

Analisa Kinerja Jaringan WiMax untuk Aplikasi Video Streaming (Studi Kasus di Lab Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau)

Jefri Yaldi*, Febrizal**

*Teknik Elektro Universitas Riau, **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam Pekanbaru, 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

E-mail : jeffryaldi77@gmail.com

ABSTRACT

WiMax (World wide Interoperability for Microwave Access) is a standard Broadband Wireless Access with the ability to provide high speed data services to a wider area which is powered by a standard IEEE 802.16d (802.16-2004). Wimax technology supports multiple services one of which is video streaming. The purpose of this study was to analyze the performance of network devices wimax in the Lab Electrical Engineering Faculty of Engineering, University of Riau to access the streaming video service. This study did some test scenarios include using two clients (point-to-multipoint) and one client (point-to-point), add a distance of 5 meters, 10 meters to 15 meters, 20 meters and additional traffic load (video resolution) 360p , 480p, 720p and 1080p. The method used is the method of packet sniffing for 300 seconds using software wireshark to see Quality of service (QoS). QoS parameters analyzed such as throughput, delay, packet loss and jitter. Analysis of best measurement was obtained at a distance of 5 meters with 360p video resolution by throughput 7638.54975 Byte / s, delay 0.15136306 s, packet loss 0% and jitter 0.30060517 s by using two client. And at a distance of 20 meters with 1080p video resolution by throughput 8053.490398 Byte / s, delay 0.082082906 s, packet loss 0% and jitter 0.156352979 s by using one client.

Keyword: Wimax, Video streaming, QoS, Packet sniffing

1. PENDAHULUAN

Dalam mengakses layanan video streaming dibutuhkan sebuah jaringan yang memadai untuk menghasilkan kualitas video yang baik, agar pelanggan tidak mengalami *buffering* saat mengakses web video seperti youtube dll. Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengakses video streaming adalah jaringan Wimax. Pada Lab Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau terdapat sebuah perangkat jaringan WiMax standar 802.16d. Dengan semakin berkembangnya teknologi informasi pada akhir-akhir ini, mulai muncul kebutuhan akan tersedianya akses layanan video, voice dan packet data pada jaringan Wimax . Hal ini tentunya selain menimbulkan melonjaknya kebutuhan perangkat dari segi user (pengguna) juga mengakibatkan perlunya peningkatan infrastruktur penunjangnya seperti pengembangan jaringan, alokasi

bandwidth yang memadai dll. Dalam mengakses layanan video streaming dibutuhkan sebuah jaringan yang memadai untuk menghasilkan kualitas video yang baik, agar pelanggan tidak mengalami *buffering* saat mengakses web video seperti youtube dll. Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengakses video streaming adalah jaringan Wimax. Pada Lab Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau terdapat sebuah perangkat jaringan WiMax standar 802.16d. Pada tugas akhir ini dilakukan pengujian kinerja jaringan Wimax yang terdapat di Lab Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau terhadap aplikasi video streaming. Oleh karena itu dilakukan pengukuran dan perhitungan QoS (Quality of Services) dari layanan yang ada dengan melihat parameter throughput, delay, packet loss dan jitter dari jaringan wimax dengan menggunakan software wireshark. Hasil pengukuran akses

layanan *video streaming* akan digunakan untuk menentukan standar akses yang ada.

2. DASAR TEORI

2.1 Wimax

Wimax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) adalah *standart Broadband Wireless Access* dengan kemampuan menyediakan layanan data berkecepatan tinggi. WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) dirancang sebagai jaringan *intermediate* berjangkauan 50 km. Hal ini otomatis bisa menggantikan fungsi WiFi (*wirelessFidelity*) yang jangkauan jaraknya hingga 2 sd 3 km.

2.2 QoS (Quality of Service)

QoS atau *quality of service* adalah bagian dari sebuah metode pada sebuah jaringan untuk memberikan parameter performansi layanan yang terbaik sesuai mode layanan yang dijalankan.

Parameter Qos, antara lain:

1. Throughput

Throughput adalah kecepatan rate (transfer data efektif) dalam bps. Throughput juga berarti banyak bit yang berhasil dikirimkan sampai ketertujuan dalam satu selang waktu pengamatan tertentu. Perhitungan throughput dilakukan dengan melihat total data yang diamati dalam jumlah waktu tertentu atau waktu *download typical* [2].

