

QUALITY of SERVICE (QoS) JARINGAN 4G LTE PADA LAYANAN VIDEO CONFERENCE STUDI KASUS DI PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Ahmad Hibatul Wafie¹, Eka Purwa Laksana²

1. Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
wafywafay@gmail.com
2. Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
eka.purwalaksana@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Video conference merupakan layanan yang dapat mempertemukan dua pihak atau lebih dengan memanfaatkan jaringan internet broadband. Banyak manfaat yang dapat dirasakan melalui layanan ini. Salah satunya adalah dapat melakukan diskusi ataupun rapat tanpa pertemuan secara langsung. Dengan begitu waktu yang digunakan akan lebih efisien karena dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja. Pada video conference itu sendiri terdapat dua teknik untuk terhubung dengan layanan ini yaitu point to point atau sering disebut video chatting dan multipoint atau disebut dengan video call group. Adapun untuk melakukan video conference ini, dibutuhkan jaringan internet yang memiliki konektivitas yang tinggi dan jaringan yang stabil. Parameter Quality of Service (QoS) dapat dimanfaatkan untuk mengetahui apakah jaringan tersebut sudah layak untuk melakukan video conference. Pada penelitian ini dilakukan pengaplikasian jaringan 4G LTE untuk melakukan video conference di area perpustakaan Universitas Budi Luhur dan dilakukan perbandingan kinerja antara waktu pagi, siang, dan malam hari. Selanjutnya disimulasikan dan diuji performansinya pada layanan Transmission Control Protocol (TCP) berupa download file serta Real-time Transport Protocol (RTP) berupa video conference dengan pencarian QoS berupa parameter delay, jitter, packet loss, dan throughput. Dalam hasil simulasi serta analisis dengan menggunakan GNS3 (Graphic Network Simulator3) dan wireshark didapat bahwa berdasarkan pada pengujian performansi jaringan 4G LTE pada waktu siang hari lebih baik dari pada waktu pagi dan malam hari ketika melakukan pengiriman paket TCP dan RTP.

Kata kunci: video conference; 4G LTE; QoS; TCP; RTP; GNS 3; wireshark;

ABSTRACT

Video conferencing is a service that can bring together two or more parties by utilizing broadband internet network. Many benefits can be felt through this service. One of them is able to hold discussions or meetings without meeting directly. That way the time will be more efficient because it can be done anytime and anywhere. In the video conference itself there are two techniques to connect with this service is point to point or often called video chat and multipoint or called video call group. As for doing this video conference, internet network needs that have high connectivity and stable network. The Quality of Service (QoS) parameter can be used to determine whether the network is eligible for video conferencing. In this research the application of 4G LTE network to do video conference in the library area of Budi Luhur University and performed performance comparison between the time of morning, afternoon, and night. Furthermore, simulated and tested its performance on Transmission Control Protocol (TCP) service in the form of file download and Real-time Transport Protocol (RTP) in the form of video conference with QoS search in the form of delay, jitter, packet loss and throughput parameters. In the simulation and analysis results using GNS3 (Graphic Network Simulator3) and wireshark it is found that based

on testing of LTE 4G network performance during the day is better than at the time of morning and night when sending TCP and RTP packets.

Keywords— video conference; 4G LTE; QoS; TCP; RTP; GNS 3; wireshark;

1. PENDAHULUAN

Video conference merupakan layanan yang menyediakan fasilitas dua pihak atau lebih yang biasanya dilakukan dalam satu ruangan atau tidak dalam satu ruangan menggunakan jaringan internet broadband. Fakta ini membuat para operator dan penyedia layanan bersaing untuk menyediakan suatu jaringan untuk layanan *video conference* dengan kualitas yang terbaik. Berdasarkan permasalahan tersebut, akan diujikan penggunaan *video conference* pada jaringan 4G LTE di area perpustakaan Universitas Budi Luhur. Pengguna internet di area perpustakaan Universitas Budi Luhur relatif ramai pada waktu pagi sampai sore hari, sedangkan pada waktu malam hari cenderung sedikit. Kondisi tersebut mempengaruhi kecepatan akses internet yang didapat pada setiap *user*. Untuk melakukan sebuah analisis jaringan, maka akan dilakukan perbandingan kinerja jaringan ketika melakukan *video conference*, *download file*, maupun melakukan keduanya secara bersamaan agar mendapatkan hasil yang terbaik.[14]

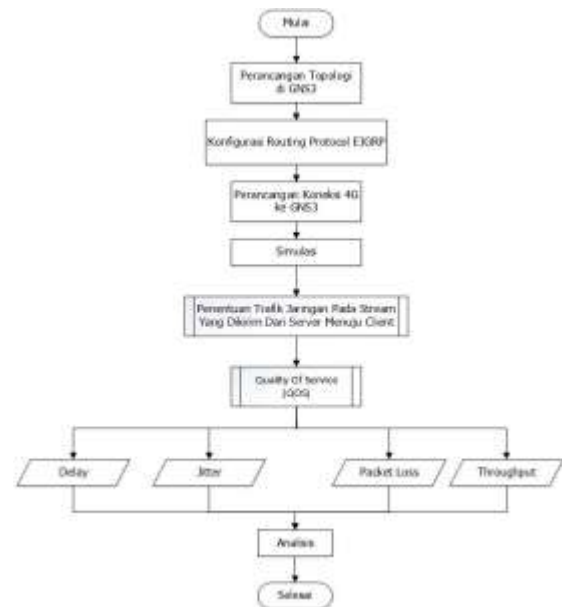
Pada penelitian ini dilakukan simulasi performansi kinerja dari jaringan 4G LTE yang diterapkan pada jenis *routing* EIGRP pada IPv4 di area perpustakaan Universitas Budi Luhur. Selanjutnya disimulasikan dan diuji performansinya pada layanan *Transmission Control Protocol* (TCP) berupa *download file* serta *Real-time Transport Protocol* (RTP) berupa *audio* dan *video* secara *live* dengan pencarian *Quality of Service* (QoS) berupa parameter *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Kemudian jaringan yang dipilih dalam simulasi dan analisa tugas akhir ini adalah jaringan 4G LTE dengan menggunakan topologi yang telah didesain dan dilakukan pengujian di area perpustakaan Universitas Budi Luhur. Sehingga dapat mengetahui performa jaringan 4G LTE ketika melakukan *video conference*, *download file*, dan melakukan keduanya secara bersamaan menggunakan *routing* EIGRP dengan harapan dapat meningkatkan performa jaringan 4G LTE untuk *video conference* maupun yang lainnya.

2. PERANCANGAN SISTEM DAN METODE PENGUJIAN

2.1 Diagram alir metode penelitian

Telah dirancang suatu pemodelan sistem dengan metode penelitian yang digunakan dalam pencarian *quality of service* berupa parameter *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. *Quality of services* didapatkan menggunakan perangkat lunak *wireshark*. Kemudian konfigurasi jaringan dalam simulasi menggunakan perangkat lunak GNS3

Berikut merupakan diagram alir metode penelitian.

