

ANALYTICAL STUDY OF QoS (Quality of Service) IN THE IMPLEMENTATION OF VOICE COMMUNICATION APPLICATION VoIP (Voice over Internet Protocol) ON THE INTRANET NETWORK AT THE UNIVERSITY OF LAMPUNG

Trivia Anggita¹, Helmy Fitriawan², Herlinawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
²firiawan@unila.ac.id, ³herlinawati@unila.ac.id

Abstrak

Penurunan kualitas sebuah jaringan dapat disebabkan semakin bertambah banyaknya pengguna jaringan. Hal yang sama terjadi di jaringan intranet Unila, penurunan kualitas jaringan intranet Unila akan menyebabkan paket yang dikirimkan tertunda atau bahkan hilang. Untuk mengetahui performansi jaringan intranet Unila, dilakukan pengukuran khususnya pada penerapan aplikasi komunikasi suara. Performansi jaringan dilihat dari pengukuran QoS (Quality of Service) pada jaringan LAN (Local Area Network) intranet Unila. Pengukuran jaringan dilakukan secara aktif dengan melakukan pengukuran langsung ke skenario pengukuran yang telah ditentukan dan memperhatikan parameter Throughput, Delay dan Jitter dengan menggunakan perangkat lunak DITG. Dengan menggunakan protokol UDP (User Datagram Protocol) sebagai protokol untuk pengiriman paket suara dan menggunakan tiga audio codec yang berbeda di setiap skenario pengukuran yaitu, G.711, G.723.1, dan G.729. Jitter akan semakin besar ketika nilai delay yang dihasilkan semakin besar dan sebaliknya. Nilai jitter dan delay yang dihasilkan juga akan mempengaruhi throughput. Jika jitter dan delay yang dihasilkan semakin besar maka throughput akan menurun.. Pada jaringan LAN intranet Unila penggunaan codec G.711 lebih baik dibandingkan dengan codec lain karena menghasilkan delay dan jitter yang lebih kecil dengan nilai throughput yang lebih tinggi.

Kata kunci : LAN, UDP, QoS, Codec, Throughput, Delay, Jitter

Abstract

Decline in the quality of a network can be caused by increasing the number of network users. The same case happened on the Unila intranet, quality of intranet degradation will cause packets delayed or even lost. To determine the performance, measurement especially in the implementation voice application. Network performance will be seen from the measurement of QoS (Quality of Service) on the Unila intranet. Network measurement is performed by active measurement with direct measurement to a predetermined scenario and considered to the three parameters: throughput, delay, and jitter by using DITG software. Using UDP protocol as a protocol for sending voice packets and using three different audio codec at each measurement scenario there are, G.711, G.723.1, and G.729. According to the theory, jitter will increase if delay value is higher. The resulting of jitter and delay value will affect the throughput value. If the jitter and delay value increase, the throughput value will decrease. Research results are not too different from the theory. Throughput value from measurement will be smaller if the jitter and delay value increase. On the Unila LAN, performance of G.711 codec is better than other codec because this codec produces smaller delay and jitter, and the result for throughput is higher than that of other codec.

Key words : LAN, UDP, QoS, Codec, Throughput, Delay, Jitter.

I. PENDAHULUAN

Informasi merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan bermasyarakat. Seiring dengan perkembangan zaman, kemajuan teknologi informasi dan juga teknologi komunikasi semakin meningkat yang dipicu oleh permintaan konsumen dalam hal kecepatan pengiriman paket, layanan penggunaan jaringan dan ketersediaan jaringan yang disediakan baik untuk komunikasi data maupun komunikasi suara.

Dengan semakin banyak permintaan terhadap layanan pengiriman informasi, penyedia jasa melahirkan teknologi baru yaitu teknologi internet dengan tujuan pengiriman informasi dapat dilakukan dari satu sumber ke berbagai tujuan baik dalam bentuk data maupun suara. Adanya teknologi internet ini didukung oleh pertumbuhan jaringan komputer yang digunakan sebagai media penyampaian informasi. Jaringan komputer merupakan interkoneksi antara 2 komputer atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (*wireless*).

Hal yang sama terjadi di lingkungan Universitas Lampung (Unila). Perkembangan penggunaan jaringan internet sebagai media komunikasi data maupun suara semakin meningkat seiring kebutuhan sivitas akademika Unila untuk melakukan pertukaran informasi. Dengan dilatarbelakangi hal tersebut, maka pihak Universitas membangun jaringan lokal (intranet) yaitu LAN (*Local Area Network*) yang dapat digunakan bagi seluruh sivitas akademika baik untuk pengiriman komunikasi data maupun komunikasi suara (*voice*) atau yang sekarang digunakan adalah komunikasi suara dengan menggunakan IP (*Internet Protocol*) sebagai protokol yang dipakai dalam proses komunikasi.

Fasilitas jaringan komunikasi data maupun suara yang diberikan oleh Universitas Lampung memberikan alternatif fasilitas yang baik bagi seluruh sivitas akademika Unila. Adanya fasilitas akses intranet untuk komunikasi data maupun suara ini memicu peningkatan kepadatan pada trafik jaringan. Sehingga koneksi internet maupun intranet menjadi tidak stabil, terkadang cepat atau terkadang lambat. Hal ini juga menyebabkan kualitas dari jaringan komunikasi suara yang digunakan menjadi kurang baik.

Dengan mengamati kelemahan dari fasilitas LAN yang disediakan untuk komunikasi suara diperlukan analisa secara ilmiah agar dapat mengetahui penyebab terjadinya ketidakstabilan koneksi jaringan tersebut dengan melakukan pengukuran terhadap trafik jaringan LAN yang ada di daerah Unila. Hasil pengukuran diharapkan dapat memberikan gambaran terhadap kualitas jaringan yang disediakan, sehingga pada akhirnya dapat memberikan masukan kepada pengelola jaringan dalam hal kualitas performansi jaringan yang digunakan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan memahami:

1. Kualitas jaringan LAN di Unila untuk penerapan aplikasi VoIP.
2. Karakteristik dan performansi QoS (*quality of service*) dalam penerapan aplikasi komunikasi suara (VoIP) melalui jaringan LAN seperti *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter*.
3. Pengaruh BHCA (*Busy Hour Call Attempt*) dan jumlah user (*endpoint*) pada jaringan LAN kampus Unila.

Ide yang menjadi dasar dalam penelitian ini adalah semakin banyaknya kebutuhan untuk melakukan komunikasi yang berdampak pada kualitas jaringan yang digunakan. Rumusan masalah penelitian ini adalah analisa terhadap performansi aplikasi komunikasi suara (VoIP) dan pola hubungan yang terjadi di jaringan LAN yang meliputi berbagai parameter QoS jaringan yaitu, *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter*.

