

# IMPLEMENTASI VIDEO STREAMING PADA JARINGAN WIRELESS-LAN DENGAN MEDIA IPV6 MENGGUNAKAN SIMULATOR RIVERBED MODELER

Anggia Rinanti<sup>1</sup>, Ali Mustofa, S.T, M.T.<sup>2</sup>, Rusmi Ambarwati, S.T, M.T<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, <sup>2,3</sup>Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: anggiarinanti@gmail.com

## ABSTRAK

*Video Streaming* adalah sebuah teknologi yang menampilkan gambar bergerak secara berurutan disertai dengan suara. Terdapat dua jenis *video streaming* yaitu *Video on Demand (VoD)* dan *live streaming video (video conference)*. Pada VoD sebelum ditampilkan atau disiarkan video disimpan terlebih dahulu di dalam server, sedangkan pada *live streaming video* siaran gambar ditampilkan secara langsung. Penelitian ini menggunakan media IPv6 (*Internet Protocol Version 6*) pada *video conference* yang memiliki panjang 128 bit pada implementasi *video streaming*. IPv6 dipilih untuk mengatasi keterbatasan alamat sebelumnya yaitu IPv4 yang hanya memiliki panjang 32 bit. Pada penelitian ini *Video streaming* dengan media IPv6 menggunakan *riverbed modeler* pada jaringan *Wireless LAN* dengan variasi jumlah *client*. Didapatkan *throughput* tertinggi diperoleh pada tipe WLAN 802.11n dengan nilai rata-rata 3,304 Mbps dan terkecil pada tipe WLAN 802.11a sebesar 2,116 Mbps. Probabilitas *packet loss* terbesar yaitu tipe WLAN 802.11b dengan nilai rata-rata 0,824 dan terkecil yaitu tipe WLAN 802.11n sebesar 0,101. Pada parameter *end-to-end delay* semakin banyak jumlah *client* maka *delay* yang dihasilkan semakin besar. Nilai *delay end-to-end* tertinggi yaitu tipe WLAN 802.11a yang memiliki nilai rata-rata 0,068 sec dan terkecil pada tipe WLAN 802.11n sebesar 0,01 sec. Hasil pengujian dari setiap WLAN menunjukkan nilai QoS terbaik adalah tipe WLAN 802.11n.

**Kata kunci:** *Video Streaming, Wireless LAN, IPv6, Riverbed Modeller, QoS*

## ABSTRACT

*Video Streaming* is a technology that a moving picture show sequentially accompanied by sound. There are two types of *video streaming* that is *Video on Demand (VoD)* and *live streaming video (video conferencing)*. On VoD before shown or broadcast *video* stored first in server, while in *live streaming video* broadcast images displayed directly. This research using media IPv6 (*Internet Protocol Version 6*) in *video conference* that has a length of 128 bits on the implementation of *video streaming*. IPv6 chosen to overcome limited address IPv4 was only have long 32 bits. In this research, *streaming video* to the media IPv6 using *riverbed modeler* on the *Wireless LAN* network with a variation of the number of clients. Obtained the highest *throughput* is on the type of WLAN 802.11n with an average value of 3,304 Mbps and the smallest on the type of WLAN 802.11a with the value of 2,116 Mbps. The highest probability of *packet loss* is on the type of WLAN 802.11b with an average value of 0,824 and the smallest on the type of 802.11n WLAN at 0.101. On the parameter *end-to-end delay* the more client so *delay* produced bigger. Value *delay end-to-end* WLAN 802.11a highest type which has an average value of 0.068 sec and the smallest on the type of 802.11n WLAN at 0.01 sec. The results show the best value of QoS is a type WLAN 802.11n.