Untuk menghitung *throughput* dapat menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{panjang paket diterima}}{\text{waktu antar paket}} \quad (2.1)$$

2. Delay

Delay atau keterlambatan adalah sebuah kondisi dimana terjadi selisih waktu antarwaktu paket diterima dan waktu pengirimannya. *Delay* bisa disebabkan oleh berbagai hal baik itu karena proses pemaketan sebuah data, proses propagasi dan delay yang disebabkan banyaknya komponen yang mengakses. Delay dihitung dengan melihat nilai total waktu pengiriman dalam satu kali pengamatan dibagi jumlah paket pengiriman [2].

Untuk menghitung besarnya nilai *delay* dapat menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\text{Delay} = \frac{\text{waktu antar paket}}{\text{jumlah paket}} \quad (2.2)$$

Menurut ITU-T G.1010 nilai standar delay dapat diklasifikasikan seperti pada tabel 2.1

Kategori Latensi	Besar Delay
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	> 450 ms

(Sumber: ITU-T G.1010)

3. Packet loss

Packet Loss menunjukkan banyaknya jumlah packet yang hilang. Umumnya perangkat memiliki *buffer* untuk menampung data yang diterima. Jika terjadi *congestion* atau macet pada jaringan maka pada umumnya akan terjadi *loss*. Maka bisa diartikan *Packet loss* menunjukkan juga banyak packet yang hilang dalam satu kali pengamatan atau simulasi. Rumusan penghitungan dengan melihat *packet loss* yang ada. *Packet loss* dilihat berdasarkan persentase nilai packet yang hilang/ *loss* dalam suatu jaringan [2].

Untuk menghitung *packet loss* dapat dihitung dengan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{Total Packet} - \text{Packet Terkirim})}{\text{Packet total tercapture}} \times 100\% \quad (2.3)$$

Di dalam implementasi jaringan, nilai *packet loss* ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Secara umum terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai *packet loss* sesuai dengan standar ITU-T G.1010 yaitu seperti tampak pada tabel 2.2.

Kategori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0
Bagus	5 %
Sedang	15 %
Jelek	25 %

(Sumber: ITU-T G.1010)

4. Jitter

Jitter adalah variasi dari jumlah *delay* yang ada dalam satu rentang waktu pengamatan. Bisa diartikan juga *jitter* merupakan standar deviasi pada tiap *delay* yang terjadi pada pengiriman paket data dalam jaringan.

Perhitungan *jitter* disini merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas jaringan. Semakin kecil nilai *jitter* menunjukkan nilai QoS pada suatu jaringan akan semakin baik [2].

Untuk menghitung besarnya nilai *jitter* dapat menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Jumlah Paket} - 1} \quad (2.4)$$

Total variasi *delay* merupakan jumlah dari selisih tiap nilai *delay*, dapat dirumuskan dengan persamaan 2.5 sebagai berikut :

$$\text{Total Variasi Delay} = |\text{delay}_2 - \text{delay}_1| + |\text{delay}_3 - \text{delay}_2| \dots |\text{delay}(n) - \text{delay}(n-1)| \quad (2.5)$$

Menurut ITU-T G.1010 nilai standar *delay* dapat diklasifikasikan seperti pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Standar kualitas <i>Delay jitter</i>	
Kategori Latensi	Besar Delay
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	76 s/d 125 ms
Jelek	126 s/d 225 ms

(Sumber: ITU-T G.1010)

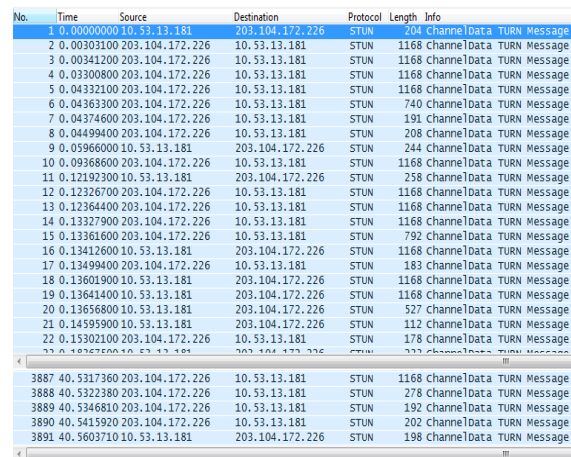
2.3 Video Streaming

Sebuah layanan internet yang memungkinkan kita untuk melakukan melalui *broadcast* ke akses internet untuk menghasilkan sebuah gambar bergerak atau video. *Video streaming* sebenarnya sebuah teknologi yang mempermudah kita dalam mendapatkan informasi dalam bentuk tampilan video dengan melakukan akses ke dalam suatu *web server* lewat jaringan IP, kita bisa melakukan *streaming video*. (Agung Chilmy Firdana, 2011)

2.4. Wireshark

Wireshark adalah salah satu *software* penyaring paket yang digunakan untuk menganalisa sebuah *trafik* pada jaringan.