Mengacu pada permasalahan yang ada dalam jaringan komunikasi tersebut, maka aspek yang ditekankan adalah:

1. Pengukuran performansi jaringan LAN yang digunakan untuk komunikasi suara dengan menggunakan IP (VoIP).
2. Pengukuran performansi aplikasi komunikasi suara (VoIP) ini dilakukan dengan mengukur trafik jaringan terlebih dahulu lalu menganalisa besar nilai *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter* yang dihasilkan pada jaringan LAN Unila tersebut.

Perkiraan awal yang mendukung dilakukannya pengukuran ini adalah berkaitan dengan kualitas jaringan LAN pada sebuah aplikasi sistem komunikasi suara (VoIP). Pengaruh penurunan kualitas jaringan dalam aplikasi komunikasi suara dapat dilihat dari performansi jaringan tersebut saat melakukan komunikasi. Dengan menganalisa performansi jaringan seperti *Delay*, *Throughput*, dan *Jitter* dapat diketahui kualitas jaringan yang digunakan. Salah satu hal penting yang harus diperhatikan dalam pengukuran jaringan untuk aplikasi komunikasi suara adalah penggunaan *codec* pada saat pengiriman paket suara.

Penggunaan *codec* dalam aplikasi komunikasi suara juga dapat mendukung kualitas komunikasi suara yang dilakukan. Dalam penelitian ini, terdapat tiga *codec* yang digunakan untuk mengirimkan paket suara yaitu G.711, G.723.1, dan G.729 dengan besar paket yang telah diatur yaitu sebesar 120Bytes, 70Bytes, dan 60Bytes. Penggunaan *codec* G.723.1 diperkirakan akan menghasilkan kualitas komunikasi suara yang lebih baik dibandingkan dengan *codec* lain. Karena *codec* G.723.1 mengkompresi paket dengan menggunakan *dual rate speech coder* yaitu proses pengkompresan paket suara dengan menggunakan *bandwidth* sebesar 5,3 kbps dan 6,3 kbps. Semakin kecil *bandwidth* yang digunakan maka akan semakin baik kualitas pengiriman paket suara yang dilakukan karena lebih efisien dan lebih cepat sampai ke tujuan serta *delay* yang dihasilkan tidak akan melebihi standar yang ada sebesar 150ms. [12]

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Pengukuran secara langsung terhadap jaringan intranet LAN kampus Unila. Metode ini dipilih karena dengan metode ini dapat dilihat perilaku performansi jaringan yang akan diteliti secara langsung.
2. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan protokol UDP. Paket suara pada protokol ini dibangkitkan dan dikirimkan langsung secara *end-to-end* pada *network* yang berbeda.
3. Untuk melihat karakteristik dari jaringan yang akan diukur maka paket yang dikirimkan menggunakan audio *codec* yang bervariasi, variasi *codec* yang akan digunakan adalah G.711,

G.723.1, dan G.729 dengan besar paket dari masing-masing *codec* yang berbeda-beda.

Pengukuran dilakukan pada beberapa titik (fakultas/gedung) yang dianggap dan diasumsikan dapat mewakili trafik jaringan di lingkungan intranet Unila. Titik-titik yang akan diukur antara lain Fakultas MIPA, Fakultas Teknik, Fakultas Ekonomi, Fakultas Pertanian, dan gedung Puskom SCSC.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Contoh

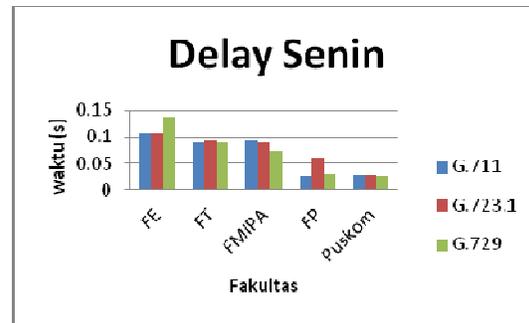
Pengukuran jaringan yang dilakukan hanya untuk mengukur kualitas dari jaringan yang digunakan dalam aplikasi komunikasi suara di lima titik yang telah ditentukan. Dalam hal ini performansi jaringan yang diukur meliputi *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Diasumsikan dengan melihat hasil pengukuran performansi jaringan di kelima titik ini diharapkan dapat menjadi tolak ukur untuk penggunaan aplikasi komunikasi suara khususnya untuk jaringan LAN Unila. Pengukuran ini dilakukan dengan lima kali pengulangan, nilai hasil pengukuran yang didapatkan dapat dilihat pada tabel yang terlampir dalam lampiran.

Dalam proses pengiriman paket suara dari sumber ke tujuan diperlukan proses pengonversian sinyal audio yang dikirimkan oleh sumber menjadi sinyal digital agar dapat diterima oleh tujuan. Proses pengonversian ini memerlukan teknik pemrosesan sinyal suara yang disebut dengan *codec* (*coder decoder*). *Codec* ini digunakan dalam setiap proses komunikasi suara, yang berfungsi untuk mengonversikan sinyal suara input dari sisi pengirim menjadi sinyal digital, kemudian sinyal digital tersebut dikirimkan oleh sisi sumber ke tujuan. Sebelum dapat didengarkan oleh penerima, di sisi penerima dilakukan pengembangan data yang berupa data digital tersebut diubah menjadi sinyal analog agar dapat didengar oleh pengguna yang berada di sisi penerima.

1. Hasil Pengukuran Delay

Pengukuran jaringan pada tugas akhir ini hanya dilakukan pada jaringan LAN Unila. Pengukuran ini hanya membahas tiga parameter QoS, yaitu *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Dengan mengacu pada 3 parameter QoS, diharapkan dapat menjadi tolak ukur kualitas jaringan LAN Unila untuk penggunaan aplikasi komunikasi suara (VoIP). Hasil pengukuran *delay* ini membandingkan nilai *delay* yang dihasilkan di setiap fakultas yang telah diukur secara umum dengan mengacu pada penggunaan jaringan dimulai dari hari senin sampai dengan hari jumat yang diukur pada jam sibuk.

Perbandingan *delay* pada hari Senin di setiap fakultas dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 21. Hasil pengukuran *delay* hari Senin

Dari Gambar 21 dapat dilihat besar *delay* dari hasil pengukuran pada hari Senin. Pengukuran jaringan pada aplikasi komunikasi suara ini menggunakan tiga *codec* yang berbeda di masing-masing fakultas. Dilihat dari penggunaan *codec* di tiap fakultas, nilai *delay* yang tertinggi dengan menggunakan *codec* G.711 terjadi di Fakultas Ekonomi yang menghasilkan *delay* sebesar 0,107s, sedangkan nilai *delay* terendah terjadi di Fakultas Pertanian sebesar 0,026s yang juga menggunakan *codec* G.711.