**Key Words:** *Video Streaming, Wireless LAN, IPv6, Riverbed Modeler, QoS*

## 1. PENDAHULUAN

*Video Streaming* adalah teknologi menyiarkan gambar bergerak secara berurutan dengan disertai suara. Sebelum video disiarkan, perlu dilakukan proses encoding pada video dan kemudian dikirim melalui jaringan internet, penyiaran ini dilakukan oleh penyedia layanan video streaming. Ada dua jenis tipe *video streaming* yakni *video on demand (VoD)* dan *live streaming video*. Perbedaan *video conference* dengan VoD adalah pada VoD dilakukan penyimpanan video terlebih dahulu di dalam server sedangkan pada *live streaming video*, siaran video ditampilkan secara langsung [1].

Layanan *streaming* ini belum sepenuhnya sempurna karena masih ada kekurangan pada performansi yang dipengaruhi jumlah pengguna. Jumlah pengguna memiliki peran penting terhadap performansi dari *video streaming* karena jumlah pengguna dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai *throughput* dan *delay* pada saat mengakses *video streaming*, sehingga bisa dikatakan bahwa banyaknya jumlah pengguna merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai *throughput* dan *delay*. Oleh sebab itu, peningkatan kualitas *video streaming* diperlukan agar setiap orang bisa menikmati layanan ini dengan baik. Berdasarkan masalah diatas, *video streaming* akan

diimplementasikan pada jaringan lokal *Wireless-LAN* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performansi pada jaringan tersebut, selain itu pengujian pada jaringan ini adalah untuk menentukan nilai yang dianggap baik untuk digunakan pada jaringan yang terhubung secara *online* pada jaringan internet. Parameter yang digunakan dapat dilihat dari nilai *delay*, *packet loss*, dan *throughput*.

Pada skripsi ini implementasi *video streaming* menggunakan media IPv6 yang tersedia di dalam simulator *Riverbed Modeler Academic Edition*. IPv6 (*Internet Protocol version 6*) telah dirancang oleh IETF (*Internet Engineering Task Force*) untuk mengatasi keterbatasan alamat pada IPv4. Dengan penggunaan IPv6 pada *video streaming* diharapkan bisa mengatasi permasalahan terbatasnya ketersediaan IPv4, dan dapat lebih meningkatkan kinerja dari *video streaming*.

Penelitian pada skripsi ini akan mengimplementasikan *video streaming* dengan media IPv6 menggunakan *Riverbed Modeler* dan menganalisis performansi layanan *video streaming* pada jaringan *Wireless-LAN* dengan variasi jumlah *client*. Performansi layanan *video streaming* difokuskan pada parameter QoS berupa *delay*, *packet loss*, dan *throughput*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA Jaringan Wireless-LAN

WLAN adalah jaringan komputer yang menggunakan frekuensi radio dan inframerah sebagai media transmisi data. *Wireless LAN* sering disebut sebagai jaringan nirkabel atau jaringan *wireless* [2]. Terdapat empat macam tipe *wireless-LAN* dengan spesifikasi yang berbeda yang dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Standar *Wireless LAN*

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Standar Approved	July 1999	July 1999	June 2003	Not yet ratified
Maximum Data Rate	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	Up to 100 Mbps
Modulation	OFDM	DSSS or CCK	DSSS or CCK or OFDM	DSSS or CCK or OFDM
RF Band	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz or 5GHz
Channel Width	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz or 40MHz

### Pengertian IPv6

IP merupakan salah satu protokol yang terdapat pada *Internet Layer*. Pada saat ini, ada dua macam *Internet Protocol* yang digunakan, yaitu IPv4 dan

IPv6. IPv6 (*Internet Protocol version 6*) juga dikenal dengan IPng (*Internet Protocol next generation*) mulai berkembang pada tahun 1991 dan inti dari IPv6 telah distandarisasi pada tahun 1995 lalu diperbaharui dalam RFC 2460 tahun 1998. Dalam IPv6, *Internet Protocol* dimodifikasi secara luas untuk mengakomodasi pertumbuhan internet yang tidak dapat diprediksi. Format dan panjang alamat IP diubah, begitu juga format pakatnya. Kelebihan lain dari IPv6 selain alamatnya yang terdiri dari 128 bit adalah :