Wireshark dapat melihat *trafik* yang menuju sebuah alamat *interface*, tidak hanya itu bahkan wireshark dapat melihat semua *trafik broadcast* dan juga *multicast*. Metode yang digunakan wireshark adalah *packet sniffing* yang mana wireshark memiliki kemampuan untuk *capture* semua paket yang dikirim dan diterima sebuah *interface* dalam jaringan kemudian di *decode*kan untuk di analisa.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	204	ChannelData TURN Message
2	0.00303100	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
3	0.00341200	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
4	0.03300800	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
5	0.04332100	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
6	0.04363300	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	740	ChannelData TURN Message
7	0.04374600	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	191	ChannelData TURN Message
8	0.04499400	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	208	ChannelData TURN Message
9	0.05966000	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	244	ChannelData TURN Message
10	0.09368600	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
11	0.12192300	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	258	ChannelData TURN Message
12	0.12326700	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
13	0.12364400	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
14	0.13327900	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
15	0.13361600	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	792	ChannelData TURN Message
16	0.13412600	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	1168	ChannelData TURN Message
17	0.13499400	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	183	ChannelData TURN Message
18	0.13601900	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	1168	ChannelData TURN Message
19	0.13641400	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	1168	ChannelData TURN Message
20	0.13656800	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	527	ChannelData TURN Message
21	0.14595900	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	112	ChannelData TURN Message
22	0.15302100	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	178	ChannelData TURN Message
23	0.15327500	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	222	ChannelData TURN Message
3887	40.53173600	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	1168	ChannelData TURN Message
3888	40.53223800	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	278	ChannelData TURN Message
3889	40.53468100	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	192	ChannelData TURN Message
3890	40.54159200	203.104.172.226	10.53.13.181	STUN	202	ChannelData TURN Message
3891	40.56037100	10.53.13.181	203.104.172.226	STUN	198	ChannelData TURN Message

Gambar 2.1 Tampilan *capture* paket pada wireshark

Gambar 2.1 menunjukkan informasi dari berbagai paket yang diperoleh oleh *software* wireshark. Informasi tersebut berupa sumber paket, tujuan paket, tipe paket, panjang bit dan waktu *capture* paket.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Parameter Pengujian

Dalam penelitian kali ini terlebih dahulu dipaparkan beberapa *value* yang akan digunakan sebagai parameter pada konfigurasi sistem jaringan wimax. Parameter tersebut dapat dilihat dalam beberapa tabel, tabel 3.1 menunjukkan komponen penting pada konfiurasi *wireless interface*.

Tabel 3.1 *Wireless Interface WiMAX Configuration*

Setting	Sub	Field	Value
Ethernet Interfaces		Management	Via Data Port (Integrated)
Management Interfaces		IP Address	192.168.101.3
Wireless Interfaces	RF	Frequency	3520250 KHz*
Wireless Interfaces	RF	Frequency RSS	-75 dBm
Wireless Interfaces	RF	Tx Power	23 db
Wireless Interfaces	PHY	Channel Size	3.5 MHz
Wireless Interfaces	PHY	Guard Interval	1/4
Wireless Interfaces	MAC	Adaptive DL/UL Ratio	Disabled
Wireless Interfaces	MAC	Cell Rang Km	5
Wireless Interfaces	MAC	DL Ratio	75
Wireless Interfaces	MAC	Farame Durataton	5 msec
Wireless Interfaces	MAC	Synchronization Mode	No Sync

(Sumber: Redline Communications, 2010)

Pada Tabel 3.2 menunjukan parameter kelas layanan yang digunakan dalam konfigurasi sistem jaringan wimax.

