

P-21**EVALUASI PERFORMANSI STREAMING VIDEO MELALUI JARINGAN IP/MPLS*****EVALUATION OF VIDEO STREAMING PERFORMANCE THROUGH NETWORK IP / MPLS***

Zulhelman^{1*}, Rahmat²
^{1,2}PNJ, Kampus Baru UI, Depok

*E-mail: zulhelman@elektro.pnj.ac.id

Diterima 02-10-2018	Diperbaiki 19-11-2018	Disetujui 17-12-2018
---------------------	-----------------------	----------------------

ABSTRAK

Streaming video adalah suatu teknologi untuk memainkan file video secara langsung dan dapat segera dijalankan tanpa harus menunggu selesai didownload. Video tersebut terus “mengalir” tanpa ada intrupsi yang diambil melalui server pada jaringan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi performansi streaming video melalui jaringan IP/MPLS menggunakan router Mikrotik RB941, PC server, dan PC client. Jaringan menggunakan metode forwarding data melalui suatu jaringan yang menggunakan informasi label yang dilekatkan pada paket IP yaitu MPLS. Parameter pengujian performansi QoS adalah delay, throughput, jitter, packet loss, dan menggunakan standar ITU-T G.1010 dan ETSI 1999-2006 di sisi client, dengan variabel banyaknya client, lebar bandwidth pada router dan resolusi video. Video yang dikirimkan terdiri dari 6 macam resolusi. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa Nilai Quality of Service kategori terbaik pada pengujian video dengan resolusi 144p, 240p, 360p, 480p, 720p dan 1080p yang dilakukan pada penelitian ini adalah pada kondisi bandwidth 5 Mbps, 10 Mbps dan 100 Mbps dengan 2 client.

Kata kunci: Streaming, Video, MPLS, QoS, Resolusi, Bandwith, performansi

ABSTRACT

Streaming video is a technology to play video files directly and can be run immediately without having to wait for download. The video continues to "flow" without interference taken through the server on the network. This study attempts to evaluate the performance of video streaming over an IP / MPLS network using a Mikrotik RB941 router, PC server, and PC client. The network uses the data forwarding method through a network that uses the label information attached to the IP packet that is MPLS. The QoS performance testing parameters are delay, throughput, jitter, packet loss, and use the standard ITU-T G.1010 and ETSI 1999-2006 on the client side, with variable number of clients, bandwidth width on the router and video resolution. The video sent consists of 6 kinds resolution. The test results show that the best category of Quality of Service in video testing with 144p, 240p, 360p, 480p, 720p and 1080p resolution which is done in this study is the condition of 5 Mbps, 10 Mbps and 100 Mbps bandwidth with 2 clients.

Keywords: Streaming, Video, MPLS, QoS, Resolution, Bandwidth, Performance

PENDAHULUAN

Jaringan MPLS saat ini banyak digunakan sebagai backbone untuk menyalurkan informasi multimedia. Berbagai bentuk informasi multimedia seperti dokumen berupa folder data, data di jaringan, dan aliran file multimedia. Untuk menyalurkan Data Multimedia tersebut di internet, dibutuhkan bandwidth yang lebih besar. Perkembangan pengguna layanan aplikasi multimedia pada internet yang sangat pesat akan meningkatkan penggunaan bandwidth, jaringan MPLS merupakan salah satu upaya untuk mengatasi kebutuhan bandwidth ini, sehingga jaringan dapat dipercepat.

Aplikasi Multimedia, seperti *internet telephony*, *video streaming* dan *video conferencing systems* sangat sensitif terhadap *delay* yang berubah-ubah dan dapat mentelorir beberapa paket yang hilang selama penyalurannya di Internet, sehingga diperlukan *quality of service* (QoS) untuk menjamin aplikasi multimedia *real-time*. QoS merupakan seperangkat parameter yang menggambarkan kualitas, contoh; *bandwidth*, *throughput*, *delay*, dan *jitter* CPU.