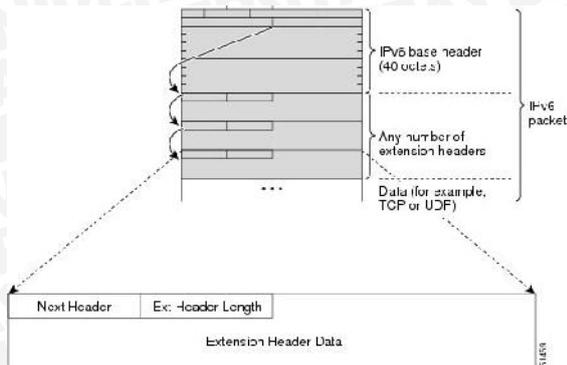
1. Memiliki *header* yang lebih sederhana dan efisien untuk mengurangi beban penanganan paket dan memudahkan perluasan paket oleh *router*.
2. Adanya mekanisme konfigurasi alamat secara otomatis (*address auto configuration*) oleh setiap *node*.
3. Mempunyai kemampuan *flow labeling* yaitu kemampuan untuk menandai paket yang membutuhkan penanganan khusus seperti layanan *real time*.
4. Mendukung sistem autentifikasi untuk kerahasiaan data pada lapis IP (*IP Secure*).
5. Mampu berinteraksi dengan IPv4, sehingga perubahan dari IPv4 ke IPv6 dapat dilakukan secara bertahap.
6. Mendukung *mobile IP*.

Adanya IPv6 tidak membuang secara keseluruhan fungsi IPv4 pada jaringan, melainkan ada suatu mekanisme transisi tertentu yang memungkinkan kedua versi IP tersebut berkomunikasi.

Header pada IPv6 didesain memiliki *field* sebesar 40 *byte* sehingga proses penjaluran atau aliran data lebih ringkas karena penanganan yang dilakukan oleh *router* terhadap *field* menjadi lebih sedikit. Paket IPv6 dibagi menjadi 2 jenis header yaitu *base header* yang ditampilkan pada gambar 1. Base header adalah header yang selalu diberikan pada paket IPv6. Lalu *header* yang kedua adalah *extension header* (*header* tambahan/pilihan) yang diletakkan antara *base header* IPv6 dan *header* protokol *upper layer* (TCP/UDP) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Format *base header* (*header* dasar)/*header* IPv6 [4]



Gambar 2 Format extension header IPv6 [4]

### Video Streaming

Video Streaming adalah informasi yang berisi gabungan gambar yang ditampilkan berurutan dengan kecepatan tertentu yang kemudian di kompresi menjadi file yang lebih kecil kemudian dikirimkan melalui jaringan internet dan ditampilkan oleh media player. Ada dua jenis tipe video streaming yaitu:

1. Live Streaming, dimana tayangan yang ditampilkan merupakan siaran langsung.
2. VoD (Video on Demand) dimana video yang ditampilkan sudah terlebih dahulu direkam (pre-encoded) atau disimpan dalam server.

### Video Conference

Video conference adalah seperangkat teknologi telekomunikasi interaktif yang memungkinkan dua pihak atau lebih di lokasi berbeda dapat berinteraksi melalui pengiriman dua arah audio dan video secara bersamaan.

### Quality of Service (QoS)

Quality of Service suatu jaringan dapat dilihat dari parameter berikut :

#### 1. Throughput

Throughput adalah parameter yang menunjukkan jumlah data yang diterima oleh pengguna dengan benar setelah melalui media transmisi. Berikut adalah persamaan untuk menghitung throughput dengan waktu transmisi paket data.