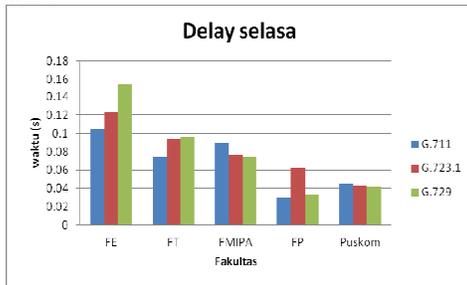
Pada saat dilakukan pengiriman paket suara dengan menggunakan *codec* G.723.1 dapat dilihat perbedaan nilai *delay* yang dihasilkan di setiap fakultas. *Delay* tertinggi dengan menggunakan *codec* G.723.1 terjadi di Fakultas Ekonomi dengan nilai *delay* sebesar 0,109s dan nilai *delay* terendah terjadi pada saat pengiriman paket suara ke gedung pusat komputer dengan nilai *delay* sebesar 0,028s. Sedangkan ketika pengiriman paket suara dengan menggunakan *codec* G.729 nilai *delay* tertinggi yang dihasilkan pada hari Senin terjadi juga di Fakultas Ekonomi dengan nilai sebesar 0,136s dan nilai *delay* terendah terjadi juga di gedung pusat komputer dengan nilai sebesar 0,027s.

Secara umum dapat dilihat bahwa nilai *delay* yang paling tinggi terjadi ketika pengiriman paket suara dilakukan dari sumber yang berada di MISTC ke tujuan yang berada di fakultas Ekonomi baik untuk penggunaan *codec* G.711, G.723.1, maupun ketika menggunakan *codec* G.729 dan dengan waktu pengukuran yang sama di setiap fakultas yaitu pada jam sibuk. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor jumlah pengguna yang berada di fakultas Ekonomi.

Pada dasarnya, jumlah pengguna jaringan di fakultas Ekonomi di hari Senin lebih banyak dibandingkan dengan jumlah pengguna jaringan yang berada di fakultas lainnya. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran jumlah pengguna jaringan dengan menggunakan perangkat lunak *netscan*. Dari hasil pengukuran dilihat jumlah pengguna di Fakultas Ekonomi pada jam sibuk sebanyak 74 pengguna. Hal ini yang dapat menyebabkan tingginya nilai *delay* di Fakultas Ekonomi, karena semakin banyak pengguna semakin sibuk jaringan yang digunakan di Fakultas Ekonomi. Sedangkan

jumlah pengguna yang sedang aktif di titik gedung Puskom dan Fakultas Pertanian adalah berjumlah 15 pengguna dan 18 pengguna di hari Senin karena itu menyebabkan nilai *delay* yang didapatkan semakin kecil dibandingkan dengan titik pengukuran lainnya.

Perbandingan *delay* pada hari Selasa di setiap fakultas dapat dilihat pada Gambar 22 sebagai berikut :



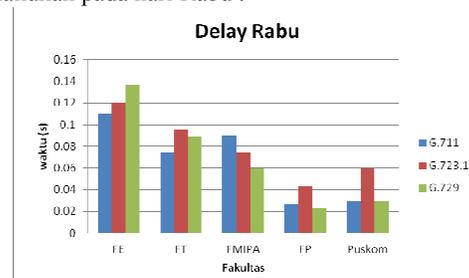
Gambar 22. Hasil pengukuran *delay* hari Selasa

Dari Gambar 22 dapat dilihat perbedaan besar nilai *delay* yang didapatkan di setiap fakultas pada hari Selasa. Dengan mengatur penggunaan *codec* G.711, G.723.1, dan G.729 ketika pengiriman paket suara dilakukan, terjadi perbedaan *delay* antar setiap fakultas. Dari data hasil pengukuran yang didapatkan, *delay* tertinggi dengan menggunakan *codec* G.711 yang dihasilkan pada hari Selasa terjadi di Fakultas Ekonomi dengan besar *delay* yaitu 0,105s, sedangkan *delay* terendah dengan menggunakan *codec* yang sama terjadi di Fakultas Pertanian yaitu sebesar 0,029s. Besar nilai *delay* yang dihasilkan di Fakultas MIPA dan Fakultas Teknik dengan menggunakan *codec* yang sama menghasilkan nilai yang lebih tinggi pula dibandingkan dengan Fakultas Pertanian dan gedung pusat komputer.

Hal ini terjadi karena penggunaan jaringan yang berada di Fakultas MIPA dan Teknik lebih banyak dibandingkan dengan jumlah pengguna jaringan di Fakultas Pertanian bahkan pula di gedung pusat komputer. Ketika pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.723.1 dapat diketahui nilai *delay* yang tertinggi terjadi di Fakultas Ekonomi dengan besar *delay* 0,123s. Sedangkan *delay* yang dihasilkan di Fakultas Teknik lebih rendah dibandingkan dengan *delay* Fakultas Ekonomi yaitu sebesar 0,094s dan *delay* yang dihasilkan di Fakultas MIPA sebesar 0,076s lebih rendah dari *delay* Fakultas Teknik. Sama halnya dengan *delay* yang dihasilkan di Fakultas Pertanian yang nilainya lebih rendah dari ketiga fakultas sebelumnya yaitu sebesar 0,062s. Dan nilai *delay* terendah yang didapatkan pada pengukuran hari Selasa terjadi di gedung pusat komputer dengan besar *delay* yaitu 0,042s.

Pada umumnya hal yang sama terjadi ketika pengiriman paket suara dengan menggunakan *codec* G.729. Nilai *delay* yang tertinggi didapatkan pada saat pengiriman dilakukan dari MISTC ke Fakultas Ekonomi dengan besar *delay* 0,153s. Sedangkan nilai terendah terjadi ketika pengiriman paket suara dari MISTC ke Fakultas Pertanian dengan besar *delay* 0,032s. Besar *delay* yang dihasilkan di Fakultas Teknik dan MIPA lebih kecil dibandingkan dengan *delay* yang dihasilkan di Fakultas Ekonomi yaitu sebesar 0,096s di Fakultas Teknik dan 0,074s yang dihasilkan di Fakultas MIPA. Sedangkan besar *delay* yang dihasilkan di gedung puskom sebesar 0,042s lebih cepat 0,01s dibandingkan dengan *delay* di Fakultas Pertanian.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa *delay* tertinggi yang dihasilkan pada pengukuran jaringan terjadi ketika pengukuran dilakukan terhadap Fakultas Ekonomi. Jumlah pengguna jaringan yang berada di Fakultas Ekonomi pada hari Selasa adalah sebanyak 77 pengguna sedangkan di Fakultas MIPA dan Teknik sebanyak 34 dan 42 pengguna jaringan. Hal yang berbeda terjadi pada Fakultas Pertanian dan gedung Puskom, di kedua titik ini jumlah pengguna jaringan pada jam sibuk dan ketika dilakukan pengukuran didapatkan jumlah yang sedikit yaitu sebanyak 27 pengguna jaringan di Fakultas Pertanian dan 14 pengguna di gedung Puskom. Hal tersebut yang menyebabkan perbedaan nilai *delay* yang didapat di setiap pengukuran jaringan LAN. Dari hasil dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah pengguna jaringan maka akan semakin besar nilai *delay* yang didapatkan. Di bawah ini dapat dilihat hasil pengukuran yang dilakukan pada hari Rabu :