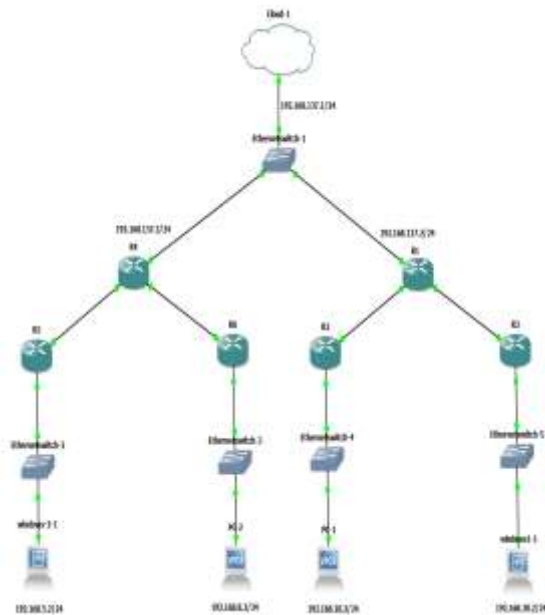


Gambar 2.1 Diagram alir metode penelitian

Gambar 2.1 menunjukkan tahapan dalam perencanaan dan simulasi penelitian. Setelah memulai penelitian, langkah selanjutnya adalah penentuan skenario yaitu merancang jaringan topologi. Topologi yang digunakan pada penelitian ini adalah topologi yang didesain dengan mengacu pada topologi *star*. Pada topologi jaringan ini menggunakan pengalamatan IPv4 dengan *routing protocol* EIGRP. Kemudian langkah selanjutnya menentukan alamat setiap *subnet* yang akan dibuat, dan dilakukan konfigurasi untuk masing-masing *routing protocol* pada *router* dengan *software* GNS3. Setelah konfigurasi *routing protocol* pada *router* selesai, dilanjutkan dengan konfigurasi untuk koneksi 4G ke GNS3. Setelah itu dilanjutkan dengan memulai tahap simulasi berupa *download file* di *internet* dan melakukan *video conference* dari *client* 1 menuju *client* 2 melalui beberapa *router* yang sudah dirancang. Setelah tahap simulasi selesai selanjutnya pengambilan paket data yaitu *capture traffic*. *Capture* yang dilakukan pada *client* dan *interface router* yang terhubung ke *router* lain pada *software wireshark*. Tahap selanjutnya pengujian penentuan trafik jaringan yang dipilih dari masing-masing *routing protocol* dari *client-1* menuju *client-2*. Setelah diuji berdasarkan skenario, maka didapat nilai QoS (*Quality of Services*) berupa nilai *delay*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa serta menyimpulkan hasil pengujian yang telah diperoleh.

2.2 Desain topologi jaringan

Adapun pemodelan sistem secara garis besar yang digunakan pada penelitian ini dapat dimodelkan seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Model sistem topologi star pada GNS3

Pada gambar 2.2 model yang disimulasikan dengan menggunakan 6 buah router cisco seri c3725 yang mendukung pengalamatan IPv4 serta *routing protocol* IPv4 EIGRP, serta 5 buah switch untuk menghubungkan antar router, 2 buah VirtualBox windows yang sudah terpasang windows 7, 2 buah VPCS untuk menguji *trace route* antar kedua windows, dan menambahkan 1 host atau cloud sebagai server yang terhubung dengan internet. Untuk media pengujiannya dilakukan download file dan video conference melalui 2 buah VirtualBox windows sebagai client-1 dan client-2 dan diakses melalui cloud atau internet.

2.3 Perlengkapan hardware yang digunakan

Perlengkapan hardware yang digunakan dalam melakukan simulasi pada penelitian ini, diantaranya yaitu asus A451Ln, Mi-Fi BOLT E5372, dan M-Tech Web Cam WB-100.

2.4 Perlengkapan software yang digunakan

- GNS3 2.1.3 sebagai media simulasi jaringan
- C3725-advipservicesk9-mz.152-4.S5.image IOS router cisco
- Wireshark sebagai capture paket jaringan
- Oracle VM VirtualBox sebagai client
- Skype sebagai media video conference

2.5 Metode Pengujian

2.5.1 Pengujian pemilihan jalur

Pengujian pada penelitian ini akan dilakukan dengan cara menentukan *trace route* yang akan dilewati paket data dari masing-masing topologi jaringan. Kemudian akan menampilkan *routing table* sebagai penyimpan informasi rute-rute atau jalur untuk mencapai jaringan yang lain, dan *routing table* juga menyimpan *metric* dari rute-rute yang ada. Untuk melihat *routing table* dari router dapat dilakukan dengan mengetikkan perintah **“trace route”** atau **“tracert”** digunakan untuk mengetahui jalur yang akan dilalui paket data. Tracert menggunakan protokol ICMP (*Internet Control Messaging Protocol*), protokol ini bekerja dengan mengirimkan ICMP *echo request* ke alamat tujuan. Rute yang dilalui dan ditampilkan adalah daftar *interface router* yang digunakan pada jalur antara host dan tujuan. Pada pengujian dilakukan perintah *tracert* dari server ke client, hal ini dilakukan untuk mengetahui jalur atau router mana saja yang dilalui oleh paket untuk menuju client.[8]

2.5.2 Pengujian paket TCP

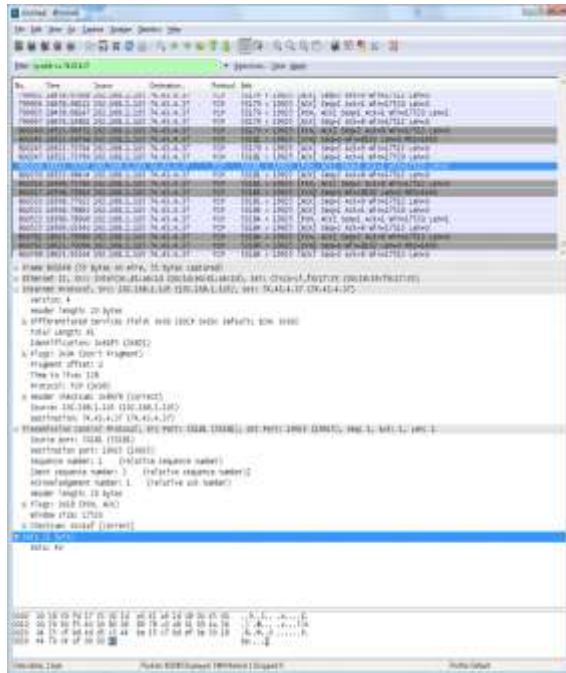
Pengujian pada paket TCP dilakukan dengan download file dari server (internet) menuju client dengan ukuran 50 MB. Pengujian dilakukan dengan skenario pengambilan data pada pagi, siang, dan malam hari dengan setiap waktu melakukan 5 kali pengujian. Kemudian untuk dapat menganalisis pengiriman paket data TCP maka akan diambil data dari *software network analyzer wireshark*, guna mendapatkan hasil parameter QoS pada pengiriman file berlangsung di dalam jaringan IPv4. Parameter QoS yang akan diamati dan diambil pada TCP adalah *delay*, *jitter*, dan *throughput*. [8]

2.5.3 Pengujian paket RTP

Pada pengujian ini digunakan pengiriman paket data RTP berupa audio dan video yang dikirim dari client-1 menuju client-2 melalui server (internet). Pengujian pada RTP menggunakan *software Skype* pada client-1 dan client-2. Penelitian dilakukan dengan memulai *video conference* pada client-1 dan client-2 yang terhubung oleh server. Dilakukan pengamatan data dari hasil *capture network analyzer wireshark*. Kemudian didapat hasil rata-rata *delay*, *packet loss*, *throughput* dan *jitter*. Dari pengukuran berdasarkan analisis data dari *software network analyzer wireshark* didapatkan statistik sebagai acuan dalam melakukan analisa.