Rumusan secara teori waktu mentransmisikan data:

$$t_T = DIFS + Overhead + \frac{Data}{Rate} + SIFS + ACK \quad (1)$$

Keterangan:

- $t_T$  = Waktu transmisi
- DIFS =DCF Interframe Space ( $\mu s$ )
- Overhead =Terdiri atas preamble dan header ( $\mu s$ )
- Data =WLAN data yang di transmisikan
- Rate = Data rate pada WLAN
- SIFS = Short Interframe Space ( $\mu s$ )
- ACK = Acknowledgement frame ( $\mu s$ )

$$Throughput = \frac{Data}{t_T} \quad (2)$$

Keterangan:

- Data = WLAN data yang di transmisikan
- $t_T$  = Waktu transmisi

#### 2. Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya jumlah paket yang hilang atau tidak sampai ke tujuan ketika melakukan pengiriman data dari sumber ke tujuan.

$$PacketLoss = \frac{N_{lostpacket}}{N_{packet} - N_{lostpacket}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- PacketLoss =Prosentase Packet Loss (%)
- $N_{lostpacket}$  = Jumlah paket data yang hilang (paket)
- $N_{packet}$  = Jumlah paket data yang diterima dengan benar (paket)

Untuk probabilitas packet loss ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Probabilitas_{PL} = \frac{Traffic Sent - Traffic Received}{Traffik Sent} \quad (4)$$

Keterangan:

- Traffic Sent = Paket yang dikirim (pps)
- Traffic Received = Paket yang diterima (pps)

#### 3. Delay

Delay total merupakan penjumlahan dari delay codec dan Delay end-to-end. Delay global (Delay end-to-end ) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket data dari sumber sampai ke tujuan. Delay end-to-end merupakan penjumlahan antara delay transmisi, delay propagasi, delay antrian dan delay proses [3].

### Riverbed Modeler

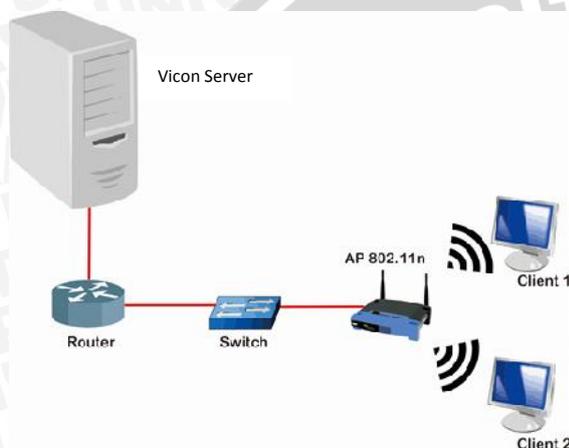
Riverbed Modeler adalah sebuah network simulator yang dirancang untuk membuat model dan menjalankan simulasi protokol komunikasi. Kelebihan dari Riverbed Modeler antara lain:

1. Graphic User Interface (GUI) mudah dipelajari
2. Dapat digunakan untuk membuat model pada seluruh jaringan, termasuk router, switch, protokol, server, dan aplikasi lain yang mendukung
3. Software Riverbed (dengan model source code) tidak berbayar
4. Discrete event simulation (DES) engine pada Riverbed untuk simulasi jaringan adalah tercepat.
5. Riverbed memiliki komunitas pengguna yang besar.



### 3. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan simulator *Riverbed Modeler Academic Edition*. Simulasi dilakukan dengan memasukkan parameter-parameter jaringan pada elemen-elemen *network models* yang merepresentasikan kondisi sebenarnya untuk memperoleh data hasil simulasi yang diinginkan. Kemudian dari data-data hasil simulasi tersebut dilakukan analisis terhadap performansi meliputi *delay*, *packet loss*, dan *throughput* aplikasi *Video Streaming* pada jaringan *Wireless-LAN* dengan media *IPv6* menggunakan *network simulator Riverbed Modeler Academic Edition*. Gambar 3 adalah pemodelan atau skenario *Video Streaming* pada sistem jaringan *Wireless-LAN*.