Gambar 23. Hasil pengukuran *delay* hari Rabu

Hasil pengukuran jaringan yang dilakukan pada hari Rabu dari gedung MISTC yang berlaku sebagai sumber pengirim paket suara ke beberapa fakultas yang telah ditentukan sebagai tujuan menghasilkan nilai *delay* yang berbeda di masing-masing fakultas. Dari data hasil pengukuran yang terlihat di Gambar 23, dapat diketahui bahwa nilai *delay* tertinggi terjadi ketika pengiriman paket suara dilakukan ke Fakultas Ekonomi yang berlaku sebagai penerima. Besar nilai *delay* yang didapat adalah 0,109s dengan menggunakan *codec* G.711, sedangkan saat menggunakan *codec* G.723.1 *delay*

yang didapat sebesar 0,120s dan pada saat menggunakan *codec* G.729 besar *delay* yang didapatkan adalah sebesar 0,137s.

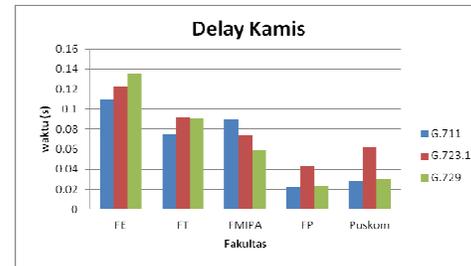
Untuk *delay* yang dihasilkan di Fakultas Teknik secara umum tidak terlalu jauh berbeda dengan Fakultas Ekonomi. Pada saat menggunakan *codec* G.711 nilai *delay* yang dihasilkan sebesar 0,074s ketika *codec* yang digunakan diubah ke *codec* G.723.1 *delay* yang dihasilkan sebesar 0,094s dan saat menggunakan *codec* G.729 *delay* yang dihasilkan adalah sebesar 0,088s. Sedangkan nilai *delay* yang dihasilkan pada saat pengiriman paket suara ke Fakultas MIPA pada saat menggunakan *codec* G.711 adalah sebesar 0,090s lebih lambat 0,02s dibandingkan dengan *delay* yang dihasilkan pada saat pengiriman paket suara di Fakultas Teknik. Sementara itu ketika menggunakan *codec* G.723.1 besar *delay* yang didapatkan adalah sebesar 0,074s, nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan *delay* yang dihasilkan pada pengiriman di Fakultas Teknik. Dan ketika pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 nilai *delay* yang dihasilkan adalah sebesar 0,059s. Pada saat pengukuran dilakukan di Fakultas Pertanian, hasil *delay* yang didapat lebih rendah diantara pengukuran di fakultas lainnya.

Pengukuran yang dilakukan di Fakultas Pertanian dengan menggunakan *codec* G.711 menghasilkan nilai *delay* sebesar 0,029s, sedangkan saat menggunakan *codec* G.723.1 *delay* yang dihasilkan sebesar 0,059s. Ketika pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 menghasilkan *delay* sebesar 0,023s. Hasil pengukuran yang didapatkan pada gedung pusat komputer tidak jauh berbeda dengan hasil yang didapatkan ketika pengiriman paket suara dilakukan menuju Fakultas Pertanian.

Pada saat menggunakan *codec* G.711 hasil *delay* yang didapatkan adalah sebesar 0,029s, pada saat menggunakan *codec* G.723.1 *delay* yang dihasilkan sebesar 0,059s dan ketika pengiriman terakhir dengan menggunakan *codec* G.729 didapatkan *delay* sebesar 0,029s.

Dari data yang telah didapatkan secara umum dapat diketahui kecenderungan nilai *delay* yang tertinggi pada pengukuran hari Rabu terjadi ketika pengiriman paket suara dilakukan menuju Fakultas Ekonomi, sedangkan yang terendah ketika pengiriman dilakukan menuju Fakultas Pertanian. Jika dikorelasikan dengan besar jumlah pengguna jaringan yang aktif pada saat yang bersamaan ketika dilakukan pengukuran hal ini sesuai, karena besar jumlah pengguna yang aktif di Fakultas Ekonomi adalah sebanyak 70 pengguna sedangkan di Fakultas Pertanian jumlah pengguna yang aktif adalah sebanyak 13 pengguna. Nilai ini dapat dilihat di tabel 5.

Sedangkan hasil pengukuran hari Kamis dapat dilihat dari gambar sebagai berikut:



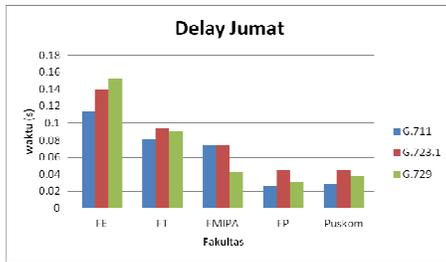
Gambar 24. Hasil pengukuran *delay* hari Kamis

Dari data hasil pengukuran yang didapatkan terlihat bahwa pengukuran di Fakultas Ekonomi menghasilkan nilai *delay* yang tertinggi dibandingkan dengan pengukuran yang dilakukan di fakultas lainnya. Hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 24 bahwa nilai *delay* yang dihasilkan dengan menggunakan *codec* G.711 sebesar 0,109s dan pada saat *codec* G.723.1 yang digunakan untuk mengirimkan paket suara, *delay* yang dihasilkan adalah sebesar 0,122s sama halnya ketika *codec* G.729 digunakan untuk pengiriman, *delay* yang didapat adalah sebesar 0,135s.

Sementara itu, nilai *delay* terendah yang didapatkan pada saat pengukuran hari Kamis terjadi ketika pengukuran dilakukan di Fakultas Pertanian. Pada saat *codec* G.711 di Fakultas Pertanian menghasilkan *delay* sebesar 0,022s, pada saat penggunaan *codec* G.723.1 menghasilkan *delay* sebesar 0,043s sedangkan penggunaan *codec* terakhir yaitu *codec* G.729 menghasilkan *delay* sebesar 0,022s. Hal ini terjadi karena banyaknya jumlah pengguna jaringan yang sedang menggunakan jaringan LAN di saat yang sama ketika pengukuran jaringan berlangsung.