Penerapan jaringan MPLS sudah banyak dilakukan, sehingga perlu dilakukan evaluasi Kinerja Jaringan tersebut, dari hasil evaluasi kinerja tersebut dapat diketahui parameter QoS yang menyebabkan rendahnya kinerja, dan dapat diusulkan perbaikan. Riset yang diusulkan ini mendukung capaian renstra dan peta jalan penelitian perguruan tinggi, khususnya PNJ yaitu *Inovasicontrol system* berbasis *on wire* dan *wireless*, khususnya pada penyediaan infrastruktur komunikasi *wire* dan *wireless*. Temuan dan Luaran inovasi yang ditargetkan adalah hasil evaluasi kinerja sebagai dasar untuk mencari solusi yang tepat untuk menyempurnakan kinerja sehingga berkontribusi pada pengembangan keilmuan unggulan prodi Broadband Multimedia.

Bidang Jaringan sangat penting pada system informasi saat ini, karena jaringan merupakan backbone untuk berbagi informasi pada perusahaan, Situs Pemerintah, dan kelompok-kelompok ilmu pengetahuan. Informasi ini berbentuk *documents*, *data folders*, data yang di share dan diproses oleh berbagai pihak, dan *stream* berkas multimedia.

Data Multimedia membutuhkan bandwidth yang lebar di internet. Selain itu perkembangan pengguna Internet yang sangat pesat pada aplikasi multimedia. Aplikasi multimedia juga dikembangkan pada perangkat mobil oleh industry IT. Untuk mengatasi

kebutuhan bandwidth yang besar itu, beberapa Negara telah mengimplementasikan jaringan backbone berbasis *multiprotocol label switching* (MPLS). Aplikasi multimedia sangat sensitive terhadap delay karena bersifat real time. State of the art penelitian tentang hal ini pada jurnal ilmiah adalah sebagai berikut.

1. Quality of Service (QoS) adalah indikator kinerja pada banyak sistem komunikasi. The Multiprotocol Label Switching (MPLS) adalah bagian dari sistem komunikasi. Salah satu pendekatan untuk mengetahui indikator kinerja QoS untuk MPLS adalah menggunakan router Mikrotik. Skenario pengujian jaringan menggunakan topologi bus, di mana berbagai jenis lalu lintas disampaikan streaming audio dan video yang memiliki berbagai ukuran file yang berbeda. Skenario pertama melibatkan 1 klien untuk mengirim dan skenario lain yang melibatkan 2 klien untuk dikirim. Hasilnya menunjukkan bahwa jaringan MPLS memenuhi standar ITU-T G.114 di mana penundaan diterima rata-rata untuk transmisi data paket kurang dari 150 ms, dalam hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai penundaan di bawah 150 ms di kedua skenario. Nilai packet loss berdasarkan standar ITU-T G.1010 kurang dari 1% di mana hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai packet loss di bawah 1% di kedua skenario. Secara keseluruhan, jaringan MPLS terbukti melayani lalu lintas multimedia yang padat. [1]

2. Video on Demand (VoD) dan video streaming adalah jenis layanan yang digunakan pada jaringan multimedia melalui internet (www) untuk mempermudah pengguna mengakses siaran live. Ini membutuhkan jaringan yang dapat diandalkan agar video yang akan ditampilkan mendapatkan hasil yang maksimal, dimana penelitian ini diimplementasikan menggunakan MPLS-TE (Multi-Protocol Label Switching-Traffic Engineering). Fitur utama dari MPLS adalah TE-nya, yang memainkan peran penting dalam meminimalkan kemacetan dengan load balancing efisien dan manajemen sumber daya jaringan. Karena penundaan jaringan yang lebih rendah, mekanisme forwarding yang efisien, meningkatkan kecepatan transfer paket, skalabilitas dan kinerja yang dapat diprediksi dari layanan yang disediakan oleh teknologi MPLS membuatnya lebih cocok untuk menerapkan aplikasi real-time seperti VoIP dan video streaming. Makalah ini mengevaluasi ukuran kinerja seperti waktu transfer, penundaan, throughput menggunakan

OSPF sebagai protokol routing dan tunneling untuk menentukan jalur dalam proses berbagai jenis lalu lintas (video on demand, video streaming) dalam gerakan mereka dalam jaringan MPLS-TE. Hasil pengujian dari analisis Quality of Service (QoS) mengambil nilai delay minimum pada jurnal referensi MPLS-VPN yang mencapai 9,0 sedangkan nilai maksimum dalam MPLS-TE diperoleh pada analisis yaitu dengan nilai 0,015.[2]