Gambar 3 Perancangan Jaringan *Wireless-LAN*

Simulasi akan dilakukan berdasarkan lima skenario yaitu:

1. *Video conference* diimplementasikan pada jaringan *WLAN* menggunakan *access point* tipe *802.11a* dengan *data rate* *54 Mbps*.
2. *Video conference* diimplementasikan pada jaringan *WLAN* menggunakan *access point* tipe *802.11b* dengan *data rate* *11 Mbps*.
3. *Video conference* diimplementasikan pada jaringan *WLAN* menggunakan *access point* tipe *802.11g* dengan *data rate* *54 Mbps*.
4. *Video conference* diimplementasikan pada jaringan *WLAN* menggunakan *access point* tipe *802.11n* yang bekerja pada frekuensi *2,4 GHz* dengan *data rate* *100 Mbps*.
5. *Video conference* diimplementasikan pada jaringan *WLAN* menggunakan *access point* tipe *802.11n* yang bekerja pada frekuensi *5 GHz* dengan *data rate* *100 Mbps*.

Simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai *QOS* dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Selain itu, dilakukan variasi jumlah *client* menggunakan *3, 6, 9, 12 client* pada masing-masing skenario.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Komponen Jaringan

Proses simulasi pada *Riverbed Modeler* memerlukan model-model jaringan yang merupakan representasi dari kondisi jaringan sebenarnya yang disebut dengan *node model*. Tabel 2 merupakan penjelasan mengenai komponen jaringan (*node* dan *link model*) yang akan digunakan dalam simulasi menggunakan *Riverbed Modeler*.

#### Analisis *Video Conference* pada Jaringan *Wireless LAN* dengan Media *IPv6*

Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh tipe *access point* (AP) yang berbeda dengan variasi jumlah *client*. Parameter yang dianalisa meliputi *delay*, *packet loss*, dan *throughput*. Data hasil simulasi menggunakan *Riverbed Modeler* ditampilkan dalam bentuk grafik pada fungsi waktu. Skenario variasi jumlah *client* dengan tipe *access point* (AP) berbeda dilakukan berdasarkan pada Tabel 3

Tabel 2 Komponen-komponen Jaringan yang Digunakan dalam Simulasi

No	Nama	Fungsi	Simbol
1	<i>Application Config</i>	model yang digunakan untuk menentukan jenis aplikasi atau layanan yang akan berlangsung pada user, dalam skripsi ini berupa <i>video conference</i>	 Application Config
2	<i>Profile Config</i>	Model yang digunakan untuk menentukan perilaku yang akan terjadi pada user atau disebut ( <i>user profile</i> )	 Profile Config
3	<i>Ethernet_server_adv</i>	Model yang digunakan untuk merepresentasikan server dengan aplikasi server yang ada	 <i>ethernet_server_adv</i>
4	<i>100BaseT_adv</i>	Model yang digunakan untuk merepresentasikan sambungan ethernet yang beroperasi dengan kecepatan <i>100 Mbps</i>	 <i>100BaseT_adv</i>
5	<i>Wlan_ethernet_router_adv</i>	Model yang digunakan untuk merepresentasikan router berbasis <i>wireless LAN</i> dengan satu ethernet interface	 <i>wlan_ethernet_router_adv</i>
6	<i>Wlan_wkstn_adv</i>	Model yang digunakan untuk merepresentasikan komputer dengan aplikasi <i>client-server</i> yang bekerja pada <i>TCP/IP</i> dan <i>UDP/IP</i>	 <i>wlan_wkstn_adv</i>

**Tabel 3** Skenario Variasi Jumlah *Client* Berdasarkan Tipe *Access Point*

<i>Access Point</i>	Durasi Panggilan Tiap <i>Client</i>	Jumlah <i>Client</i>
802.11a	1 jam	3 <i>client</i>
		6 <i>client</i>
		9 <i>client</i>
		12 <i>Client</i>
802.11b	1 jam	3 <i>client</i>
		6 <i>client</i>
		9 <i>client</i>
		12 <i>Client</i>
802.11g	1 jam	3 <i>client</i>
		6 <i>client</i>
		9 <i>client</i>
		12 <i>Client</i>
802.11n (2,4 GHz)	1 jam	3 <i>client</i>
		6 <i>client</i>
		9 <i>client</i>
		12 <i>Client</i>
802.11n (5 GHz)	1 jam	3 <i>client</i>
		6 <i>client</i>
		9 <i>client</i>
		12 <i>Client</i>