Asumsinya, pengiriman paket suara dari sumber yang berada di gedung MISTC ke Fakultas Ekonomi memerlukan waktu yang lama untuk sampai di tujuan dibandingkan dengan fakultas lainnya. Sedangkan pada Fakultas Pertanian memerlukan waktu yang lebih singkat untuk pengiriman paket suara dari sumber ke tujuan. Dengan demikian dapat diketahui bahwa jumlah banyaknya pengguna jaringan ketika dilakukan pengukuran sangat berpengaruh besar terhadap besar nilai *delay* yang dihasilkan pada saat pengukuran jaringan LAN kampus Unila. Semakin banyak jumlah pengguna yang sedang aktif menggunakan jaringan di waktu yang sama dengan pengukuran, maka akan semakin besar pula nilai *delay* yang dihasilkan. Sebaliknya semakin sedikit jumlah pengguna jaringan maka akan semakin kecil nilai *delay* yang dihasilkan.

Hasil pengukuran pada hari Jumat dapat dilihat pada Gambar 25 berikut :



Gambar 25. Hasil pengukuran *Delay* hari Jumat

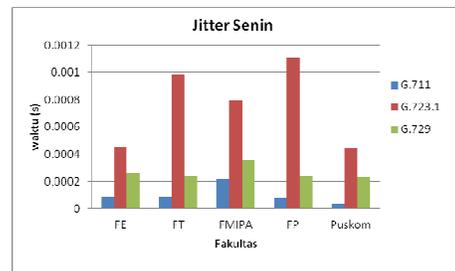
Hal yang hampir sama terjadi pada hasil besar nilai *delay* yang didapatkan pada pengukuran hari Jumat. Nilai *delay* tertinggi tetap berada pada saat pengukuran jaringan di Fakultas Ekonomi dan yang terendah masih berada di Fakultas Pertanian. Nilai *delay* tertinggi ketika menggunakan *codec* G.711 adalah sebesar 0,113s, ketika menggunakan *codec* G.723.1 didapatkan *delay* sebesar 0,140s, dan yang terakhir ketika menggunakan *codec* G.729 didapatkan *delay* sebesar 0,152s. Hal ini disebabkan oleh jumlah pengguna jaringan di Fakultas Ekonomi setiap harinya lebih tinggi dibandingkan dengan fakultas lainnya.

Sehingga menyebabkan pengiriman paket suara tertunda lebih lama daripada pengiriman yang dilakukan ke fakultas lain meskipun dalam waktu yang bersamaan atau dalam jam sibuk. Sedangkan pada Fakultas Pertanian nilai *delay* yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.711 adalah sebesar 0,026s, saat menggunakan *codec* G.723.1 *delay* yang didapatkan sebesar 0.044s dan saat menggunakan *codec* terakhir G.729 *delay* yang didapatkan adalah sebesar 0,030s. Hal ini memiliki keterkaitan dengan jumlah pengguna jaringan di Fakultas Pertanian yang lebih sedikit dibandingkan dengan titik lain yang diukur.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa banyaknya jumlah pengguna jaringan LAN pada saat dilakukan pengukuran akan sangat mempengaruhi nilai *delay* yang dihasilkan ketika dilakukan pengukuran. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa semakin kecilnya jumlah pengguna jaringan, akan menyebabkan nilai *delay* yang lebih kecil pula. Sebaliknya, ketika jumlah pengguna jaringan LAN tinggi maka menyebabkan nilai *delay* yang didapatkan akan semakin tinggi dan pengiriman paket suara akan tertunda lebih lama karena trafik dalam jaringan tersebut sedang dalam kondisi sibuk. Seperti data yang dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa jumlah pengguna terbanyak selama satu minggu berada di Fakultas Ekonomi, hal ini menyebabkan *delay* yang dihasilkan di Fakultas Ekonomi selama satu minggu lebih tinggi dibandingkan dengan titik pengukuran lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah pengguna akan mempengaruhi nilai *delay* yang dihasilkan.

2. Data Hasil Pengukuran *Jitter*

Parameter kedua yang dapat menjadi acuan baik buruknya performansi jaringan yang digunakan adalah *jitter*. Pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran terhadap besar nilai *jitter* yang dihasilkan dalam sebuah jaringan, dalam hal ini jaringan yang digunakan adalah jaringan LAN kampus Unila. Pengertian dari *jitter* sendiri merupakan variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan IP. Besarnya nilai *jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (*collision*) dan *congestion* yang ada dalam jaringan IP. Pada pengukuran jaringan di tugas akhir ini juga mengukur besar nilai *jitter* yang dihasilkan di setiap fakultas yang telah ditentukan pada jam sibuk. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai variasi *delay* yang dihasilkan dari masing-masing fakultas. Di bawah ini merupakan gambar grafik dari nilai rata-rata *jitter* yang dihasilkan di setiap fakultas dimulai dari hari Senin sampai dengan Jumat pada jam-jam sibuk yaitu pukul 09.00 sampai 14.00 wib.



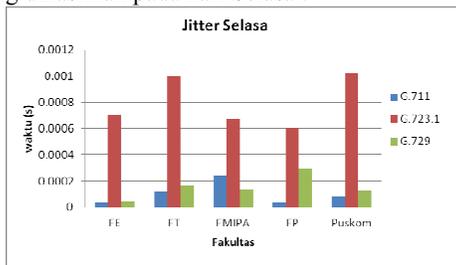
Gambar 26. Hasil pengukuran *jitter* hari Senin

Pengukuran *jitter* pertama dilakukan pada hari Senin pada jam sibuk, dari hasil pengukuran yang dapat dilihat di Gambar 26 menunjukkan hasil rata-rata *jitter* yang didapatkan. Dengan menggunakan *codec* yang sama, terdapat perbedaan karakteristik *jitter* di setiap fakultas pada saat pengukuran. Dari Gambar 26 dapat dilihat ketika pengukuran dilakukan dengan menggunakan *codec* G.711 nilai *jitter* tertinggi terjadi di Fakultas MIPA dengan besar nilainya adalah 0,00021s. Sedangkan nilai *jitter* terendah terjadi pada saat pengiriman paket suara dilakukan menuju gedung Puskom dengan besar nilai *jitter* yaitu 0,00004s.

Pada saat pengiriman paket suara dengan menggunakan *codec* G.723.1 didapatkan nilai *jitter* tertinggi terjadi di Fakultas Pertanian dengan besar nilai *jitter* yaitu 0,00111s dan nilai *jitter* yang terendah terjadi di gedung Puskom dengan besar nilainya adalah 0,00044s. Sedangkan ketika *codec* kembali divariasikan, didapatkan perbedaan karakteristik dari nilai *jitter* yang dihasilkan.