3. Untuk menghilangkan masalah yang terkait dengan jaringan Internet Protocol (IP), Multi-Protocol Label Switching (MPLS) jaringan paket, mereka menggunakan teknologi label switching pada router inti IP untuk meningkatkan mekanisme routing dan membuatnya lebih efisien. Protokol yang dikembangkan mengkonfigurasi paket data dengan label tetap di awal dan di akhir domain MPLS, itu juga memungkinkan penyedia layanan untuk memberikan layanan nilai tambah seperti Virtual Private Network (VPNs), MPLS lebih cepat daripada metode standar routing dan beralih paket data. MPLS traffic engineering (MPLS TE) memberikan pemanfaatan yang lebih baik dari sumber jaringan, sementara MPLS menawarkan implementasi VPN dan interkoneksi dengan jaringan lain untuk mendapatkan komunikasi yang aman dan andal, MPLS ditingkatkan untuk mendukung fungsionalitas routing pada jaringan penyedia layanan IP konvensional. MPLS mengizinkan penyedia layanan untuk menyediakan layanan dukungan pelanggan, dan ini secara alami mendukung Quality of Service (QoS) dengan menyediakan klasifikasi dan paket yang ditandai, menghindari kemacetan, manajemen kemacetan, meningkatkan lalu lintas, dan Signalling. MPLS tidak rumit sama sekali, dan tidak perlu ada perubahan dalam struktur jaringan karena menggunakan satu Infrastruktur Jaringan Terpadu. Juga, tidak perlu menjalankan Border Gateway Protocol (BGP) di inti jaringan MPLS, ini akan meningkatkan efisiensi Internet Service Provider (ISP). Oleh karena itu MPLS menyediakan keandalan komunikasi sekaligus mengurangi penundaan dan mendukung kecepatan transfer paket.[3]

4. Peningkatan jumlah pengguna internet membuat layanan populer sebagai Televisi dan Telepon untuk menggunakan Internet sebagai media untuk menjangkau pelanggan mereka. Namun, menyediakan aplikasi Real-time di Internet adalah tugas yang menantang bagi jaringan IP konvensional karena menggunakan

layanan terbaik yang tidak memberikan jaminan layanan dan Traffic Engineering (TE). Ketika mentransmisikan data real-time dari aplikasi seperti IP telephony, konferensi video, dan penyiaran IP, sangat penting bahwa data ditransmisikan dengan cepat dan bahkan dengan penundaan. Multi-Protocol Label Switching (MPLS) adalah teknologi baru yang memainkan peranan penting. peran dalam jaringan generasi berikutnya dengan menyediakan Quality of Service (QoS) dan TE. Ini mengatasi keterbatasan seperti penundaan yang berlebihan dan hilangnya paket jaringan IP yang tinggi dengan menyediakan skalabilitas dan kontrol kemacetan. Karena latensi rendah dan packet loss rendah selama routing paket MPLS dianggap ideal untuk aplikasi real time. Menggabungkan klasifikasi berbasis DiffServ dan (Per Hop Perilaku) PHBs dengan TE berbasis MPLS mengarah ke QoS sejati dalam backbone paket. MPLS tidak hanya mengoptimalkan QoS di jaringan, tetapi juga menyediakan aplikasi populer seperti virtual private network (VPN) dan pemulihan kegagalan. [4].

5. Dengan kemajuan yang berkelanjutan di Internet perangkat teknologi (IT) seperti ponsel pintar, tablet dan laptop, permintaan aplikasi *real time* juga meningkat. Mekanisme Quality of Service (QoS) yang andal melalui IPv6 untuk videostreaming diperlukan. Kemajuan baru menghasilkan trafik data real time yang sangat besar di internet dan mekanisme yang dapat diandalkan (QoS) telah menjadikannya kebutuhan yang mendesak untuk memenuhi persyaratan teknologi baru dan kompleksitas jaringan. Selanjutnya, Internet Protocol (IP) yang mana ruang alamat IPv4 telah habis dan alamat IPv6 sekarang banyak digunakan. Diperlukan streaming video secara real time peningkatan upaya untuk memenuhi persyaratan pengguna akhir. Pendekatan QoS untuk lalu lintas video streaming IPv6 menggunakan flow Labellapangan untuk mengontrol parameter jaringan telah diusulkan. Diusulkan metode telah dibandingkan dengan berbagai skenario termasuk Skenario best effort dan Differentiated Service (DiffServ) QoS pendekatan. Dalam tulisan ini, kami menyajikan hasil upaya terbaik skenario terhadap kualitas video streaming yang berbeda. [5]