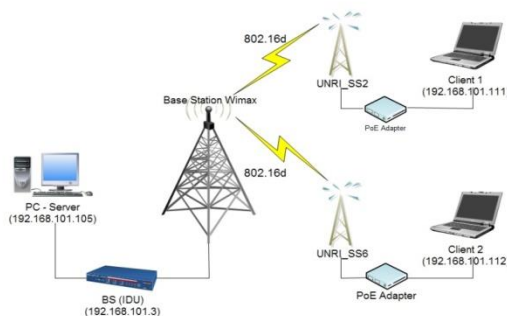
Tabel 3.2 *Service Classes Configuration*

Service Class Name	SC-2048
Scheduling Type	rTPS
Max Sustained Traffic Rate	2048000 bps
Min Reserved Traffic Rate	0 Kbps
Max Latency	0 ms
Traffic priority	7

(Sumber: Redline Communications,2010)

3.2 Skema Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua *client* dan satu *server* dan berbagai skenario berdasarkan jarak yang berbeda-beda, antara lain jarak 5 meter, 10 meter, 15 meter dan 20 meter. Pada masing-masing jarak tersebut akan dilakukan empat kali pengambilan data berdasarkan resolusi video yang berbeda beda, yaitu video dengan resolusi 360p, 480p, 720p, dan 1080p sebagai beban trafik.



Gambar 3.1 Model Pengujian

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *server-client* seperti yang terlihat pada gambar 3.1, yang mana pada *client 1* (UNRI_SS2) sudah diinstall *software* *Wireshark* untuk dilakukan *packet sniffing*. Pengambilan data dimulai pada saat kedua *client* sudah terhubung dengan perangkat lunak *Xampp* dan mengakses *localhost* dengan menggunakan web browser sebagai media akses aplikasi *video streaming* melalui jaringan *wimax*. Waktu pengambilan data pada setiap melakukan streaming video adalah selama 5 menit (300 detik). Parameter yang diukur dalam penelitian ini berupa *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *jitter*. Kemudian data

yang diperoleh akan dibandingkan dengan standar ITU-G.1010.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan analisa kinerja jaringan *wimax*, diperlukan diagram alir yang berisi tahapan-tahapan untuk membantu proses penelitian. Gambar 3.2 merupakan gambar diagram alir dari penelitian Analisa Kinerja Jaringan *Wimax* untuk Aplikasi *Video Streaming* (Studi kasus di Lab Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau).



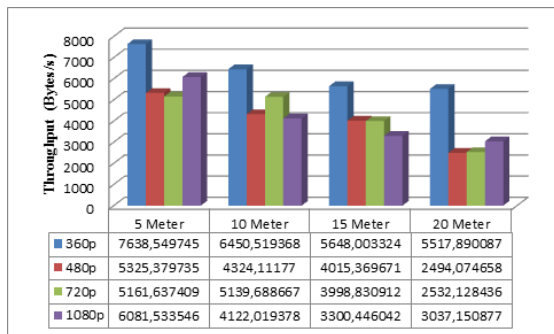
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Throughput

1. Throughput Dua Client

Perhitungan *throughput* dilakukan untuk melihat seberapa efektifnya nilai transfer data yang terjadi setiap detik. Untuk mendapatkan nilai *throughput* dibutuhkan total panjang paket dan lamanya waktu *video streaming*. Gambar 4.1 menunjukan diagram hasil pengukuran terhadap parameter *throughput* dengan menggunakan dua *client*.



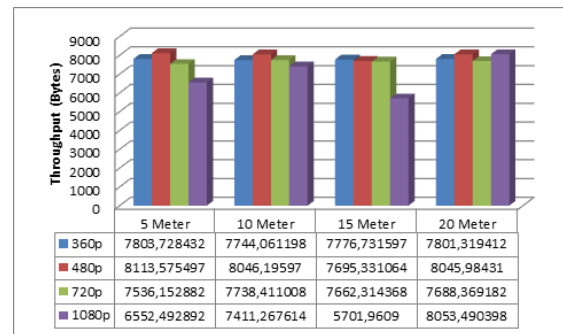
Gambar 4.1 Diagram Parameter *Throughput* Dua Client

Dengan membandingkan hasil *throughput* diatas pada setiap rentang jarak dari skenario pengambilan data dengan menggunakan dua *client* (*point to multi point*), menghasilkan *throughput* yang bervariasi. Hasil *throughput* tertinggi (*throughput* terbesar) yang diperoleh adalah pada jarak 5 meter dengan resolusi video 360p, yang mana pada jarak tersebut waktu tersebut panjang data yang di dapat cukup banyak yaitu sebesar 2291577 Byte dikarenakan ukuran video yang tidak terlalu besar. Hasil *throughput* terendah (*throughput* terkecil) yang diperoleh adalah pada jarak 20 meter, dengan resolusi video 480p, yang mana pada hasil *throughput* tersebut panjang data yang didapat sebesar 72926 Byte. Dikarenakan banyaknya *delay* pengiriman paket dalam rentang waktu pengambilan data selama 300 detik yang mengakibatkan *throughput* tidak cukup baik dalam waktu tersebut.