Pada saat pengukuran menggunakan *codec* G.729 didapatkan bahwa nilai *jitter* tertinggi terjadi di Fakultas MIPA dengan nilai sebesar 0,00035s. Sementara itu nilai *jitter* terendah terjadi di gedung puskom dengan nilai *jitter* sebesar 0,00024s. Perbedaan karakteristik nilai *jitter* yang didapatkan disebabkan karena adanya perbedaan nilai *delay* dari masing-masing titik pengukuran tersebut. Namun jika dilihat dari nilai yang dihasilkan pada saat pengukuran maka besar nilai yang dihasilkan masih dikategorikan nilai *jitter* dengan kualitas baik yang mengacu standar bahwa nilai *jitter* dengan kualitas baik dalam suatu jaringan berkisar antara 0-20ms.

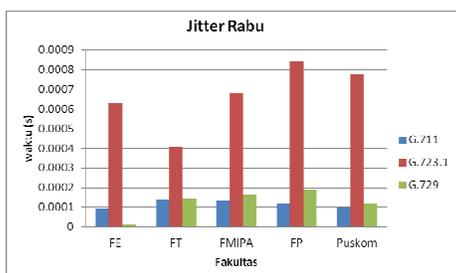
Di bawah ini merupakan gambar grafik *jitter* yang dihasilkan pada hari Selasa :



Gambar 27. Hasil pengukuran *jitter* hari Selasa

Dari Gambar 27 dapat dilihat nilai hasil dari pengukuran *jitter* di hari Selasa. Dengan menggunakan *codec* G.711, nilai *jitter* tertinggi terjadi di Fakultas MIPA dengan besar nilai adalah 0,00024s sedangkan nilai *jitter* terendah terjadi di Fakultas Ekonomi dan Fakultas Pertanian dengan nilai sebesar 0,00003s.

Hal yang berbeda terjadi ketika pengukuran menggunakan *codec* G.723.1. Nilai *jitter* tertinggi terjadi di gedung Puskom dengan nilai sebesar 0,00102s dan nilai terendah terjadi di Fakultas Pertanian dengan besar nilai adalah 0,00061s. Sebaliknya, ketika pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 nilai *jitter* tertinggi dihasilkan di Fakultas Pertanian dengan nilai sebesar 0,00029s. Sedangkan nilai *jitter* terendah dihasilkan di Fakultas Ekonomi dengan nilai sebesar 0,00004s. Sama halnya dengan hasil pengukuran di hari Senin, nilai *jitter* yang dihasilkan masih dikategorikan sebagai nilai dengan kualitas baik karena kurang dari 20ms. Berikut merupakan gambar grafik nilai *jitter* pada pengukuran hari Rabu:



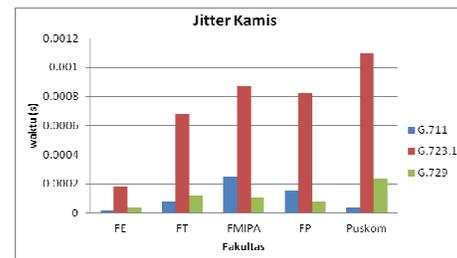
Gambar 28. Hasil pengukuran *jitter* hari Rabu

Dari data hasil pengukuran yang didapatkan pada Gambar 28 terlihat adanya perbedaan nilai *jitter* di setiap titik yang diukur. Untuk penggunaan *codec* G.711 didapatkan nilai *jitter* tertinggi di Fakultas Teknik dengan nilai *jitter* sebesar 0,00014s sedangkan nilai *jitter* terendah di Fakultas Ekonomi dengan besar nilai *jitter* adalah 0,00009s.

Sementara itu ketika pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.723.1 terlihat sangat berbeda jika dibandingkan dengan pengiriman paket suara dengan menggunakan *codec* G.711. Nilai *jitter* tertinggi yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.723.1 berada di Fakultas Pertanian dengan besar nilai *jitter* yaitu 0,00084s sedangkan nilai terendah terjadi di Fakultas Teknik dengan besar nilai *jitter* adalah 0,00040s.

Dari data hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai *jitter* yang didapatkan pada pengukuran hari Rabu dengan menggunakan *codec* G.711 berbanding terbalik dengan pengukuran ketika menggunakan *codec* G.723.1. Akan tetapi ketika pengukuran dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 nilai tertinggi terjadi di Fakultas Pertanian dengan besar nilai *jitter* 0,00018s dan nilai *jitter* terendah terjadi di Fakultas Ekonomi dengan nilai *jitter* sebesar 0,00003s.

Grafik di bawah ini menunjukkan data *jitter* hasil pengukuran hari Kamis :

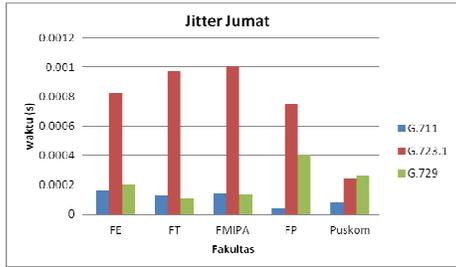


Gambar 29. Hasil pengukuran *jitter* hari Kamis

Grafik di atas (Gambar 29) adalah grafik hasil pengukuran *jitter* yang dilakukan pada hari Kamis. Dapat dilihat dari grafik bahwa secara keseluruhan nilai *jitter* yang paling rendah dihasilkan di Fakultas Ekonomi baik itu menggunakan *codec* G.711, G.723.1 maupun *codec* G.729. Namun nilai *jitter* tertinggi dengan menggunakan *codec* G.711 dihasilkan di fakultas MIPA dengan nilai sebesar 0,00024s. Sedangkan untuk penggunaan *codec* G.723.1 nilai *jitter* tertinggi dihasilkan di gedung Puskom dengan nilai 0,00109s.

Sementara itu dengan menggunakan *codec* G.729 nilai tertinggi *jitter* dihasilkan di gedung Puskom pula dengan nilai sebesar 0,00023s. Hasil

pengukuran *jitter* pada hari Jumat dapat dilihat di gambar berikut :



Gambar 30. Hasil pengukuran *jitter* hari Jumat

Dari grafik di atas (Gambar 30) dapat dilihat hasil pengukuran *jitter* pada hari Jumat dengan menggunakan 3 *codec* yang telah ditentukan. Dapat dilihat bahwa pada saat pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.711 dihasilkan nilai tertinggi di Fakultas Ekonomi dengan nilai *jitter* sebesar 0,00016s sedangkan terendah dihasilkan di Fakultas Pertanian dengan nilai *jitter* sebesar 0,00004s. Sedangkan untuk penggunaan *codec* G.723.1 nilai tertinggi dihasilkan di Fakultas MIPA dengan nilai *jitter* sebesar 0,00101s dan nilai terendah dihasilkan di gedung Puskom dengan nilai sebesar 0,00023s.