METODOLOGI

Metode penelitian dilakukan dengan 2 tahap yaitu merancang jaringan dan pengujian. Setelah Perancangan dilakukan persiapan berupa router, server, dan PC, sedangkan scenario pengujian ditentukan berdasarkan tujuan dengan menetapkan variable pengujian bandwidth dan resolusi video. Untuk pengujian digunakan perangkat lunak standar, yaitu *Wireshark* dan *Iperf*. Diagram blok Jaringan dan Pengujian Sistem, Gambar 1 terdiri dari *server*, jaringan MPLS, dan PC Client. Blok PC Client terdapat 3 sub-blok, yaitu KODI sebagai media *player* dan *Iperf* serta *Wireshark* yang merupakan *tools* untuk pengukuran parameter *Quality of Service (QoS) streaming* video yang berupa *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput*. *software Wireshark* dan *Iperf* yang akan melakukan *capture* paket data dan melakukan pengukuran *Quality of Service (QoS)* pada saat proses komunikasi berlangsung untuk mendapatkan nilai dari pengukuran *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput*.



Gambar 1 Diagram blok Jaringan dan Pengujian Sistem

masing-masing bagian hasil rancangan kemudian direalisasikan dengan diagram alir seperti pada Gambar 2



Gambar 2 Diagram Alir Realisasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

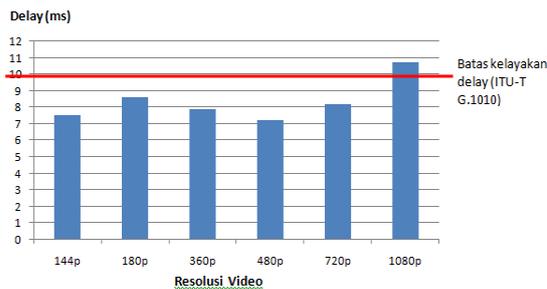
Hasil pengujian performansi *Quality of Services (QoS)* pada jaringan *Multi Protocol Label Switching (MPLS)* saat melakukan *streaming* videodiperoleh dari implementasi rancangan dan pengujian performansi *Quality of Services (QoS)*. Pengujian ini bertujuan mengetahui bagaimana performansi jaringan dengan menggunakan parameter *QoS* pada jaringan *Multi Protocol Label Switching (MPLS)* saat melakukan *streaming* video. Parameter pengujian *Quality of Services (QoS)* berupa *delay*, *throughput*, *jitter* dan *packet loss*. *Tools* untuk melakukan pengukuran *delay* dan *throughput* menggunakan aplikasi *Wireshark* sedangkan untuk melakukan pengukuran *jitter* dan *packet loss* menggunakan aplikasi *Iperf*.

Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1, dimana pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran *Quality of Services (QoS)* pada jaringan *Multi Protocol Label Switching (MPLS)* saat melakukan *streaming video*. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa *bandwidth*, *traffic* dan resolusi video dapat mempengaruhi performansi *Quality of Services (QoS)*. Pengujian dilakukan dengan *2 client* dan *bandwidth* 1 Mbps. Sedangkan variabelnya adalah resolusi video.

Tabel 1 Hasil Pengujian Performansi QOS dengan Bandwidth 1 Mbps, 2 client

Pengujian ke	Bandwidth	Jumlah Client	Resolusi Video	Delay	Jitter	Throughput	Packet Loss	Keterangan
1	1Mbps	2	144p	7.513s	3.484ms	208k	2%	Lancar
2			180p	8.644s	3.019ms	307k	2.9%	Lancar
3			360p	7.914s	3.813ms	695k	3.1%	Lancar
4			480p	7.253s	4.136ms	934k	4%	Lancar
5			720p	8.183s	3.342ms	1171k	4.1%	Lancar
6			1080p	10.74s	2.863ms	1555k	4%	Lancar

Berdasarkan Tabel 1 dibuat grafik pengaruh resolusi video terhadap nilai *delay*,