Gambar 4 merupakan konfigurasi *video conference* pada jaringan *Wireless LAN* dengan media IPv6 yang digunakan pada Riverbed Modeler



**Gambar 4** Konfigurasi *Video Conference* pada Jaringan *Wireless LAN* dengan Media IPv6

### Evaluasi Hasil Skenario Jaringan *Wireless-LAN* Aplikasi *Video Conference* dengan Media IPv6

Implementasi yang dilakukan untuk menganalisa pada penelitian ini sebanyak lima skenario berdasarkan tipe *access point* dengan penambahan *client* yang berbeda yang menggunakan aplikasi layanan *video conference*.

### Throughput

*Throughput* menunjukkan jumlah data yang diterima dengan benar pada sisi penerima setelah melewati media transmisi.

Pada skenario *throughput* di WLAN menggunakan *physical characteristic* yang berbeda di tiap tipe. Pada Tabel 4 di jelaskan *physical characteristic* dari tiap tipe sesuai dengan standar IEEE. Lalu dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) dengan karakteristik tiap tipe sesuai dengan Tabel 4.

Didapatkan nilai *throughput* tertinggi pada WLAN 802.11n dengan nilai 4,977 Mbps. Untuk nilai *throughput* pada tipe lain dapat dilihat pada Tabel 5

**Tabel 4** *physical characteristic* sesuai IEEE

Paramete	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n (2,4 Ghz)	802.11n (5 Ghz)
SIFS	16 $\mu$ s	10 $\mu$ s	10 $\mu$ s	10 $\mu$ s	16 $\mu$ s
DIFS	34 $\mu$ s	50 $\mu$ s	28 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s
ACK	24 $\mu$ s	203 $\mu$ s	34 $\mu$ s	24 $\mu$ s	24 $\mu$ s
Preamble	16 $\mu$ s	144 $\mu$ s	20 $\mu$ s	16 $\mu$ s	16 $\mu$ s
Header	4 $\mu$ s	48 $\mu$ s	4 $\mu$ s	4 $\mu$ s	4 $\mu$ s
Overhead (preamble +header)	20 $\mu$ s	192 $\mu$ s	24 $\mu$ s	20 $\mu$ s	20 $\mu$ s
WLAN Data	100 Kbyte	100 Kbyte	100 Kbyte	100 Kbyte	100 Kbyte
Data Rate	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	100 Mbps	100 Mbps

**Tabel 5** Nilai *Throughput* Tiap WLAN

<i>Access Point</i>	<i>Throughput</i> (Mbps)	Jumlah <i>Client</i> (Mbps)			
		3	6	9	12
802.11a	5,366	4,234	2,980	0,655	0,596
802.11b	10,932	4,148	2,379	1,759	1,115
802.11g	5,365	4,236	2,792	1,765	1,656
802.11n (2,4GHz)	9,898	4,917	2,382	1,762	1,181
802.11n (5GHz)	9,884	4,977	3,076	2,824	2,339

### Probabilitas *Packet Loss*

Probabilitas *packet loss* total merupakan probabilitas banyaknya paket yang diterima dalam kondisi salah di sisi penerima. Dari kelima tipe WLAN didapatkan probabilitas *packet loss* terkecil adalah tipe WLAN 802.11n dengan 3 *client* sebesar 0,008. Kualitas *video conference* semakin baik jika *packet loss* yang dihasilkan semakin kecil. Untuk hasil dari tipe lain dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6** Nilai Probabilitas *packet loss* Tiap WLAN

Access Point	Jumlah Client (pps)			
	3	6	9	12
802.11a	0,655	0,855	0,890	0,894
802.11b	0,522	0,856	0,956	0,979
802.11g	0,008	0,044	0,142	0,375
802.11n (2,4GHz)	0,010	0,040	0,121	0,277
802.11n (5GHz)	0,003	0,067	0,113	0,214