2.6 Skenario pengujian performansi

Setelah konfigurasi *router*, untuk melanjutkan skenario penelitian, kemudian dilakukan pencarian *quality of service* yang didapatkan dari *result* yang dihasilkan *software* wireshark yang digunakan untuk menangkap trafik masuk ke *client* pada pengujian TCP dan RTP, seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Wireshark

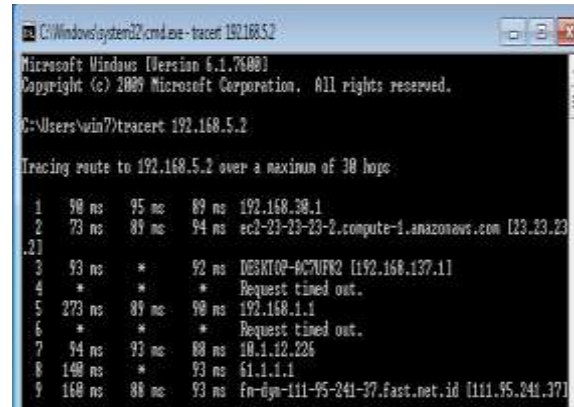
3. HASIL SIMULASI DAN ANALISA

3.1 Pengujian pemilihan jalur

Setelah semua *router*, *server*, *client* dikonfigurasi dan topologi jaringan sudah terhubung secara baik untuk jaringan 4G LTE, maka dapat dilakukan pengujian pemilihan jalur. Berikut adalah hasil pengujian dari 2 *client* yang digunakan untuk *video conference* yang diuji dalam pemilihan jalur dari *server* menuju *client*.

3.1.1 Pengujian client-1 menuju client-2

Jaringan 4G LTE merupakan jaringan yang dipilih untuk melakukan pengujian sebagai *server* (*internet*). Kemudian untuk menguji jalur yang dipilih *routing table*, maka dilakukan dengan *trace route* pada *client-1* menuju *client-2* pada jaringan 4G LTE dengan perintah "*tracert*" 192.168.5.2. Dengan perintah *trace route* dapat diketahui *interface-interface* dan *router* yang dilalui paket untuk mencapai tujuan. Pada gambar 3.1 adalah hasil perintah *tracert* dari *client-1* ke *client-2*.

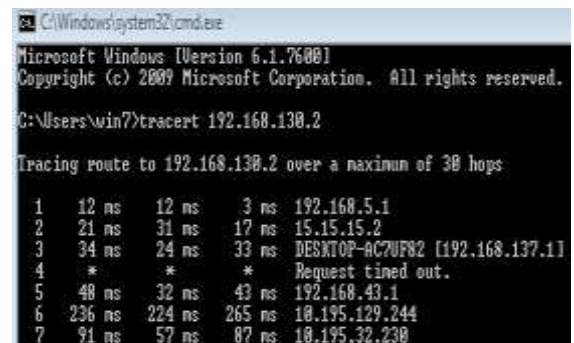


Gambar 3.1 Hasil trace route client-1 menuju client-2

Pada jaringan yang disimulasikan, dapat dilihat pada gambar 3.1 pemilihan jalur menggunakan topologi *star*, sehingga paket data yang dikirim akan mencari jalur tercepat untuk mencapai tujuan. Yaitu dari *client-1* menuju R1, dan terakhir melalui *cloud* (*internet*) sehingga dapat dikatakan pengujian benar-benar menggunakan jaringan internet 4G LTE.

3.1.2 Pengujian client-2 menuju client-1

Jaringan 4G LTE merupakan jaringan yang dipilih untuk melakukan pengujian sebagai *server* (*internet*). Kemudian untuk menguji jalur yang dipilih *routing table* dilakukan dengan *trace route* pada *client-2* menuju *client-1* pada jaringan 4G LTE dengan perintah "*tracert*" 192.168.30.2. Dengan perintah *trace route* dapat diketahui *interface-interface* dan *router* yang dilalui paket untuk mencapai tujuan. Pada gambar 3.2 adalah hasil perintah *tracert* dari *client-2* ke *client-1*.



Gambar 3.2 Hasil trace route client-2 menuju client-1

Pada jaringan yang disimulasikan, dapat dilihat pada gambar 3.2 pemilihan jalur menggunakan topologi *star*, sehingga paket data yang dikirim akan mencari jalur tercepat untuk mencapai tujuan. Yaitu dari *client-2* menuju R4, dan terakhir melalui *cloud* (*internet*) sehingga dapat dikatakan pengujian benar-benar menggunakan jaringan internet 4G LTE.

3.2 Pengujian performa dengan pengiriman paket TCP

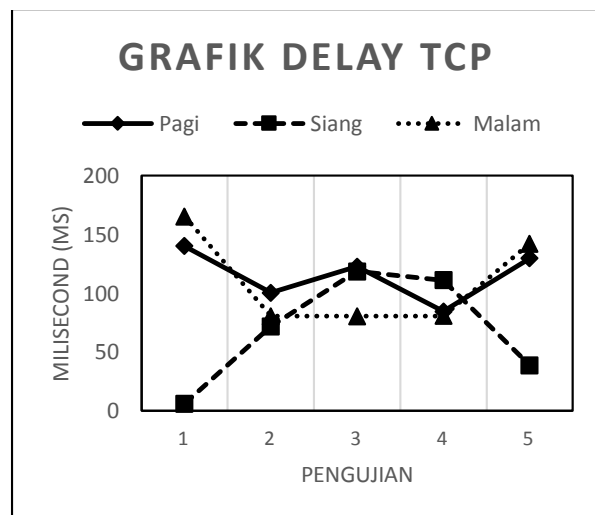
3.2.1 Pengujian delay paket TCP

Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari suatu node ke node lain yang menjadi tujuannya. Pengukuran

delay ini diambil *sample* yang diperoleh dari 10 paket pertama dari masing-masing paket yang dikirim dengan ukuran file yang sama yaitu 50MB melalui 5 kali pengujian pada waktu pagi, siang, dan malam hari. Lalu didapatkan rata-rata *delay* pada masing-masing pengujian yang telah diamati. Dari pengukuran berdasarkan analisis data dari *wireshark* rata-rata *delay* paket TCP didapatkan statistik pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil *delay* paket TCP

Pengujian	Ukuran File	Milisecond (ms)		
		Pagi	Siang	Malam
1	50 MB	140.00	6.15	165.10
2	50 MB	100.46	71.85	80.54
3	50 MB	122.62	118.43	80.38
4	50 MB	84.64	110.96	80.74
5	50 MB	129.65	38.66	142.16
Jumlah		577.37	346.05	548.92
Rata-rata		115.47	69.21	109.78



Gambar 3.3 Hasil pengujian *delay* TCP

Dari grafik pengujian *delay* paket TCP ini didapatkan bahwa pengujian pada siang hari terjadi *delay* yang cukup rendah yaitu dengan rata-rata sebesar 69.21 ms, sedangkan *delay* tertinggi terjadi pada malam hari dengan rata-rata yaitu sebesar 109.78 ms. Dalam parameter *delay* kenaikan nilai yang sangat tinggi dari paket sebelumnya dapat membuat waktu pengiriman paket data terhambat. Perlu diketahui bahwa nilai *delay* tidak *absolute* karena dipengaruhi oleh kondisi jaringan pada saat pengiriman paket data.

