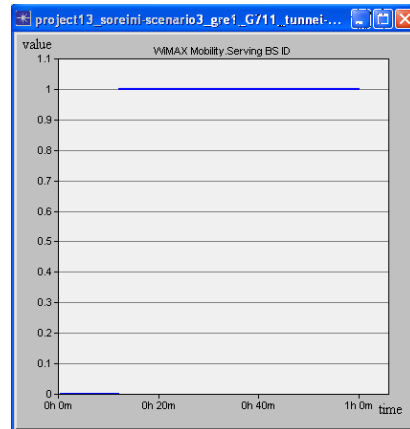


Gambar 13. *Data dropped* pada MS

Pada simulasi *inter* ASN-GW nilai *data dropped* yang dihasilkan lebih besar dibandingkan simulasi *intra* ASN GW. Dari awal simulasi dibangkitkan nilai *data dropped* berada pada posisi 0 dan ketika simulasi berjalan selama 1 jam, grafik yang dihasilkan untuk *data dropped* memberikan nilai rata-rata yaitu sebesar 18 bps. Berikut akan ditampilkan tabel mengenai *data dropped*.

Tabel 11. *Data dropped* pada MS

<i>Mobile Station</i>	Minimum	Maksimum
<i>Intra</i> ASN GW	0 bps	5,07 bps
<i>Inter</i> ASN GW	0 bps	18,83bps

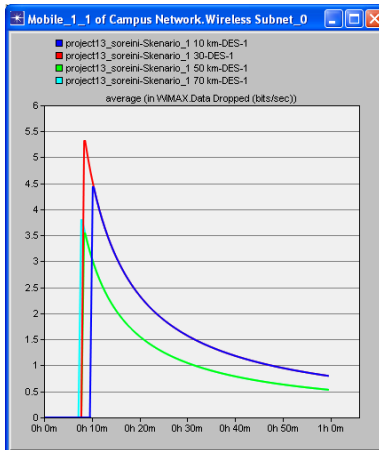


Gambar 14. *Serving* BS ID

Gambar 14 menampilkan grafik *-serving* BS ID. *Serving* ID yang dimaksudkan untuk menampilkan BS ID dari arus *-serving* ID pada *Mobile Station*. Grafik yang terlihat merupakan *-serving* ID untuk simulasi *intra* ASN-GW. Pada saat melakukan pengaturan parameter MAC BS diatur dengan nilai 0 untuk BS *-serving* dan nilai 1 untuk BS target.

Namun lain halnya dengan *inter* ASN-GW, tidak dapat menampilkan *-serving* BS ID nya.

Dengan melakukan variasi pada kecepatan MS jelas akan mempengaruhi kualitas layanan yang terjadi pada MS yang sedang bergerak. Variasi gerak dilakukan dengan kecepatan 10 km/jam, 30 km/jam, 50 km/jam, dan 70 km/jam.



Gambar 15. Data dropped pada MS dengan variasi kecepatan

Pada *mobile*, *data dropped* yang terjadi untuk kecepatan yang berbeda sama-sama memberikan nilai data yang hilang, seperti yang tampak pada Gambar 11 dapat dilihat, bahwa *data dropped* yang terjadi pada kecepatan *mobile* yang berbeda.

Tabel 12. Data dropped pada variasi kecepatan *mobile*

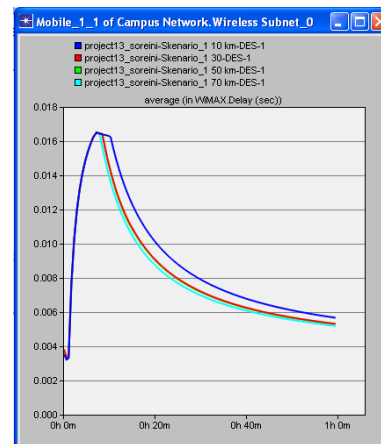
Kecepatan pada MS	Minimum	Maksimum
10 km/jam	0 bit/sec	4,44 bit/sec
30 km/jam	0 bit/sec	5,33 bit/sec
50 km/jam	0 bit/sec	3,55 bit/sec
70 km/jam	0 bit/sec	3,80 bit/sec

Dari tabel *data dropped* dapat dilihat bahwa nilai maksimum dari masing-masing kecepatan yang bervariasi memberikan nilai *data dropped* yang bervariasi juga.

Untuk *delay* yang dihasilkan dari variasi kecepatan MS tidak begitu besar *delay* yang terjadi, nilai dari *delay* ditampilkan seperti pada tabel di bawah ini.

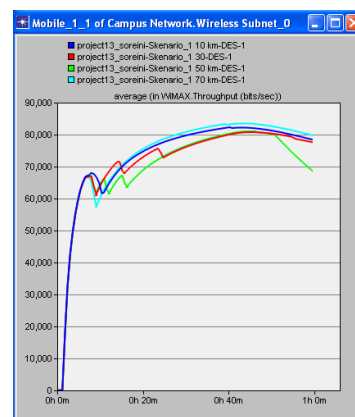
Tabel 13. Delay pada variasi kecepatan *mobile*

Kecepatan pada MS	Minimum	Maksimum
10 km/jam	0,0033 sec	0,0164 sec
30 km/jam	0,0034 sec	0,0164 sec
50 km/jam	0,0034 sec	0,0164 sec
70 km/jam	0,0033 sec	0,0164 sec



Gambar 16. Delay dengan variasi kecepatan *mobile*

Dari tabel untuk *delay* tidak terlihat perbedaan hasil yang diperoleh, namun dari grafik Gambar 12 terlihat perbedaan pada hasil *delay* yang diperoleh. Dengan memberi variasi kecepatan pada MS maka nilai untuk *throughput* pada MS pun bervariasi. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan MS ketika melakukan *handover* dari 1 *cell* ke *cell* yang disebelahnya.