Secara umum, berdasarkan gambar 4.1 informasi yang diperoleh bahwa terjadi penurunan nilai *throughput* yang proporsional seiring dengan bertambahnya beban trafik (resolusi video).Namun terlihat nilai *throughput* yang bervariasi seiring dengan bertambahnya jarak.

2. *Throughput* Satu Client

Untuk hasil penelitian terhadap parameter *throughput* pada komunikasi data *end to end* dengan menggunakan satu buah *client* pada topologi *point to point* di dalam jaringan wimax ditunjukkan pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Diagram Parameter *Throughput* Satu Client

Dengan membandingkan hasil *throughput* diatas pada setiap rentang jarak dari skenario pengambilan data dengan menggunakan dua *client* (*point to multi point*), menghasilkan *throughput* yang bervariasi. Hasil *throughput* tertinggi (*throughput* terbesar) yang diperoleh adalah pada jarak 20 meter dengan resolusi video 1080p, yang mana pada jarak tersebut waktu tersebut panjang data yang di dapat cukup banyak yaitu sebesar 8053,490398 Byte. Dikarenakan tidak banyaknya *delay* walaupun dengan beban trafik yang cukup besar. Hasil *throughput* terendah (*throughput* terkecil) yang diperoleh adalah pada jarak 15 meter, dengan resolusi video 720p, yang mana pada hasil *throughput* tersebut panjang data yang didapat sebesar 2302979 Byte. Dikarenakan banyaknya *delay* pengiriman paket dalam rentang waktu pengambilan data selama 300 detik yang mengakibatkan *throughput* tidak cukup baik dalam waktu tersebut.

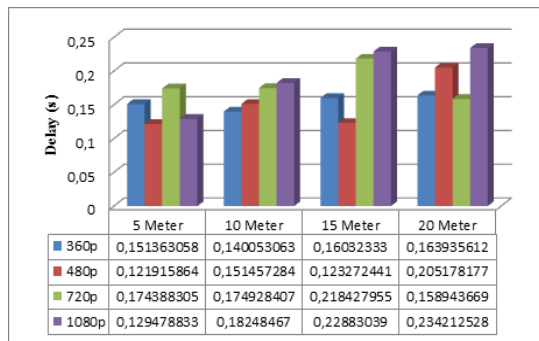
Secara umum, berdasarkan gambar 4.2 informasi yang diperoleh bahwa terjadi penurunan nilai *throughput* yang proporsional seiring dengan bertambahnya beban trafik (resolusi video).Namun terlihat nilai *throughput* yang bervariasi seiring dengan bertambahnya jarak.

4.2 Delay

Delay merupakan waktu tunda yang terbentuk akibat adanya beberapa proses dalam pengiriman paket data, antara lain proses transmisi dan pengolahan paket data. Dalam komunikasi data, *delay* menjadi suatu parameter yang digunakan dalam mengukur kualitas layanan agar dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan standar QoS yang dipilih, nilai *delay* yang berada dalam kondisi sangat baik adalah sebesar lebih kecil dari 150 ms.

1. Delay Dua Client

Untuk hasil penelitian terhadap parameter *delay* pada komunikasi data *end to end* dengan menggunakan dua buah *client* pada topologi *point to multipoint* di dalam jaringan wimax ditunjukkan pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Diagram Parameter Delay Dua Client

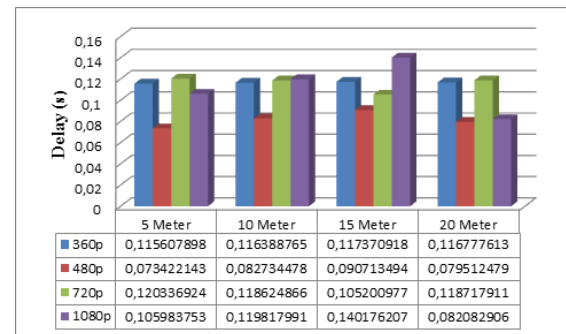
Dengan membandingkan hasil *delay* diatas pada setiap rentang jarak dari skenario pengambilan data dengan menggunakan dua *client* (*point to multi point*), menghasilkan *delay* yang bervariasi. Hasil *delay* tertinggi (*delay* terbesar) yang diperoleh adalah pada jarak 20 meter dengan resolusi video 1080p, yang mana pada jarak tersebut jumlah paket yang didapatkan hanya sedikit yaitu sebanyak 1284 paket pada rentang waktu pengambilan data (300 detik). Hal tersebut disebabkan karena terjadinya kongesti atau antrian paket yang cukup banyak. Hasil *delay* terendah (*delay* terkecil) yang diperoleh adalah pada jarak 5 meter, dengan resolusi video 480p, yang mana pada jarak tersebut jumlah paket yang didapatkan sebanyak 2461 pada rentang waktu pengambilan data (300 detik).