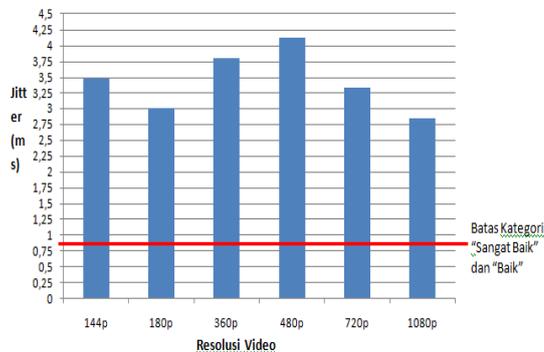
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Resolusi Video Terhadap Delay

Gambar 3 Grafik Pengaruh Resolusi Video Terhadap Jitter

Grafik pada Gambar 4.1, menunjukkan pemutaran video dilakukan dengan resolusi 144p, 180p, 360p, 480p, dan 720p didapatkan nilai *delay* sebesar 7.513s; 8.644; 7.914s; 7.253s dan 8.183s yang dimana nilai *delay* pada pengujian ke-1 sampai ke-5 tidak ada nilai *delay* lebih dari 10s sehingga memenuhi standar ITU-T G.1010. Sedangkan pada pengujian ke-6 saat pemutaran video dengan resolusi 1080p, didapatkan nilai *delay* 10,74s. Nilai *delay* tersebut tidak memenuhi standar ITU-T G.1010 karena *delay* sedikit melebihi 10s, hal ini disebabkan oleh resolusi video 1080p yang mempunyai *size* besar tetapi pemberian *bandwidth* pada jaringan MPLS terlalu kecil yaitu hanya 1 Mbps, yang mengakibatkan peningkatan antrian paket-paket video yang menyebabkan waktu pengukuran paket-paket video (*time span*) meningkat, sehingga jumlah pengurangan antara nilai *time span* dengan *time video* melebihi 10s walaupun tidak terpaut jauh.

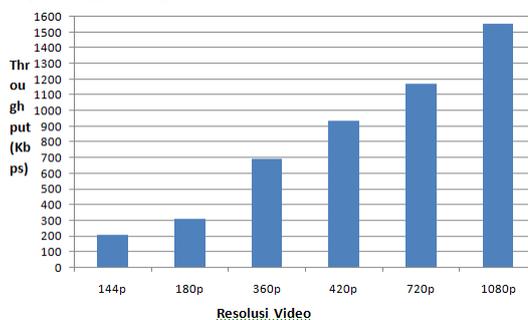
Pada gambar 4.2 grafik menunjukkan nilai *Jitter* dari pengujian ke-1 sampai pengujian ke-6 yaitu 3.484ms, 3.019ms, 3.813ms, 4.136ms, 3.342ms, dan 2.863ms yang memenuhi kategori “Baik” pada standar ETSI 1996-2006. Hal ini disebabkan karena paket-paket video melalui jaringan dengan *bandwidth* yang sebesar 1Mbps pada jaringan

MPLS sehingga meningkatkan antrian paket menyebabkan nilai *delay* yang cenderung tinggi. Nilai *delay* yang tinggi berkorelasi dengan *jitter* yang tinggi juga, sehingga tingginya nilai *jitter* pada pengujian ke-1 sampai ke-6 berada pada kategori “Baik” pada standar ETSI 1996-2006.



Gambar 4 Grafik Pengaruh Resolusi Video Terhadap Jitter

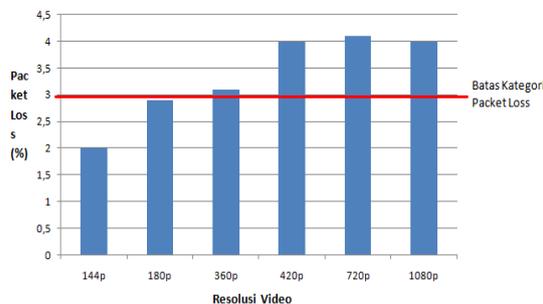
Pada gambar 4.3 grafik menunjukkan nilai *throughput* dari pengujian pertama sampai pengujian ke-6 didapatkan nilai sebesar 208k; 307k; 695k; 934k; 1171k, dan 1555k, nilai tersebut semakin besar berbanding lurus dengan nilai resolusi video. Hal ini terjadi karena pemberian *bandwidth* sebesar 1 Mbps pada jaringan MPLS masih dapat menangani *traffic* dari 2 *client* yang melakukan *streaming* video pada saat yang bersamaan. Terbukti saat melakukan *streaming* video berjalan lancar tanpa *buffering*.