Gambar 17. Throughput dengan variasi kecepatan *mobile*

Grafik yang dihasilkan untuk *throughput* dengan variasi kecepatan terlihat pada Gambar 13. Dari awal simulasi *throughput* yang terjadi sama-sama naik dan terjadi penurunan nilai *throughput* pada menit sekitar 9 sampai 10 menit. Dari Gambar 13 dapat dikatakan bahwa semakin besar kecepatannya maka semakin renggang *throughput* yang dihasilkan, makin banyak terjadinya penurunan dalam kualitas pelayanan, hal ini dikarenakan adanya *delay* pada MS.

Tabel 14. *Throughput* pada variasi kecepatan *mobile*

Kecepatan pada MS	Minimum	Maksimum
10 km/jam	44,96 bit/sec	81.115 bit/sec
30 km/jam	39,62 bit/sec	80.758 bit/sec
50 km/jam	49,66 bit/sec	80.643 bit/sec
70 km/jam	57,66 bit/sec	83.429 bit/sec

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pada saat terjadi *handover* dalam simulasi *intra ASN-GW* tidak ada gangguan yang akan terjadi dan *user* akan tetap dapat berkomunikasi dengan baik walaupun terjadi *handover*.
2. Pada *intra ASN-GW delay* yang terjadi pada BS_1, BS_2, dan MS berturut-turut memberikan nilai maksimum 0,029 sec, 0,017 sec, dan 0,0161 sec, dan *throughput* maksimum yang terjadi pada ketiga perangkat berturut-turut untuk BS_1, BS_2, dan MS adalah 80.537 bit/sec, 75.626 bit/sec, dan 80.127 bit/sec.
3. Pada *inter ASN-GW delay* yang terjadi pada BS_1, BS_2, dan MS berturut-turut memberikan nilai maksimum 26,69 sec, tidak dapat menampilkan *delay*, dan 0,0038 sec, untuk nilai *delay* masih dalam batas standar yang baik

dan *throughput* maksimum yang terjadi pada ketiga perangkat berturut-turut BS_1, BS_2, dan MS adalah sebagai berikut 0 bit/sec, 0 bit/sec, dan 0 bit/sec. ini berarti tidak terjadi pengiriman paket data.

4. *Handover* terjadi pada simulasi *intra ASN-GW* pada menit ke 12, dari *mobile* yang melakukan pergerakan terjadi penurunan nilai *throughput* pada menit 12 namun tidak menyebabkan terjadinya *drop call*.

B. Saran

1. Penulis hanya melakukan simulasi pada layanan VoIP, diharapkan di masa yang akan datang dapat melakukan simulasi dengan layanan seperti *Video Conference* dan layanan *Internet*.
2. Lebih baik menggunakan *software* simulasi yang lebih mendukung proses pengerjaan penelitian, penulis merasa Opnet Modeler Simulator kurang mendukung pengerjaan skripsi ini untuk simulasi *inter ASN-GW*, karena grafik yang dihasilkan kurang sesuai dengan yang diharapkan untuk pemakaian 2 ASN, karena layer 2 yang kurang mendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AccessNet.Lab.2010. *OPNET Modeler 2010 – Fixed, Mobility and Scheduling on WiMAX*
- [2] Andrews,Jeffrey G., Arunabha Ghosh., dan Rias Muhamed.*Fundamental of WiMAX*.
- [3] Bandwidth, Throughput, Goodput, <http://blog.ub.ac.id/thierry/2011/11/26/bandwidth-throughput-goodput/>
- [4] Chapter II, Universitas Sumatera Utara. www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19840/4/Chapter%20II.pdf

- [5] *Freedom not forsale*. Perbedaan Wifi dan WiMAX, <http://freedomnotforsale.blogspot.com/2011/03/perbedaan-wifi-dan-wimax.html>
- [6] F Lukman,Haldy.2011. *Simulasi dan Analisa Kinerja Jaringan Mobile WiMAX pada Proses Hard Handover Berdasarkan Standar IEEE 802.16e*. Bandar Lampung;Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [7] HSCTechnicalWiki <http://wiki.hsc.com/wiki/Main/WimaxAsnGw>
- [8] IEEE 802.16e. *Amandement 2: Physical and Medium Access Control Layer of Combined Fixed and Mobile Operation in Lisence Bands*, February 2006s
- [9] MobileIndonesia.2011.Handover (HO), www.mobileindonesia.wordpress.com/2011/02/24/hand-over-ho/
- [10] Prihatmoko,Galuh.2009.*Mobile Communication Research*.Bandung, www.fosilonblog.blospot.com/2009/05/handover-dan-macam2nya-handover-adalah.html
- [11] S.B,Dorado.2010.*Teori Dasar GPS*, www.dorado.web.ugm.ac.id/tag/telekomunikasi/
- [12] Sutanta, Edhy.2005.*Komunikasi Data Jaringan Komputer*:Jogjakarta.Graha Ilmu.
- [13] Wibisono,Gunawan., dan Gunadi Dwi Hantoro.2008.*Mobile Broadband Tren Teknologi Wireless Saat Ini dan Masa Datang*: Bandung. Informatika.
- [14] Yuliansyah,Rizki.2011.*Simulasi ASN Gateway Untuk Fungsi DHCP Relay*. Bandar Lampung;Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [15] Yu,yongxue.*Handover performance in the mobile wimax network*. 2009. Theses and dissertations. paper 99.
- [16] E. Kacerginskis, L. Narbutaite. *Capacity and handover analysis in mobile wimax*.
- [17] Bae, Chul-Min. *WIMAX network standards,standardization and technologies*. 2007