Secara umum, berdasarkan gambar 4.3 informasi yang diperoleh bahwa terjadi peningkatan nilai *delay* yang tidak begitu proporsional seiring dengan bertambahnya beban trafik (resolusi video). Kemudian terlihat nilai *delay* yang bervariasi seiring dengan bertambahnya jarak. Namun nilai *delay* sebanding dengan prinsip dari parameter *throughput*, yaitu semakin besar nilai *delay* maka *throughput* yang dihasilkan akan semakin kecil.

2. Delay Satu Client

Untuk hasil penelitian terhadap parameter *delay* pada komunikasi data *end to end* dengan menggunakan dua buah *client*

pada topologi *point to point* di dalam jaringan wimax ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Diagram Parameter Delay Satu Client

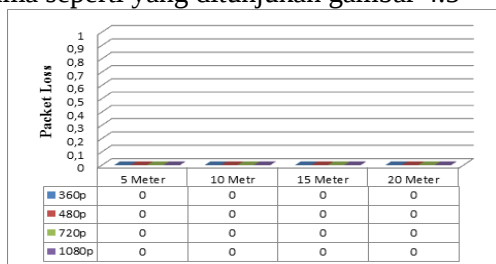
Dengan membandingkan hasil *delay* diatas pada setiap rentang jarak dari skenario pengambilan data dengan menggunakan dua *client* (*point to point*), menghasilkan *delay* yang bervariasi. Hasil *delay* tertinggi (*delay* terbesar) yang diperoleh adalah pada jarak 15 meter dengan resolusi video 1080p, yang mana pada jarak tersebut jumlah paket yang diterima hanya sedikit yaitu sebanyak 2145 paket pada rentang waktu pengambilan data (300 detik). Hal tersebut disebabkan juga karena terjadinya kongesti atau antrian paket yang cukup banyak. Hasil *delay* terendah (*delay* terkecil) yang diperoleh adalah pada jarak 5 meter, dengan resolusi video 480p, yang mana pada jarak tersebut jumlah paket yang diterima sebanyak 4086 pada rentang waktu pengambilan data (300 detik).

Ditinjau dari nilai *delay* yang diperoleh dari skenario pengambilan data yang terlihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4, kemudian dibandingkan dengan standar QoS ITU-T G.1010. Rentang nilai *delay* yang dihasilkan pada saat mengakses video streaming per pengambilan data masih berada dibawah 150 ms menunjukkan bahwa *delay* yang dihasilkan dalam kategori baik. Namun terdapat nilai *delay* dari beberapa beban trafik sebesar 150-300 ms, dimana kondisi tersebut masih dapat ditoleransi.

4.3 Packet loss

Hasil penelitian terhadap parameter *packet loss* pada komunikasi data *end to end* dengan menggunakan dua buah *client* pada topologi (*point-to-multipoint*) dan menggunakan satu buah *client* (*point to point*) menghasilkan jumlah *packet loss* yang sama. Oleh karena itu parameter *packet loss*

direpresentasikan di dalam satu diagram yang sama seperti yang ditunjukkan gambar 4.5



Gambar 4.5 Diagram Parameter *Packet Loss* (ptm dan p2p)

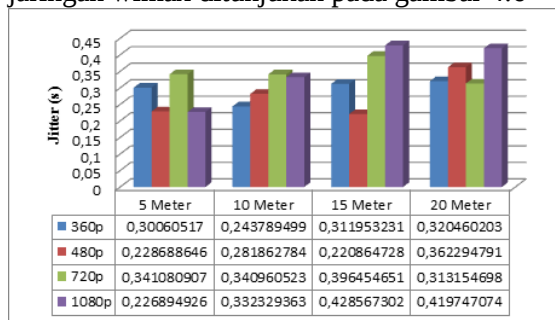
Software wireshark langsung menghitung nilai *Packet Loss* secara langsung, *Packet Loss* yang diambil hanya berasal dari software tanpa melewati perhitungan ulang. Dalam kondisi sebenarnya nilai *Packet Loss* 0% yang diperoleh oleh setiap beban trafik (resolusi video) tidak menjamin kinerja terbaik yang dihasilkan pada saat melakukan transmisi paket data. Hasil 0% diperoleh karena trafik menggunakan protokol TCP. Secara teori, TCP termasuk protokol yang menjamin reabilitas hubungan komunikasi karena melakukan perbaikan terhadap data yang rusak tanpa memprioritaskan kecepatan transfer data. Oleh karena itu trafik yang dikirim akan mengalami delay yang cukup banyak dikarenakan adanya pengiriman ulang paket yang tidak memenuhi kriteria penerima. Hal ini disebut juga dengan ACK (*acknowledgement*).