**Delay End to End**

*Delay end-to-end* merupakan penjumlahan waktu total pada jaringan IP dari *delay-delay* yang terjadi dalam perjalanan paket dari sumber ke tujuan. Pada penelitian ini pembangkitan *video conference* dilakukan dari awal selama satu jam hingga selesai. Lalu didapatkan hasil analisis semakin banyak jumlah *client* maka *delay* semakin besar. Nilai *delay* paling rendah yaitu pada tipe WLAN 802.11n sebesar 0,003 sec. Untuk hasil dari *delay* tipe WLAN lain dapat dilihat pada Tabel 7.

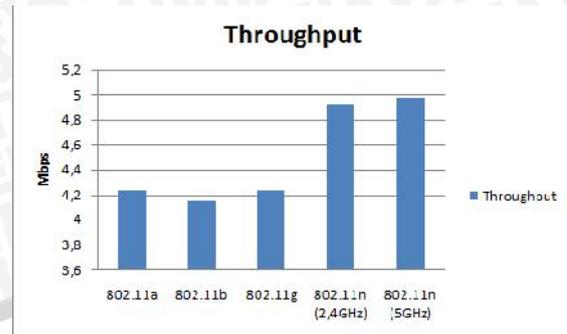
**Tabel 7** Nilai *Delay* tiap WLAN

Access Point	Jumlah Client (sec)			
	3	6	9	12
802.11a	0,054	0,062	0,070	0,086
802.11b	0,065	0,416	0,488	0,515
802.11g	0,008	0,009	0,010	0,018
802.11n (2,4GHz)	0,003	0,007	0,008	0,010
802.11n (5GHz)	0,008	0,010	0,011	0,011

**Analisa Hasil Grafik Tiap Tipe WLAN**

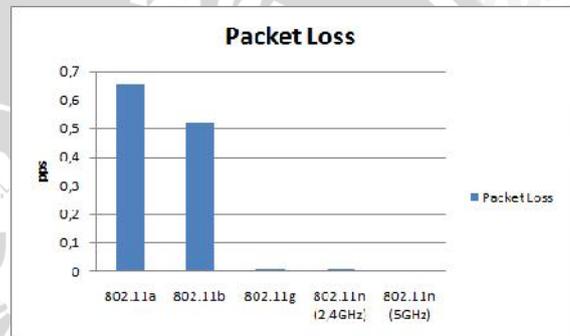
Analisa dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pada *end-to-end delay* WLAN 802.11n memiliki nilai *delay* lebih kecil dibanding dengan tipe 802.11a, 802.11b, dan 802.11g meskipun memiliki jumlah *client* yang sama. *Delay* terkecil untuk *end-to-end delay* adalah 0,008 sec. Grafik yang dibuat menampilkan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay* dengan 3 *client* sebagai acuan.

- Untuk *throughput* dapat dilihat pada Gambar 5, apabila tipe 802.11a dibandingkan dengan tipe 802.11b, 802.11g, dan 802.11n (2,4 GHz), tipe 802.11n (5 GHz) yang menunjukkan hasil *throughput* paling besar yaitu 4,977 Mbps, dan dilihat dari perhitungan WLAN 802.11n dihasilkan *throughput* sebesar 9,884 Mbps yang mencukupi kebutuhan *throughput* pada layanan *video conference* untuk *data rate* 100 Mbps.



**Gambar 5** Grafik perbandingan nilai *throughput* 3 *client*

- Untuk probabilitas *packet loss* dapat dilihat pada Gambar 6, diambil rata-rata dari masing-masing tipe dan diperoleh *packet loss* dengan nilai paling kecil pada tipe 802.11n adalah 0,003.