Kondisi jaringan terbaik terjadi pada saat siang hari dengan *range signal* 4 bar, kondisi tersebut mengindikasikan *signal* terbaik pada Mi-Fi BOLT. Pada saat pengujian di pagi hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar antara 2 dan 3 bar. Kemudian pengujian pada malam hari, *range signal* pada Mi-

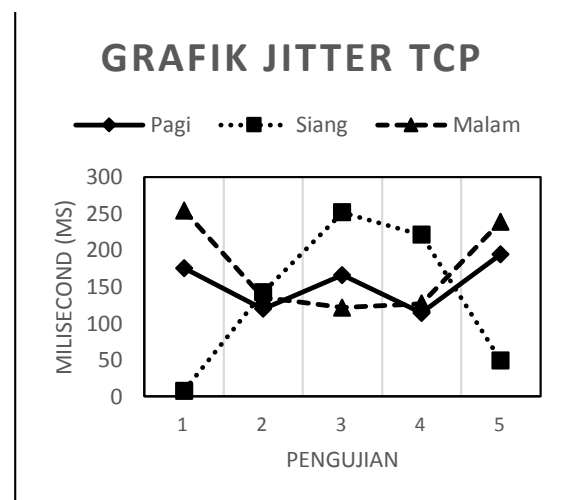
Fi BOLT sebesar 3 bar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi jaringan tidak stabil.

3.2.2 Pengujian *jitter* paket TCP

Jitter adalah suatu parameter yang menunjukkan variasi *delay* antar paket dalam waktu pengolahan data. Jaringan yang baik adalah jaringan yang memiliki nilai *jitter* yang kecil. Pengujian *jitter* ini diperoleh dari hasil dari rata-rata 10 paket pertama dari masing-masing paket yang dikirim dengan ukuran file yang sama melalui 5 kali pengujian pada waktu pagi, siang, dan malam hari. Dari pengukuran berdasarkan analisis dari *network analyzer wireshark* didapatkan statistik pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil *jitter* paket TCP

Pengujian	Ukuran File	Milisecond (ms)		
		Pagi	Siang	Malam
1	50 MB	175.41	7.60	253.94
2	50 MB	119.44	142.22	135.08
3	50 MB	165.65	251.46	121.34
4	50 MB	113.91	220.76	126.82
5	50 MB	194.40	48.58	238.64
Jumlah		768.81	670.62	875.82
Rata-rata		153.76	134.12	175.16



Gambar 3.4 Hasil pengujian *jitter* TCP

Dari grafik pengujian *jitter* paket TCP ini didapatkan bahwa pengujian pada siang hari terdapat *jitter* yang cukup rendah yaitu dengan rata-rata sebesar 134.12 ms, sedangkan *jitter* tertinggi terjadi pada malam hari dengan rata-rata yaitu sebesar 175.16 ms. Secara umum nilai *jitter* meningkat dengan nilai besaran yang fluktuatif. Hal ini terjadi karena waktu pengiriman yang berbeda beda sehingga nilai *jitter* tidak stabil.

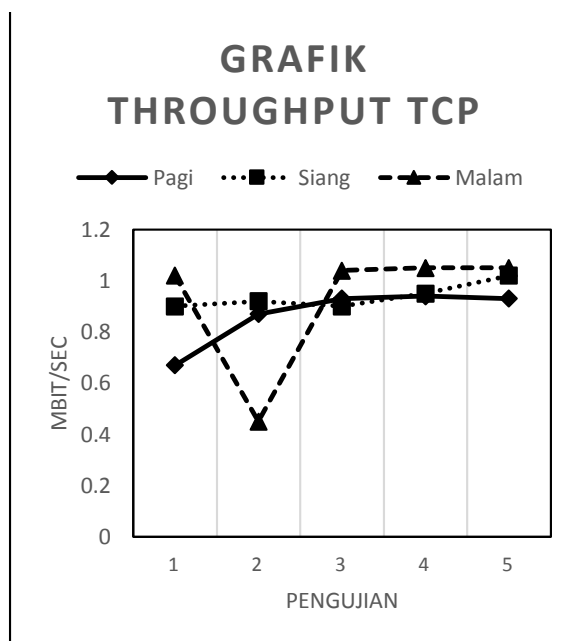
3.2.3 Pengujian *throughput* paket TCP

Throughput adalah parameter yang menunjukkan jumlah bit rata-rata data yang dapat ditransfer dari satu *node* ke *node* yang lain perdetiknya dalam suatu jaringan yang terbentuk. Pengujian *throughput* ini diperoleh dari hasil dari rata-rata 5 kali percobaan

pada ukuran *file* yang sama yang dikirim pada masing-masing waktu pagi, siang, dan malam yang ditangkap oleh *network analyzer wireshark*. Dari data hasil pengujian pada masing-masing waktu didapatkan analisis data yang ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil throughput paket TCP

Pengujian	Ukuran File	Mbit/sec		
		Pagi	Siang	Malam
1	50 MB	0.67	0.90	1.02
2	50 MB	0.87	0.92	0.45
3	50 MB	0.93	0.90	1.04
4	50 MB	0.94	0.95	1.05
5	50 MB	0.93	1.02	1.05
Jumlah		4.34	4.70	4.61
Rata-rata		0.86	0.94	0.92



Gambar 3.5 Hasil pengujian throughput TCP

Pada pengujian didapatkan nilai *throughput* pada waktu siang hari memiliki rata-rata nilai atau kecepatan akses data paling besar sebesar 0.94 Mbit/s, sedangkan pada malam hari memiliki rata-rata atau kecepatan akses data sebesar 0.92 Mbit/s, dan pada pagi hari memiliki rata-rata atau kecepatan akses sebesar 0.86 Mbit/s dalam setiap ukuran *file* yang sama. Dari pengujian *throughput* paket TCP ini didapatkan bahwa pengujian pada siang hari terdapat *throughput* yang cukup tinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 0.94 Mbit/s, sedangkan *throughput* terendah terjadi pada pagi hari dengan rata-rata yaitu sebesar 0.86 Mbit/s. Karena *throughput* menunjukkan kecepatan transfer data suatu jaringan, semakin besar nilai *throughput* akan semakin baik performa jaringan tersebut.

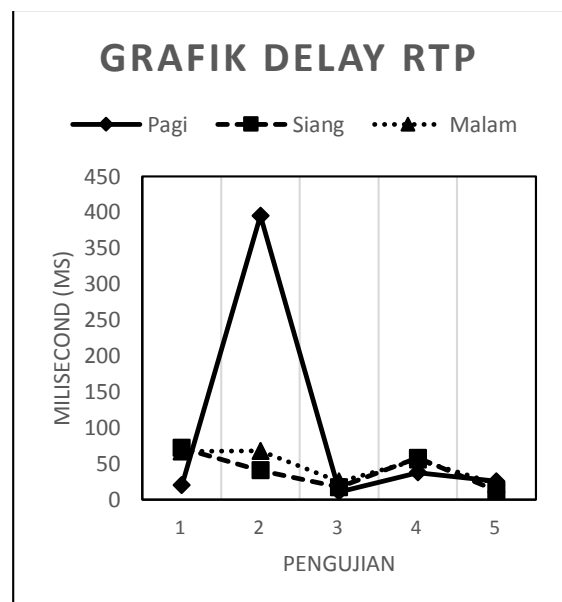
3.3 Pengujian performa dengan pengiriman paket RTP (Video Conference)

3.3.1 Pengukuran delay paket RTP

Delay merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari suatu node ke node lain yang menjadi tujuannya dalam suatu jaringan. Pengukuran *delay* ini diambil *sample* diperoleh 10 paket pertama dari paket yang dikirim pada masing-masing waktu. Lalu didapatkan rata-rata *delay* pada masing-masing pengujian yang telah diamati. Dari pengukuran berdasarkan analisis data dari *wireshark* rata-rata *delay* paket RTP pada saat *video conference* didapatkan statistik pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil delay paket RTP Video Conference

Pengujian	Milisecond (ms)		
	Pagi	Siang	Malam
1	20.22	71.96	66.93
2	395.14	40.81	67.66
3	10.93	17.18	25.05
4	37.70	58.00	55.67
5	25.40	12.54	21.70
Jumlah	489.39	200.49	237.01
Rata-rata	97.87	40.09	47.40