4.4 Jitter

Jitter merupakan variasi *delay* dari kedatangan suatu paket data yang diakibatkan oleh terjadinya perbedaan kondisi jaringan ketika suatu paket dikirimkan.

1. *Jitter* Dua Client

Hasil penelitian terhadap parameter *jitter* pada komunikasi data *end to end* dengan menggunakan dua buah *client* pada topologi (*point to multipoint*) di dalam jaringan wimax ditunjukkan pada gambar 4.6



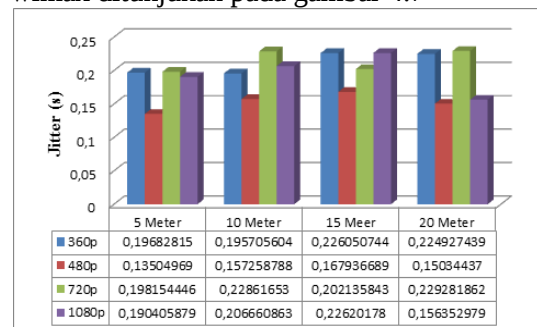
Gambar 4.6 Diagram Parameter *Jitter* Dua Client

Dengan membandingkan hasil *jitter* diatas pada setiap rentang jarak dari skenario pengambilan data dengan menggunakan dua *client* (*point to multipoint*), menghasilkan *jitter* yang bervariasi. Hasil *jitter* tertinggi (*jitter* terbesar) yang diperoleh adalah pada jarak 15 meter dengan resolusi video 1080p, yang mana pada jarak tersebut total variasi delay yang diterima cukup banyak, yaitu sebesar 560,137464 *second* pada rentang waktu pengambilan data (300 detik). Hasil *jitter* terendah (*jitter* terkecil) yang diperoleh adalah pada jarak 5 meter, dengan resolusi video 1080p, yang mana pada jarak tersebut total variasi delay yang diterima sebesar 525,488649 *second* pada rentang waktu pengambilan data (300 detik).

Secara umum, berdasarkan gambar 4.5 informasi yang diperoleh bahwa terjadi peningkatan nilai *jitter* yang signifikan, namun tidak terlihat peningkatan *jitter* yang proporsional pada masing-masing jarak seiring bertambahnya beban trafik (resolusi video).

2. *Jitter* Satu Client

Hasil penelitian terhadap parameter *delay* pada komunikasi data *end-to-end* dengan menggunakan satu buah *client* pada topologi *point to point* di dalam jaringan wimax ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Diagram Parameter *Jitter* Satu Client

Dengan membandingkan hasil *jitter* diatas pada setiap rentang jarak dari skenario pengambilan data dengan menggunakan satu *client* (*point to point*), menghasilkan *jitter* yang juga bervariasi. Hasil *jitter* tertinggi (*jitter* terbesar) yang diperoleh adalah pada jarak 20 meter dengan resolusi video 720p, yang mana pada jarak tersebut total variasi delay yang diterima sebesar 571,313785 *second* pada rentang waktu pengambilan data (300 detik). Hasil *jitter* terendah (*jitter* terkecil) yang diperoleh adalah pada jarak 5

meter, dengan resolusi video 480p, yang mana pada jarak tersebut total variasi delay yang diterima sebesar 551,677984 *second* pada rentang waktu pengambilan data (300 detik).

Secara umum, berdasarkan gambar 4.6 informasi yang diperoleh bahwa sedikit mengalami peningkatan nilai jitter pada setiap jarak. namun tidak terlihat peningkatan jitter yang proporsional pada masing-masing jarak seiring bertambahnya beban trafik (resolusi video). Dilihat dari nilai jitter yang diperoleh dari skenario pengambilan data yang terlihat pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 yang kemudian dibandingkan dengan standar QoS ITU-T G.1010. Rentang nilai jitter dengan menggunakan dua buah *client* yang diperoleh hampir semua >226 ms menunjukkan bahwa jitter yang terjadi sangat tidak bagus (sangat buruk). Dan rentang nilai jitter dengan menggunakan satu buah *client* termasuk dalam standar 126 – 225 ms menunjukkan jitter yang terjadi masih dalam kondisi tidak bagus (buruk).