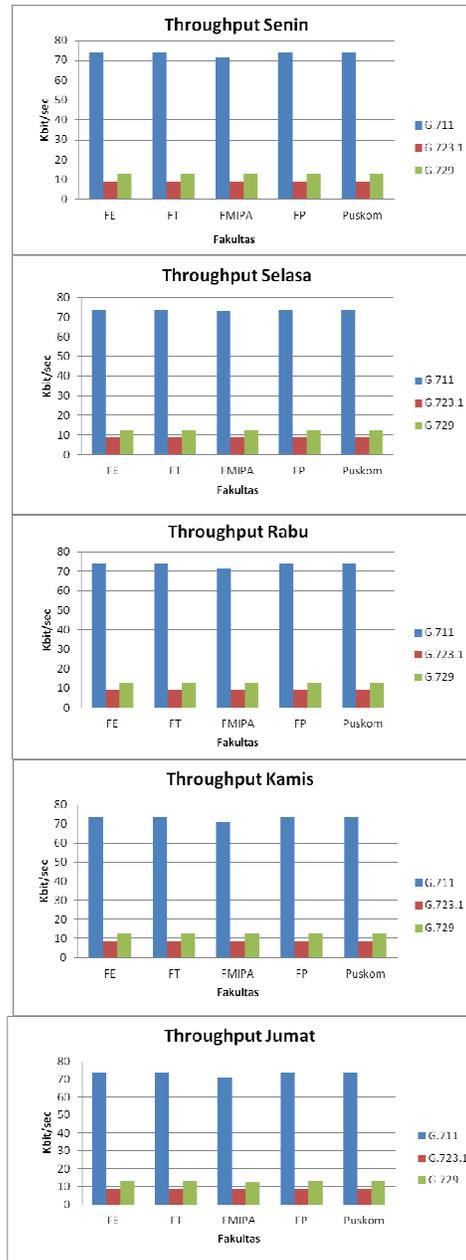
Untuk penggunaan *codec* G.729 didapatkan nilai tertinggi di Fakultas Pertanian dengan nilai 0,00040s dan nilai *jitter* terendah dihasilkan di Fakultas Teknik dengan besar *jitter* 0,00011s. Dari hasil pengukuran yang didapatkan mengenai nilai *jitter* di setiap hari pada jam sibuk dan di setiap fakultas secara umum terlihat adanya perbedaan karakteristik masing-masing fakultas dan *codec* yang digunakan. Terlihatnya nilai *jitter* dikarenakan nilai *delay* yang sebelumnya telah didapatkan pada saat pengukuran di waktu yang sama karena *jitter* dan *delay* sangat erat kaitannya.

Secara keseluruhan dari data hasil pengukuran yang didapatkan terlihat bahwa nilai *jitter* tertinggi terjadi ketika pengiriman paket suara dilakukan dengan menggunakan *codec* G.723.1 dan terendah ketika menggunakan *codec* G.711. Seperti yang telah diketahui bahwa nilai *jitter* merupakan variasi dari nilai *delay* yang didapatkan pada saat pengukuran jaringan atau *jitter* dapat diartikan sebagai perbedaan selang waktu kedatangan antar paket yang dilihat di sisi penerima. Besarnya nilai *jitter* yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.723.1 dapat dikarenakan oleh kurangnya kapasitas jaringan pada saat menggunakan *codec* G.723.1 karena ketika menggunakan *codec* G.723.1 *bandwidth* yang digunakan sebesar 5,3 dan 6,3 Kbps lebih kecil dibandingkan dengan *codec* lainnya. Dan juga adanya perbedaan variasi ukuran paket yang dikirimkan, serta faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai *jitter* yaitu ketidakteraturan paket

pada saat pengiriman dilakukan dari sumber ke tujuan.

3. Data Hasil Pengukuran *Throughput*

Parameter ketiga yang menjadi salah satu tolak ukur kualitas jaringan LAN yang digunakan adalah *throughput*. *Throughput* adalah *bandwidth* aktual atau sebenarnya yang terukur pada waktu tertentu (*bits/second*). Di bawah ini merupakan nilai *throughput* yang dihasilkan dari pengukuran jaringan dimulai dari hari Senin hingga Jumat pada jam sibuk.



Gambar 31. Hasil pengukuran *throughput* dalam satu minggu

Dari hasil pengukuran yang digambarkan pada grafik hasil pengukuran *throughput* (Gambar 31) secara umum dapat dilihat bahwa besar nilai *throughput* yang dihasilkan setiap hari sama besar atau tidak terjadi perubahan berarti dari hari Senin sampai dengan hari Jumat. Nilai *throughput* yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.711 di setiap fakultas secara umum terlihat hampir sama dengan besar nilai rata-rata secara umum di setiap pengukuran di lima titik yaitu sebesar 73,673674Kbit/sec. Sedangkan nilai *throughput* yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.723.1 secara umum sebesar 8,769323Kbit/sec. Sementara itu nilai *throughput* yang dihasilkan dengan menggunakan *codec* G.729 secara umum bernilai 12,825651Kbit/sec.

Akan tetapi, besar nilai *throughput* yang dihasilkan pada saat pengukuran jaringan di Fakultas MIPA berbeda dengan nilai yang dihasilkan di titik pengukuran lainnya. Dari data hasil pengukuran yang didapatkan (di halaman lampiran) dapat dilihat bahwa nilai *throughput* yang didapatkan pada pengukuran di Fakultas MIPA ketika menggunakan *codec* G.711 sebesar 71,626963 Kbit/sec ketika menggunakan *codec* G.723.1 sebesar 8,628009 Kbit/sec dan ketika menggunakan *codec* G.729 sebesar 12,610689 Kbit/sec.

Perbedaan hasil pengukuran yang didapatkan di Fakultas MIPA disebabkan oleh adanya *packet loss* yang dihasilkan ketika pengiriman paket suara berlangsung ke Fakultas MIPA, sedangkan pada pengukuran di segmen lain tidak dijumpai adanya *packet loss*. Besar *packet loss* yang dihasilkan di Fakultas MIPA yaitu sebesar 2,3% untuk penggunaan *codec* G.711, 1,6% untuk penggunaan *codec* G.723.1, dan untuk penggunaan *codec* G.729 didapatkan nilai *packet loss* sebesar 1,6%.

Meskipun demikian, secara umum nilai *throughput* yang dihasilkan di setiap segmen yang diukur dan di setiap hari cenderung memiliki kesamaan dengan menghasilkan nilai yang hampir sama di setiap hari pengukuran. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan *codec* yang sama di setiap segmen dan ukuran paket yang dikirimkan di setiap segmen sama maka nilai dari *throughput* yang dihasilkan setiap *codec* adalah konstan.