Gambar 3.6 Hasil pengujian delay RTP Video Conference

Dari grafik pengujian *delay* paket RTP *video conference* ini didapatkan bahwa pengujian pada siang hari terjadi *delay* yang cukup rendah yaitu dengan rata-rata sebesar 40.09 ms, sedangkan *delay* tertinggi terjadi pada pagi hari dengan rata-rata yaitu sebesar 97.87 ms. Dalam parameter *delay* kenaikan nilai yang sangat tinggi dari paket sebelumnya dapat mengganggu visual yang ditampilkan saat paket data dikirim. Serta dapat menyebabkan kehilangan paket atau *packet loss*. Sedangkan nilai *delay* dari 5 kali pengujian pada waktu siang hari cenderung stabil. Kondisi jaringan terbaik terjadi pada saat siang hari dengan *range signal* 4 bar, kondisi tersebut

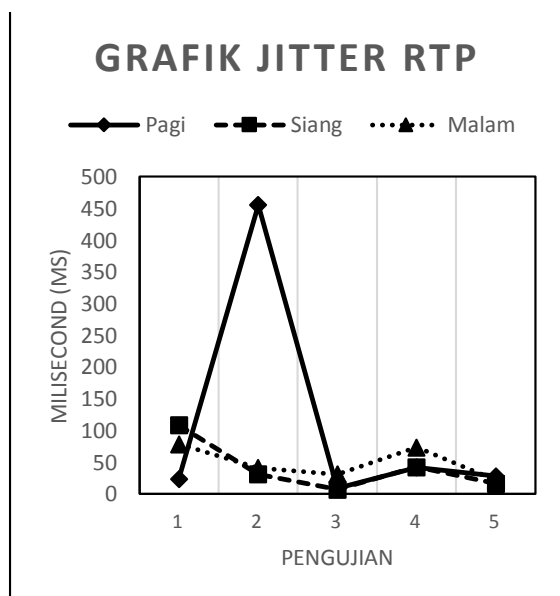
mengindikasikan *signal* terbaik pada Mi-Fi BOLT. Pada saat pengujian di pagi hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar antara 2 dan 3 bar. Kemudian pengujian pada malam hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar 3 bar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi jaringan tidak stabil.

3.3.2 Pengujian jitter paket RTP

Jitter adalah suatu parameter yang menunjukkan variasi *delay* antar paket dalam pengiriman yang sama. Jaringan yang baik adalah jaringan yang memiliki nilai *jitter* yang kecil. *Jitter* memiliki efek pada *real-time*, aplikasi yang mempunyai *delay* sensitif seperti suara dan video. *Jitter* dapat menyebabkan *packet loss* terutama pada kecepatan transmisi yang tinggi. Pengujian *jitter* ini diperoleh dari 10 paket pertama dari paket yang dikirim pada masing-masing waktu yang diamati. Dari pengukuran berdasarkan analisis dari *network analyzer wireshark* didapatkan statistik pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil jitter paket RTP Video Conference

Pengujian	Milisecond (ms)		
	Pagi	Siang	Malam
1	24.08	108.55	78.86
2	455.42	31.35	41.33
3	9.11	7.35	31.35
4	42.30	42.75	73.90
5	28.42	16.50	21.78
Jumlah	559.33	206.5	247.22
Rata-rata	111.86	41.3	49.44



Gambar 3.7 Hasil pengujian jitter RTP Video Conference

Dari grafik pengujian *jitter* paket RTP *video conference* ini didapatkan bahwa pengujian pada siang hari terdapat *jitter* yang cukup rendah yaitu dengan rata-rata sebesar 41.3 ms, sedangkan *jitter*

tertinggi terjadi pada malam hari dengan rata-rata yaitu sebesar 111.86 ms. Secara umum nilai *jitter* meningkat dengan nilai besaran yang fluktuatif.

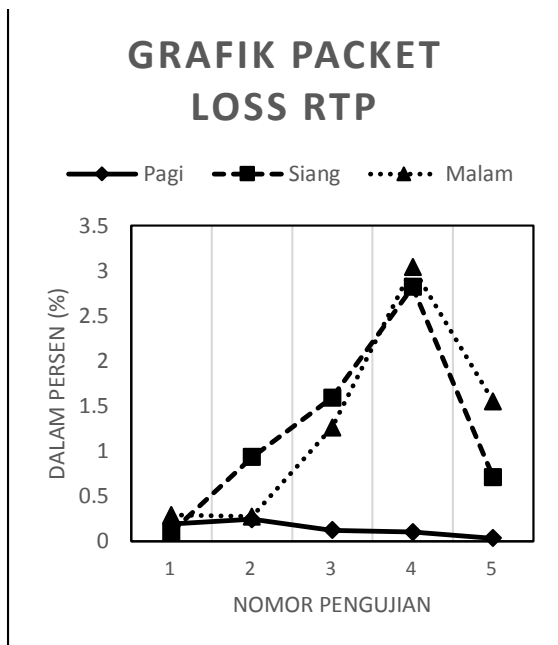
Hal ini terjadi karena semakin banyak data yang dikirim maka semakin besar kemungkinan terjadinya tabrakan (*congestion*) pada jaringan. Sama seperti pengujian *delay* pada tabel 4.4, dalam *jitter* pada waktu pagi dan malam hari memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari. Kemudian nilai rata-rata *jitter* waktu siang hari lebih kecil dari waktu pagi dan malam hari, hal ini menunjukkan kestabilan dalam pengiriman paket data pada waktu siang hari.

3.3.3 Pengujian packet loss paket RTP

Packet loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket dari sumber mencapai tujuannya. Pada pengujian *packet loss* ini dilakukan dengan 5 kali pengujian dan pengiriman paket data berupa *video conference* paket yang ditangkap oleh *wireshark* pada masing-masing *routing protocol*. Dari pengukuran berdasarkan analisis data didapatkan statistik pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil packet loss paket RTP Video Conference

Pengujian	%		
	Pagi	Siang	Malam
1	0.19	0.10	0.29
2	0.24	0.93	0.27
3	0.12	1.59	1.26
4	0.10	2.82	3.04
5	0.03	0.71	1.55
Jumlah	0.68	6.15	6.41
Rata-rata	0.13	1.23	1.28



Gambar 3.8 Hasil pengujian packet loss RTP Video Conference

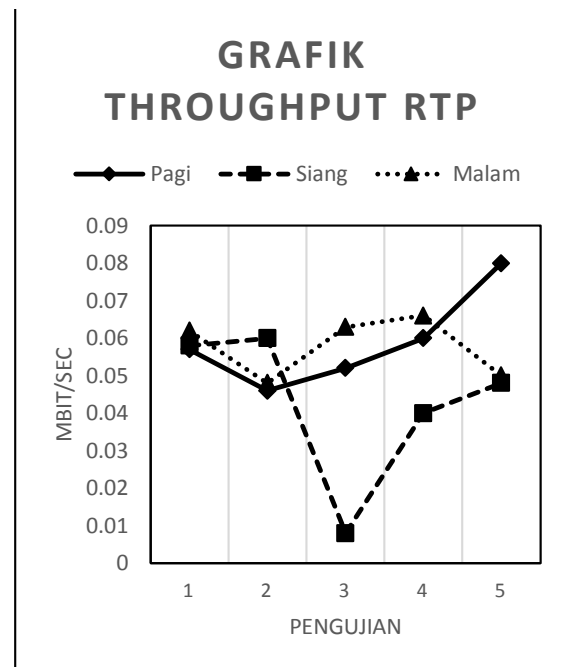
Pengujian packet loss ini dilakukan pengujian sebanyak 5 kali bertujuan untuk mengetahui konsistensi kualitas yang diberikan oleh masing-masing waktu yang disimulasikan. Dari pengujian packet loss paket RTP video conference ini didapatkan bahwa pengujian pada malam hari terdapat packet loss yang cukup tinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 1.28 %, sedangkan packet loss terendah terjadi pada pagi hari dengan rata-rata yaitu sebesar 0.13 %.