Gambar 5 Grafik Pengaruh Resolusi Video Terhadap Throughput

Pada gambar 4.4 grafik menunjukkan nilai *Packet Loss* pada pengujian ke-1 dan kedua yaitu sebesar 2% dan 2.9% yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik” dan pengujian ke-3 sampai ke-6 yang bernilai 3.1%, 4, 4.1% dan 4% yang termasuk kategori “Baik” berdasarkan ETSI 1996-2006. Resolusi video pada pengujian ke-1 dan ke-2 adalah 144p dan 180p, dimana *size* video terbilang kecil. *Size* tersebut masih dapat di tangani oleh jaringan, walaupun *bandwidth* yang diberikan hanya 1 Mbps paket yang hilang hanya 2% dan 2,9% sehingga termasuk kategori “Sangat

Baik” berdasarkan ETSI 1996-2006. Sedangkan pada pengujian ke-3 sampai ke-6 resolusi video sebesar 360p; 480p; 720p dan 1080p yang dimana jaringan tidak dapat menangani *size* dari video-video tersebut pada kondisi *packet loss* di kondisi dibawah 3 ms sehingga pengujian ke-3 sampai ke-6 masuk dalam kategori “Baik” berdasarkan ETSI 1996-2006.



Gambar 6 Grafik Pengaruh Resolusi Video Terhadap Packet Loss

Pada pengujian *bandwidth* diatur pada nilai 5 Mbps dengan *client* yang melakukan *streaming* secara bersamaan sebanyak 2 *client*. Didapatkan data hasil pengujian pada Tabel 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian Performansi QOS dengan Bandwidth 1 Mbps, 2 client

Pengujian ke	Bandwidth	Jumlah client	Resolusi Video	Delay	Jitter	Throughput	Packet Loss
7	5Mbps	2	144p	9.562	0.212ms	209k	0
8			180p	5.602	0.371ms	360k	0
9			360p	6.27	0.212ms	700k	0
10			480p	4.921	0.319ms	944k	0
11			720p	5.674	0.209ms	1183k	0
12			1080p	5.695	0.160ms	1588k	0

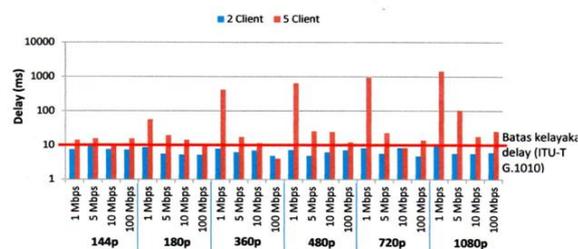
Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa pengaruh resolusi video terhadap nilai *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* yang dapat dilihat nilai *delay* 9.562s; 5.602s; 6.270s; 4.921s; 5.674s dan 5.695s yang dimana nilai *delay* pada pengujian ke-7 sampai ke-12 tidak ada nilai *delay* lebih dari 10s sehingga semua nilai tersebut memenuhi standar ITU-T G.1010. Nilai-nilai *delay* tersebut memenuhi standar ITU-T G.1010 disebabkan oleh kecilnya antrian paket-paket video dari *traffic* 2 *client* yang melakukan *streaming* video di waktu yang bersamaan pada jaringan MPLS dengan *bandwidth* 5 Mbps. Kecilnya antrian paket-paket video tersebut menyebabkan waktu pengukuran paket-paket video (*time span*) tidak meningkat, sehingga jumlah pengurangan antara nilai *time span* dengan *time video* pada pengujian ke-7 sampai ke-12 tidak melebihi 10s.

Pada Tabel 4.2 diketahui nilai *jitter* dari pengujian ke-7 sampai dengan ke-12 didapatkan nilai sebesar 0.212ms; 0.371ms; 0.212ms; 0.319ms; 0.209ms dan 0.160ms yang dimana semua nilai tersebut memenuhi kategori “Sangat Baik” berdasarkan ETSI 1999-2006. Hal ini dikarenakan paket-paket video melalui jaringan dengan lebar *bandwidth* sebesar 5Mbps sehingga antrian paket-paket video tidak terlalu tinggi yang menyebabkan nilai *delay* cenderung rendah. Nilai *delay* yang rendah berkorelasi dengan *jitter* yang rendah juga, sehingga nilai *jitter* pada pengujian ke-7 sampai ke-12 berada pada kategori “Sangat Baik” pada standar ETSI 1996-2006.