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengukuran yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran
 - a. Pengukuran QoS terhadap aplikasi video *streaming* dengan melakukan beberapa skenario berupa jarak yang berbeda, peningkatan beban trafik (resolusi video) dan penambahan jumlah *client* menghasilkan parameter *throughput* tertinggi sebesar 7638,54975 Bytes/s (dua *client*) dan 8053,490398 Bytes/s (satu *client*). Namun *throughput* yang dihasilkan masih belum bisa dikatakan bagus karena masih tergolong kecil.
 - b. Pada parameter *delay* terbaik yang dihasilkan sebesar 0,12191586 *second* (dua *client*) dan 0,073422143 *second* (satu *client*). Untuk keseluruhan *delay* selama pengukuran menurut standar ITU-G.1010 termasuk dalam kategori baik hingga sangat baik.
 - c. Pada parameter *packet lost* yang dihasilkan sebesar 0%. Hal ini

disebabkan karena protokol yang digunakan adalah protokol TCP yang menggunakan konsep *connection oriented* dan sesuai standar ITU-G.1010 termasuk dalam kategori baik.

- d. Untuk parameter *jitter* terbaik yang dihasilkan sebesar 0,22689493 *second* (dua *client*) dan 0,13504969 *second* (dua *client*). Namun untuk keseluruhan *jitter* selama pengukuran menurut standar ITU-G.1010 hampir semua dalam kategori sangat buruk karena lebih dari 225 ms..
2. Secara keseluruhan kinerja dari jaringan wimax tidak begitu bagus. Faktor yang mempengaruhi kinerja jaringan wimax adalah perangkat yang berada pada lab teknik elektro fakultas teknik universitas riau tidak cukup handal untuk digunakan walaupun sudah menggunakan pengaturan *default*.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil pengukuran dan analisa ini adalah:

1. Mempertimbangkan penggunaan kondisi perangkat wimax.
2. Skripsi ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan trafik selain aplikasi *video streaming*.
3. Tambahkan jenis *scheduling* seperti *Best Effort* (BE), *Non-real-Time* (nrtPS) dan *Unsolicited Grant Service* (UGS), untuk melihat variasi QoS yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aditya, Ari wijayanti, Tri budi santoso (2013). "*Visualisasi teknik modulasi 16 QAM pada kanal AWGN*", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
- [2]. Agung Chilmy Firdana. (2011). "*Analisis Qos (Quality of Service) Layanan Video, Packet Data Dan Voice Pada Jaringan IP Berbasis Wimax Studi Kasus Di Wilayah Bandung Timur*". Institut Teknologi Telkom Bandung.

- [3]. Matriana Anjar Saputra. (2010). “*Sistem Telekomunikasikomunikasi Data Nirkabel Wimax*“, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto
- [4]. Prasetyono Hari Mukhti, Rizky Aris Yuniarto dan Achmad Affandi (2015). “*Evaluasi Kinerja Layanan IPTV Pada Jaringan Testbed Wimax Berbasist Standar IEEE.802.16-2014*”. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [5]. Pratiwi Putri E, Isnawati Anggun F, Dan Hikmaturokhman Alfin. (2014) . “*Analisis Qos Pada Jaringan Multi Protocol Label Switching(MPLS) Studi Kasus Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Intan Cilacap*”. Akademi Telekomunikasi Sandhi Putra , Purwokerto
- [6]. Redline Communication. (2010). *RedMax AN-100U & AN-100UX. User manual book*
- [7]. Sitepu, Alex Kristian , 2010, “*Analisis Kinerja Modulasi dan Pengkodean Adaptif pada Jaringan Wimax*. USU, Medan.
- [8]. Talitha Ulimaz. (2012). “*Analisis Pengiriman Video Pada WiMAX Menggunakan Network Simulator dan Perangkat WiMAX PCR*”. Politeknik Caltex Riau
- [9]. Telecommunication Standardization Sector of ITU-T G.1010.(2001). *Transmission Systems And Media, Digital Systems And Networks*
- [10].Dudung.(2016).<http://www.dosenpendidikan.com/pengertian-komponen-dan-fungsi-xampp-lengkap-dengan-penjelasan/>. Diakses pada tanggal 3 desember 2016.