3.3.4 Pengujian throughput paket RTP

Throughput adalah parameter yang menunjukan jumlah bit rata-rata data yang dapat ditransfer dari satu node ke node yang lain perdetiknya dalam suatu jaringan yang terbentuk. Pengujian throughput ini diperoleh dari hasil rata-rata 5 kali percobaan pada durasi waktu yang sama yang dikirim pada masing-masing waktu pagi, siang, dan malam hari yang ditangkap oleh network analyzer wireshark. Dari data hasil pengujian pada masing-masing waktu didapatkan analisis data yang ditunjukkan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil throughput paket RTP Video Conference

Pengujian	Mbit/sec		
	Pagi	Siang	Malam
1	0.058	0.058	0.062
2	0.046	0.060	0.048
3	0.052	0.008	0.063
4	0.060	0.040	0.066
5	0.080	0.048	0.050
Jumlah	0.296	0.214	0.289
Rata-rata	0.060	0.042	0.057



Gambar 3.9 Hasil pengujian throughput RTP Video Conference

Dari grafik pengujian throughput paket RTP video conference ini didapatkan bahwa pengujian pada pagi hari terdapat throughput yang cukup tinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 0.060 Mbit/s, sedangkan throughput terendah terjadi pada siang hari dengan rata-rata yaitu sebesar 0.042 Mbit/s.

Karena throughput menunjukkan kecepatan transfer data suatu jaringan, semakin besar nilai throughput akan semakin baik performa jaringan tersebut.

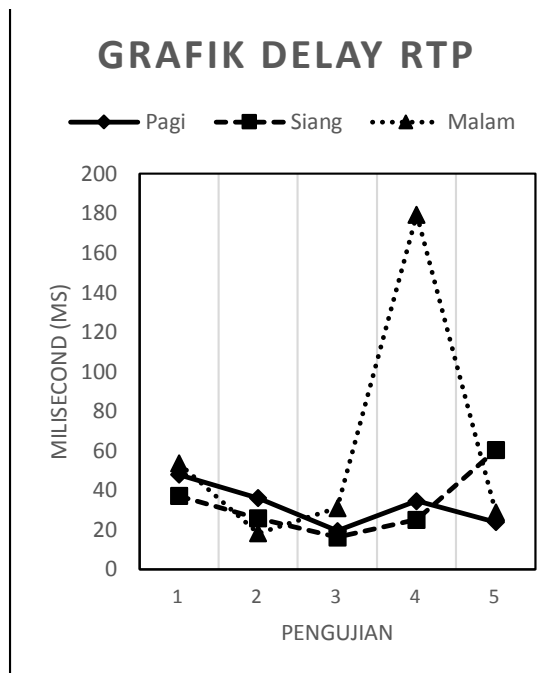
3.4 Pengujian performa dengan pengiriman paket RTP (Video Conference dan Download file)

3.4.1 Pengukuran delay paket RTP

Delay merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari suatu node ke node lain yang menjadi tujuannya dalam suatu jaringan. Pengukuran delay ini diambil sample diperoleh 10 paket pertama dari paket yang dikirim pada masing-masing waktu. Lalu didapatkan rata-rata delay pada masing-masing pengujian yang telah diamati. Dari pengukuran berdasarkan analisis data dari wireshark rata-rata delay paket RTP pada saat video conference dan download file secara bersamaan didapatkan statistik pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hasil delay paket RTP Video Conference dan Download file

Pengujian	Milisecond (ms)		
	Pagi	Siang	Malam
1	47.90	37.10	53.56
2	36.02	25.77	18.20
3	19.33	16.18	31.04
4	34.51	25.10	179.35
5	23.78	60.30	28.90
Jumlah	161.54	164.45	311.05
Rata-rata	32.30	32.89	62.21



Gambar 3.10 Hasil pengujian delay RTP Video conference dan Download file

Dari grafik pengujian *delay* paket RTP video conference dan *download file* ini didapatkan bahwa pengujian pada pagi hari terjadi *delay* yang cukup rendah yaitu dengan rata-rata sebesar 32.30 ms, sedangkan *delay* tertinggi terjadi pada malam hari dengan rata-rata yaitu sebesar 62.21 ms. Dalam parameter *delay* kenaikan nilai yang sangat tinggi dari paket sebelumnya dapat mengganggu visual yang ditampilkan saat paket data dikirim. Serta dapat menyebabkan kehilangan paket atau *packet loss*. Sedangkan nilai *delay* dari 5 kali pengujian pada waktu pagi hari cenderung stabil. Perlu diketahui bahwa nilai *delay* tidak *absolute* karena dipengaruhi oleh kondisi jaringan pada saat pengiriman paket data.

Kondisi jaringan terbaik terjadi pada saat pagi hari dengan *range signal* 4 bar, kondisi tersebut mengindikasikan *signal* terbaik pada Mi-Fi BOLT. Pada saat pengujian di malam hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar antara 2 dan 3 bar. Kemudian pengujian pada siang hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar 3 bar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi jaringan tidak stabil.

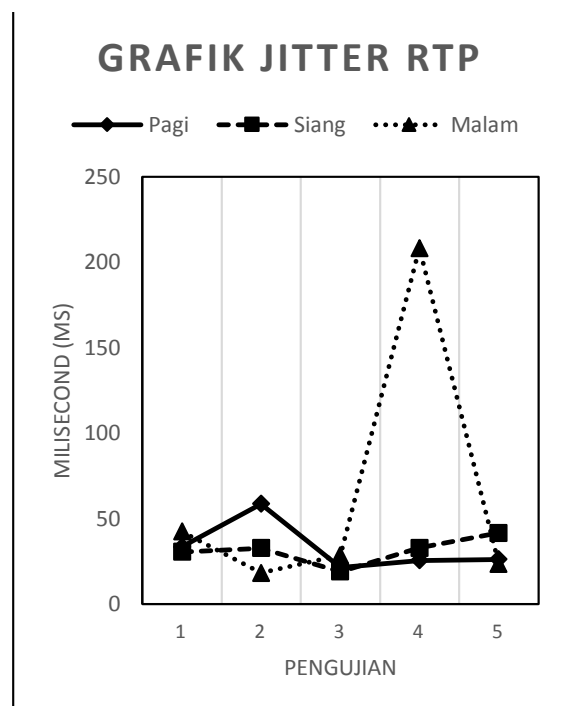
3.4.2 Pengujian jitter paket RTP

Jitter adalah suatu parameter yang menunjukkan variasi *delay* antar paket dalam pengiriman yang sama. Jaringan yang baik adalah jaringan yang memiliki nilai *jitter* yang kecil. *Jitter* memiliki efek pada *real-time*, aplikasi yang mempunyai *delay* sensitif seperti suara dan video. *Jitter* dapat menyebabkan *packet loss* terutama pada kecepatan transmisi yang tinggi. Pengujian *jitter* ini diperoleh dari 10 paket pertama dari paket yang dikirim pada masing-masing waktu yang diamati. Dari

pengukuran berdasarkan analisis dari *network analyzer wireshark* didapatkan statistik pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hasil jitter paket RTP Video Conference dan Download file

Pengujian	Milisecond (ms)		
	Pagi	Siang	Malam
1	33.57	30.59	42.42
2	58.68	32.65	18.27
3	21.37	18.93	28.44
4	25.48	32.87	208.17
5	26.21	41.66	23.43
Jumlah	165.31	156.7	320.73
Rata-rata	33.06	31.34	64.14



Gambar 3.11 Hasil pengujian jitter RTP Video conference dan Download file

Dari grafik pengujian *jitter* paket RTP video conference dan *download file* ini didapatkan bahwa pengujian pada siang hari terdapat *jitter* yang cukup rendah yaitu dengan rata-rata sebesar 31.34 ms, sedangkan *jitter* tertinggi terjadi pada malam hari dengan rata-rata yaitu sebesar 64.14 ms. Secara umum nilai *jitter* meningkat dengan nilai besaran yang fluktuatif.