Sedangkan pengaruh Resolusi Video terhadap *Throughput* dari pengujian ke-7 sampai ke-12 didapatkan nilai sebesar 209k; 360k; 700k; 944k; 1183k dan 1588k, nilai tersebut semakin besar berbanding lurus dengan nilai resolusi video. Hal ini terjadi karena *bandwidth* sebesar 5 Mbps pada jaringan masih dapat menngangani *traffic* dari 2 *client* yang melakukan *streaming* video pada saat yang bersamaan. Terbukti saat melakukan *streaming* video berjalan lancar tanpa *buffering*.

Pengaruh Resolusi Video Terhadap *Packet Loss* ditunjukkan nilai *Packet Loss* dari pengujian ke-7 sampai ke-12 memenuhi kategori “Sangat Baik” berdasarkan ETSI 2000 1999-2006 karena semua bernilai 0% yang menandakan tidak ada paket yang hilang selama *client* melakukan *streaming* video.

Selanjutnya dilakukan Pengujian 2 *client* dengan *bandwidth* 10 Mbps, 100Mbps dengan *client* yang melakukan *streaming* secara bersamaan sebanyak 2 *client*, dan 5 *client*. pengaruh resolusi video terhadap nilai *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* yang dapat dilihat pada Gambar 7

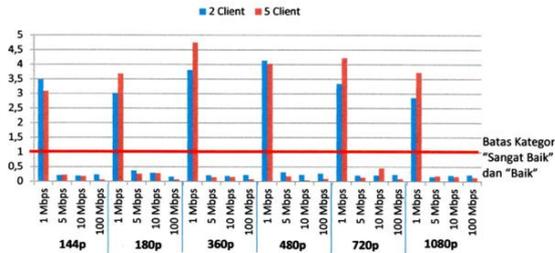


Gambar 7 Grafik Perbandingan delay

Grafik Gambar 5 menunjukkan perbandingan delay antara 2 client dan 5 client terhadap perubahan bandwidth dengan variable resolusi video, terlihat delay pada 2 client untuk semua resolusi dibawah 10 ms kecuali

pada kondisi bandwidth 1 Mbps dengan resolusi video 1080p. Sedangkan pada kondisi 5 client semua delay di atas 10 ms, nilai ini tidak memenuhi standar ITU G.1010. Dapat disimpulkan bahwa jumlah client yang melakukan streaming video sebanyak 2 client lebih baik dibandingkan 5 client.

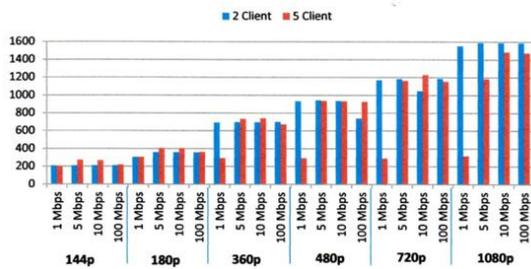
Untuk Jitter dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Grafik Perbandingan jitter

Grafik pada Gambar 8 menunjukkan jitter pada kondisi bandwidth 1 Mbps di semua level resolusi menempati kategori baik berdasarkan ETSI 1999-2006 dengan nilai rata-rata jitter 5 client lebih tinggi dibandingkan 2 client. Sedangkan pada kondisi bandwidth 5 Mbps, 10 Mbps, dan 100 Mbps nilai jitter fluktuatif dan memenuhi kategori sangat baik.

Hasil Pengujian Throughput dapat dilihat pada Gambar 9.