**Gambar 6** Grafik perbandingan nilai *packet Loss* 3 *client*

- Pertambahan *client* pada setiap tipe WLAN mempengaruhi kinerja pengaksesan layanan *video conference*. Dan semakin kecil *delay* yang dihasilkan pada setiap tipe WLAN maka semakin baik kinerja yang diterima oleh *client*. Grafik perbandingan nilai *delay* tiap tipe WLAN dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7** Grafik perbandingan nilai *Delay End-to-End* 3 *client*

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian menggunakan simulator *Riverbed Modeler* tentang implementasi *video streaming* pada jaringan *Wireless LAN* dengan media IPv6, diperoleh kesimpulan yang diharapkan berguna bagi kelanjutan dalam penyempurnaan sistem ini. Dari hasil pengujian dan analisa diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Network simulator Riverbed Modeler* dapat digunakan untuk mengamati layanan video *streaming* pada jaringan *Wireless LAN* dengan media IPv6. Metodologi yang dilakukan adalah dengan menggunakan jaringan *Wireless LAN*, kemudian mengkonfigurasi *link models* dan *node models*, serta mengimplementasikan jenis layanan yang akan diamati ke dalam jaringan.
2. Pada parameter *throughput* didapatkan bahwa pada tipe WLAN 802.11a memiliki nilai rata-rata *throughput* paling rendah yakni sebesar 2,116 Mbps, sedangkan *throughput* paling tinggi diperoleh dari tipe WLAN 802.11n dengan nilai rata-rata sebesar 3,304 Mbps.
3. Pada probabilitas *packet loss* didapatkan bahwa pada tipe WLAN 802.11b memiliki nilai rata-rata terbesar yakni 0,824, sedangkan *packet loss* yang memiliki nilai rata-rata terkecil dimiliki oleh tipe WLAN 802.11n yakni 0,101. Kualitas video *streaming* akan semakin baik jika probabilitas *packet loss* yang dihasilkan semakin kecil.
4. Pada parameter *end-to-end delay* didapatkan hasil analisis melalui jaringan *Wireless LAN* untuk layanan video *streaming* menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah *client* maka *delay* yang dihasilkan semakin besar. Nilai rata-rata *end-to-end delay* paling tinggi yakni sebesar 0,068 sec dimiliki oleh tipe WLAN 802.11a, sedangkan *end-to-end delay* yang memiliki nilai rata-rata terkecil dimiliki oleh tipe WLAN 802.11n yakni sebesar 0,01 sec.
5. Hasil pengujian dari setiap tipe WLAN menunjukkan bahwa QOS pada tipe 802.11n lebih baik dibanding tipe 802.11a, 802.11b, dan 802.11g dengan nilai rata-rata *end-to-end delay* 0,01 sec, probabilitas *packet loss* 0,101, dan *throughput* 3,304 Mbps.
6. Penambahan jumlah *client* berakibat pada meningkatnya nilai *delay* dan probabilitas *packet loss*. Sedangkan efisiensi *throughput* mengalami penurunan ketika jumlah *client* bertambah banyak, hal itu mengurangi kualitas jaringan *Wireless LAN* untuk layanan video *streaming*.

### B. SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan, ada beberapa parameter atau elemen yang tidak dibahas pada penelitian ini, untuk itu penulis menyarankan :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat membuat simulasi dengan mengimplementasikan pada *mobile node* atau *client* yang dapat bergerak atau berpindah tempat pada saat menggunakan layanan video *streaming*.
2. Penelitian juga bisa dilakukan dengan memvariasikan *data rate* pada masing-masing tipe WiFi, karena penggunaan *data rate* yang berbeda juga mempengaruhi kualitas layanan video *streaming* yang berkaitan dengan besarnya nilai *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Austerberry, David. 2005. *The Technology of Video And Audio Streaming*. UK: Focal Press.
- [2] Geier, Jim. 2005. *Wireless Networks First-Step*. USA: Cisco Press.
- [3] Mellouk, Abdelhamid. 2013. *End-to-end Quality of Service Mechanisms in Next Generation Heterogeneous Networks*. USA: John Wiley & Sons.
- [4] Taufan, Riza. 2002. *Teori dan Implementasi IPv6 Protokol Internet Masa Depan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