Hal ini terjadi karena semakin banyak data yang dikirim maka semakin besar kemungkinan terjadinya tabrakan (*congestion*) pada jaringan. Sama seperti pengujian *delay* pada tabel 4.11, dalam *jitter* pada waktu pagi dan malam hari memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari. Kemudian nilai rata-rata *jitter* waktu siang hari lebih kecil dari waktu pagi dan malam hari, hal ini

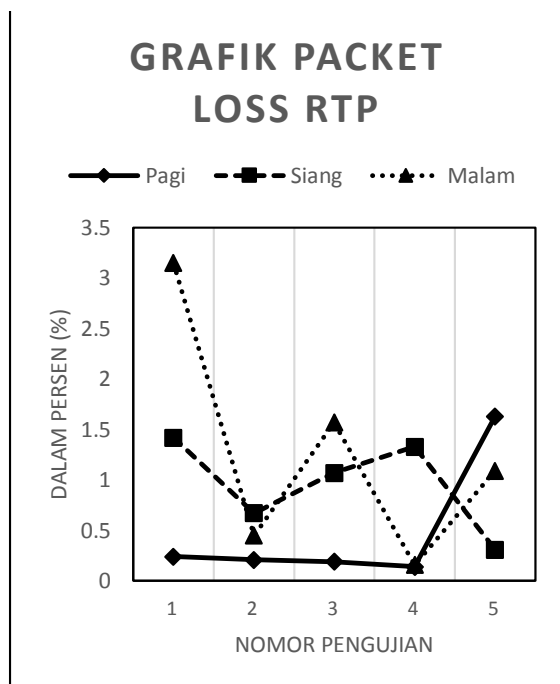
menunjukkan kestabilan dalam pengiriman paket data pada waktu siang hari.

3.4.3 Pengujian packet loss paket RTP

Packet loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket dari sumber mencapai tujuannya. Pada pengujian *packet loss* ini dilakukan dengan 5 kali pengujian dan pengiriman paket data berupa *video conference* paket yang ditangkap oleh *wireshark* pada masing-masing *routing protocol*. Dari pengukuran berdasarkan analisis data didapatkan statistik pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Hasil *packet loss* paket RTP Video Conference dan Download file

Pengujian	%		
	Pagi	Siang	Malam
1	0.24	1.42	3.15
2	0.21	0.67	0.45
3	0.19	1.07	1.57
4	0.14	1.33	0.16
5	1.63	0.31	1.09
Jumlah	2.41	4.8	6.42
Rata-rata	0.48	0.96	1.28



Gambar 3.12 Hasil pengujian *packet loss* RTP Video conference dan Download file

Dari pengujian *packet loss* paket RTP video conference dan download file ini didapatkan bahwa pengujian pada malam hari terdapat *packet loss* yang cukup tinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 1.28 %,

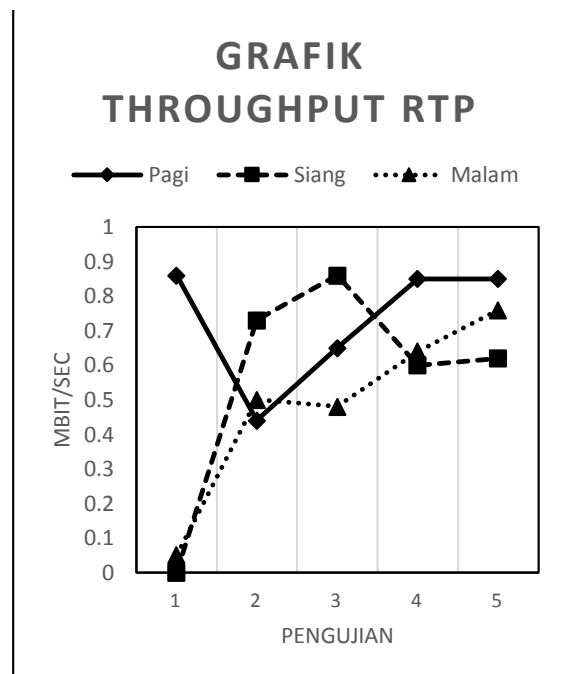
sedangkan *packet loss* terendah terjadi pada pagi hari dengan rata-rata yaitu sebesar 0.48 %.

3.4.4 Pengujian throughput paket RTP

Throughput adalah parameter yang menunjukkan jumlah bit rata-rata data yang dapat ditransfer dari satu *node* ke *node* yang lain perdetiknya dalam suatu jaringan yang terbentuk. Pengujian *throughput* ini diperoleh dari hasil rata-rata 5 kali percobaan pada durasi waktu yang sama yang dikirim pada masing-masing waktu pagi, siang, dan malam hari yang ditangkap oleh *network analyzer wireshark*. Dari data hasil pengujian pada masing-masing waktu didapatkan analisis data yang ditunjukkan pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Hasil *packet loss* paket RTP Video Conference dan Download file

Pengujian	Mbit/sec		
	Pagi	Siang	Malam
1	0.86	0.00004	0.05
2	0.44	0.73	0.50
3	0.65	0.86	0.48
4	0.85	0.60	0.64
5	0.85	0.62	0.76
Jumlah	3.65	2.81	2.43
Rata-rata	0.73	0.56	0.48



Gambar 4.15 Hasil pengujian throughput RTP Video Conference dan Download file

Dari grafik pengujian *throughput* paket RTP video conference dan download file ini didapatkan bahwa pengujian pada pagi hari terdapat *throughput* yang cukup tinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 0.73 Mbit/s, sedangkan *throughput* terendah terjadi pada malam hari dengan rata-rata yaitu sebesar 0.48 Mbit/s. Karena *throughput* menunjukkan kecepatan

transfer data suatu jaringan, semakin besar nilai *throughput* akan semakin baik performa jaringan tersebut.

3.5 Analisa data

Adapun analisa data yang dilakukan pada tugas akhir ini, diantaranya yaitu:

3.5.1 Analisa pemilihan jalur

Setelah semua *router*, *server*, *client* dikonfigurasi dan topologi jaringan sudah terhubung secara baik untuk jaringan 4G LTE, maka dapat dilakukan pengujian pemilihan jalur. Berikut adalah hasil pengujian dari 2 *client* yang digunakan untuk *video conference* yang diuji dalam pemilihan jalur dari *server* menuju *client* dimana jalur utama yang digunakan adalah benar-bener menggunakan internet. Apabila cloud tidak terkoneksi ke internet, maka tidak dapat dilakukan simulasi karena tidak ada jaringan yang terhubung.