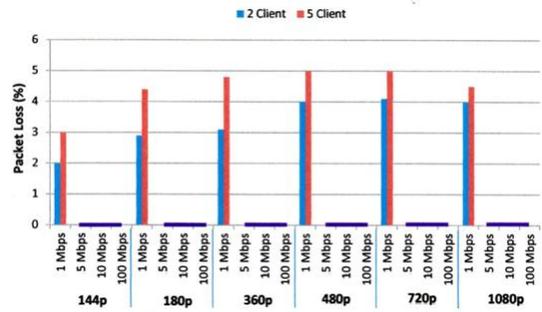


Gambar 9 Grafik Perbandingan Throughput

Gambar 4.6 adalah grafik perbandingan throughput antara 2 client dan 5 client terhadap perubahan bandwidth dan resolusi. Grafik menunjukkan throughput pada kondisi bandwidth 1 Mbps dengan 5 client tidak ada yang melebihi 400 kbps, hal ini disebabkan bandwidth pada jaringan MPLS hanya 1 Mbps tidak dapat menangani trafik yang menyebabkan delay sangat tinggi. Delay yang sangat tinggi ini mengakibatkan waktu pengukuran paket menjadi besar. Sedangkan untuk kondisi 5 Mbps, 10 Mbps, dan 100 Mbps dengan semua level resolusi, throughput

mengikuti resolusi video pada jumlah client 2 atau 5.

Hasil pengujian paket loss dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 10 Grafik Perbandingan Packet loss

Gambar 10 memperlihatkan pada kondisi bandwidth 1 Mbps di setiap level resolusi paket loss dengan 5 client lebih tinggi dibandingkan 2 client, sedangkan pada bandwidth 5 Mbps, 10 Mbps, dan 100 Mbps, paket loss 0 % pada semua resolusi video.

KESIMPULAN

Hasil pengujian performansi jaringan MPLS dalam streaming video, dengan parameter pengukuran *delay* dipengaruhi oleh resolusi dan jumlah client. Pada kondisi jumlah *client* 5, semua nilai *delay* tidak memenuhi standar ITU-T G.1010. Nilai *jitter* dari pengujian video dengan *client* 2 dan 5 pada resolusi video 144p, 180p, 360p, 720p, dan 1080p memenuhi kategori "Sangat Baik" pada bandwidth 5 Mbps, 10 Mbps dan 100 Mbps berdasarkan ETSI 1999-2006. Sedangkan pada bandwidth 1 Mbps kualitas *jitter* hanya memenuhi kategori "Baik" berdasarkan ETSI 1999-2006 dengan *client*.

Nilai *throughput* terkecil terdapat pada kondisi bandwidth sebesar 1 Mbps dengan jumlah *client* yang melakukan *streaming* video sebanyak 5.

Packet Loss pengujian video dengan *client* 2 dan 5 pada resolusi video 144p, 180p, 360p, 720p, dan 1080p memenuhi kategori "Sangat Baik" pada kondisi bandwidth 5 Mbps, 10 Mbps dan 100 Mbps berdasarkan ETSI 1999-2006. Sedangkan pada bandwidth 1 Mbps kualitas *jitter* hanya memenuhi kategori "Baik" berdasarkan ETSI 1999-2006.

Kondisi terbaik untuk melakukan *streaming* video dengan resolusi 144p, 240p, 360p, 480p, 720p dan 1080p adalah pada bandwidth 5 Mbps, 10 Mbps dan 100 Mbps dengan 2 *client*.

SARAN

Karena kondisi terbaik untuk melakukan *streaming* video dengan resolusi 144p, 240p, 360p, 480p, 720p dan 1080p adalah pada *bandwidth* 5 Mbps, 10 Mbps dan 100 Mbps dengan 2 *client* maka disarankan untuk mencari solusi agar jaringan ini scalable.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gozali . 2017. Analisa *Quality of Service* (QoS) Trafik *Multimedia* Pada Pemodelan Jaringan *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) Menggunakan *Router* Mikrotik. Jom FTEKNIK Volume 4 No. 2.
- [2] Wahanani' . Saputra, Freitas. 2018. Performance Analysis of Video on Demand and Video Streaming on The Network MPLS Traffik Engineering, International Journal of GEOMATE, Vol.15, Issue 50, pp. 141 – 148.
- [3] Albdoor.2017. Analysis of MPLS and IP Networks Performance to Improve the Qos using Opnet Simulator. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences Vol. 8 No. 1, ISSN 2079-8407.
- [4] Almofari.2017. Study of Voice and Video Performance on IP and MPLS Networks. J. Modern Sci. Eng. Vol.1, No.1 (7112) 1-9
- [5] Hassan. Jabbar. “End-to-End (e2e) Quality of Service (QoS) For IPv6Video Streaming”, ICACT 19 ~ 22.