3.5.2 Analisa performa dengan pengiriman paket TCP

Dalam pengujian performa dengan pengiriman paket TCP yaitu mengirimkan paket berupa file dengan 5 ukuran *file* yang sama yaitu sebesar 50 MB yang dikirim dari *server* (*upload*) dan diakses oleh *client* (*download*) dengan melakukan 5 kali pengujian pada ukuran file yang sama untuk ketiga waktu pengujian yang disimulasikan. Lalu diamati trafik yang lewat pada *interface* dengan menggunakan *wireshark*. Dari ketiga pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa pada waktu siang hari memiliki keunggulan dalam segi QoS bila dibandingkan pada waktu pagi dan waktu malam hari untuk pengujian paket TCP. Namun pada waktu pagi dan malam hari dalam pengujian *delay*, *jitter*, dan *throughput* terdapat hasil yang tidak stabil. Hal ini dikarenakan dipengaruhi oleh kondisi jaringan pada saat pengiriman paket data. Pada saat pengujian di pagi hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar antara 2 dan 3 bar. Kemudian pengujian pada malam hari, *range signal* pada Mi-Fi BOLT sebesar 3 bar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi jaringan tidak stabil.

3.5.3 Analisa performa dengan pengiriman paket RTP video conference

Dalam pengujian performa dengan pengiriman paket RTP yaitu mengirimkan paket *video conference* yang dikirim dari server dan diakses oleh *client-1* maupun *client-2* menggunakan perangkat lunak *Skype* dengan durasi waktu *video conference* 30 menit. Lalu diamati trafik yang lewat pada *interface* dengan menggunakan *wireshark*. Dari pengujian *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* untuk ketiga waktu yang disimulasikan dan diuji dapat disimpulkan bahwa pada waktu siang hari performa jaringan 4G LTE lebih baik dari pada waktu pagi dan waktu malam hari.

3.5.4 Analisa performa dengan pengiriman paket RTP video conference dan download file

Dalam pengujian performa dengan pengiriman paket RTP yaitu mengirimkan paket *video conference* dan *download file* yang dikirim dari server dan diakses oleh *client-1* maupun *client-2* menggunakan perangkat lunak *Skype* dengan durasi waktu *video conference* yaitu 15 menit dan *download file* ukuran 50 MB. Lalu diamati trafik yang lewat pada *interface* dengan menggunakan *wireshark*. Dari pengujian *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* untuk ketiga waktu yang disimulasikan dan diuji dapat disimpulkan bahwa pada waktu pagi hari performa jaringan 4G LTE lebih baik dari pada waktu siang dan waktu malam hari.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian simulasi dan analisis yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi dalam pengujian yang dilakukan di area perpustakaan Universitas Budi Luhur, *trace route* dari 2 *client* yang digunakan untuk *video conference* yang diuji dalam pemilihan jalur dari *server* menuju *client* berhasil melalui jalur internet.
2. Hasil simulasi dalam pengujian yang dilakukan di area perpustakaan Universitas Budi Luhur, pengiriman paket TCP dari pengujian *delay*, *jitter*, dan *throughput*, dapat disimpulkan bahwa pada waktu siang hari performa jaringan 4G LTE lebih baik daripada waktu pagi dan waktu malam hari. Karena pada saat pengujian siang hari, kondisi jaringan mencapai pada *range signal* 4 bar, kondisi tersebut mengindikasikan *signal* terbaik pada Mi-Fi BOLT.
3. Hasil simulasi dalam pengujian yang dilakukan di area perpustakaan Universitas Budi Luhur, pengiriman paket RTP pada saat *video conference* dari pengujian *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* dapat disimpulkan bahwa pada waktu siang hari performa jaringan 4G LTE lebih baik dari pada waktu pagi dan waktu malam hari. Karena pada saat pengujian siang hari, kondisi jaringan mencapai pada *range signal* 4 bar, kondisi tersebut mengindikasikan *signal* terbaik pada Mi-Fi BOLT.
4. Hasil simulasi dalam pengujian yang dilakukan di area perpustakaan Universitas Budi Luhur, pengiriman paket RTP pada saat *video conference* dan *download file* dilakukan secara bersamaan dari pengujian *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* dapat disimpulkan bahwa pada waktu pagi hari performa jaringan 4G LTE lebih baik dari pada waktu siang dan waktu malam hari. Karena pada saat pengujian pagi hari, kondisi jaringan mencapai pada *range signal* 4 bar, kondisi tersebut mengindikasikan *signal* terbaik pada Mi-Fi BOLT.

REFERENSI

- [1] Ariyani, S. (2016) 'Evaluasi Kualitas Layanan (QOS) Jaringan Data Selluler Pada Teknologi 4G LTE', *Jurnal Penelitian IPTEKS*, pp. 26–42.
- [2] Azwar, H. and Susantok, M. (2013) 'Implementasi Video Conference pada Program Pendidikan Jarak Jauh PCRTOL Berbasis Web', *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, pp. 107–114.
- [3] Erdiyanti, R., Munadi, R. and Mayasari, R. (2014) 'Implementation And Analysis Of Video Conference QoS Pada Video Conference Menggunakan Server OpenIMSCore Dengan Backbone MPLS-TE Implementation', *e-Proceeding of Engineering*, pp. 1–9.
- [4] Fauzi, F., Harly, G. S. and Hs, H. (2013) 'Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia', *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 10, pp. 281–290. doi: Majalah Ilmiah Unikom.
- [5] Gemiharto, I. (2015) 'Teknologi 4G-LTE dan Tantangan Konvergensi Media di Indonesia', *Jurnal Kajian Komunikasi*, pp. 212–220.
- [6] Hasan, Pauzi. (2017) 'Simulasi Dan Kajian Perbandingan Performansi Routing Protocol RIPng, OSPFv3 Dan EIGRPv6 Pada Jaringan IPv6', *Jurusan Teknik Elektro Universitas Budi Luhur Jakarta*.
- [7] Herdiansyah, R. M., P, W. A. and K, D. F. (2014) 'Quality Of Service (Qos) Layanan Video Conference Pada Jaringan High Speed Packet Access (HSPA) Menggunakan Emulator Graphical Network Simulator (GNS) 3', *Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, p. 4.
- [8] Kahfi, Ahmad. (2018) 'Simulasi Dan Analisis QoS Pada Jaringan MPLS IPv4 Dan IPv6 Berbasis Routing OSPF', *Jurusan Teknik Elektro Universitas Budi Luhur Jakarta*.
- [9] Kolyaan, Y. (2012) 'Teknologi Internet Protocol Serta Perbandingan Teknologi IPV4 dan IPV6', *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha*, pp. 128–142.
- [10] Musajid, Akrom. (2015), 'Jaringan Virtual Mikrotik, Cisco & Juniper Dengan GNS3', *Jasakom, Semarang*.
- [11] Pranindito, D., Pattinasarani, P. and Cahyadi, E. F. (2017) 'Simulasi dan Analisis QoS Video Conference Melalui Jaringan Interworking IMS – UMTS Menggunakan Opnet', *Jurnal INFOTEL*, pp. 147–157.
- [12] Ravira, D. S. (2014) 'Analisis Pengaruh Teknik Modulasi Adaptif Terhadap Performansi Video Conference Pada Jaringan Long Term Evolution (LTE)', p. 1.
- [13] Ulfah, M. and Fatoni (2013) 'Analisis Perbandingan Penerapan Static Routing Pada IPV4 dan IPV6', , pp. 177–186.
- [14] Wati, A., Suroso and Sarjana (2018) 'Desain Penggunaan QOS (Quality Of Service) Pada Layanan Video Conference Point To Point Dan Multipoint Dengan Metode Kompresi Codec H.264 Pada Jaringan 4G', pp. 37–42.