Pada saat dilakukan pengukuran jaringan untuk aplikasi VoIP, besar paket yang dikirimkan dari sumber ke tujuan memiliki perbedaan untuk setiap *codec* yang digunakan. Untuk *codec* G.711 besar paket suara yang dibangkitkan adalah sebesar 120 Bytes, untuk *codec* G.723.1 besar paket suara yang dikirimkan adalah 70 Bytes dan untuk *codec* G.729 besar paket yang dikirimkan adalah sebesar 60 Bytes. Hal ini juga dapat menjadi faktor perbedaan nilai *throughput* yang didapatkan, karena besar kecilnya nilai *throughput* yang didapatkan juga dapat dipengaruhi oleh ukuran paket saat dikirimkan ke tujuan. Pada saat penggunaan *codec* G.711, paket yang dikirim sebesar 120 Bytes dengan

menggunakan *bandwidth* proses kompresi 64Kbps menghasilkan *throughput* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *codec* lainnya.

Dari data hasil pengukuran yang didapatkan nilai *throughput* dengan menggunakan *codec* G.711 lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan *codec* lainnya dalam pengukuran. Sedangkan nilai *throughput* yang paling rendah didapatkan ketika pengukuran menggunakan *codec* G.723.1. Tinggi rendahnya nilai *throughput* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh ukuran paket yang dikirimkan, jumlah pengguna jaringan yang dapat menyebabkan perbedaan besar nilai *delay* yang dihasilkan ketika pengukuran dan juga *bandwidth* yang digunakan oleh masing-masing *codec* untuk melakukan proses kompresi suara.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa penggunaan *bandwidth* dalam proses kompresi paket suara sangat mempengaruhi nilai *throughput* yang dihasilkan. Semakin besar *bandwidth* yang digunakan maka nilai *throughput* akan semakin tinggi dan kualitas jaringan yang dihasilkan akan semakin baik meskipun tidak efisien dalam penggunaan *bandwidth*. Sedangkan pengaruh dari jumlah pengguna, semakin banyak jumlah pengguna jaringan ketika pengukuran dilakukan akan menyebabkan *delay* yang dihasilkan semakin tinggi dan akan menghasilkan nilai *throughput* yang lebih rendah.

A. Perbandingan Persentase *Jitter* terhadap *Delay*

Besar nilai *delay* yang didapatkan ketika pengukuran dilakukan berpengaruh terhadap besar nilai *jitter* yang dihasilkan, hal ini karena *jitter* pada dasarnya merupakan nilai yang dihasilkan dari variasi *delay* sebuah jaringan dan *jitter* dapat juga didefinisikan sebagai perbedaan selang waktu kedatangan antar paket yang terjadi di sisi penerima atau tujuan. Dari hasil pengukuran dapat dilakukan perhitungan untuk mencari persentase perbandingan nilai *jitter* yang didapatkan terhadap nilai *delay* karena masing-masing nilai tersebut memiliki keterkaitan karakteristik. Berikut ini akan diketahui besar persentase nilai *jitter* yang didapat pada setiap pengukuran terhadap nilai *delay* yang dihasilkan.

Tabel 6. Persentase Perbandingan nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Senin

Fakultas/Titik yang diukur	Persentase perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,09%	1,04%	0,26%
Fakultas Ekonomi	0,08%	0,42%	0,19%
Fakultas MIPA	0,23%	0,89%	0,48%
Fakultas Pertanian	0,29%	1,87%	0,80%
Gedung Puskom	0,14%	1,54%	0,87%

Tabel 6 merupakan hasil persentase dari nilai *jitter* terhadap nilai *delay* yang didapatkan dari data hasil pengukuran yang pada hari senin dengan mengambil satu sampel dari lima kali pengulangan. Dari Tabel 6 tersebut dapat dilihat besar persentase nilai *jitter* dari setiap *codec* yang digunakan pada hari senin di setiap titik yang diukur. Untuk penggunaan *codec* G.711 persentase nilai *jitter* yang dihasilkan tertinggi berada di Fakultas Pertanian dan yang terendah adalah di Fakultas Ekonomi dengan besar persentase masing-masing titik adalah 0,29% dan 0,08%. Sama halnya dengan persentase perbandingan dengan nilai tertinggi yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.723.1 berada di Fakultas Pertanian dan terendah ada di Fakultas Ekonomi dengan nilai masing-masing yaitu sebesar 1,87% dan 0,42%. Sedangkan persentase perbandingan tertinggi yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.729 berada di Gedung Puskom dengan nilai 0,87% dan yang terendah ada di Fakultas Ekonomi.

Dari hasil perhitungan persentase tersebut dapat diketahui bahwa nilai persentase yang dihasilkan di Fakultas Ekonomi dengan menggunakan ketiga *codec* yang telah ditentukan merupakan nilai persentase terendah pada pengukuran di hari senin dibandingkan dengan fakultas lainnya.

Tabel 7. Persentase Perbandingan nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Selasa

Fakultas/Titik yang diukur	Persentase perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,16%	1,06%	0,17%
Fakultas Ekonomi	0,04%	0,57%	0,03%
Fakultas MIPA	0,27%	0,89%	0,19%
Fakultas Pertanian	0,13%	0,98%	0,90%
Gedung Puskom	0,19%	2,41%	0,87%

Dari Tabel 7 dapat dilihat hasil persentase perbandingan nilai *jitter* terhadap nilai *delay* yang didapatkan dari hasil pengukuran. Dari Tabel 7 dapat dilihat persentase terkecil dari ketiga penggunaan *codec* yang telah ditentukan terjadi di Fakultas Ekonomi dengan nilai 0,04% untuk penggunaan *codec* G.711, 0,57% dihasilkan untuk penggunaan *codec* G.723.1 dan untuk penggunaan *codec* G.729 persentase yang didapatkan adalah sebesar 0,03% dari besar nilai *delay* yang telah didapatkan sebelumnya dari hasil pengukuran. Sedangkan nilai persentase tertinggi untuk setiap *codec* yang digunakan berbeda-beda. Untuk penggunaan *codec* G.711 persentase tertinggi terjadi di Fakultas MIPA dengan nilai 0,27%, untuk *codec* G.723.1 persentase tertinggi terjadi di Gedung Puskom dengan besar persentase yaitu 2,41% dan yang terakhir penggunaan *codec* G.729 mencapai

persentase nilai tertinggi ketika pengukuran dilakukan di Fakultas Pertanian dengan nilai 0,90% dari besar *delay* yang dihasilkan pada pengukuran jaringan yang telah dilakukan. Dari hasil persentase yang didapatkan pada hari selasa dapat diketahui bahwa nilai persentase perbandingan nilai *jitter* terhadap *delay* yang terendah didapatkan ketika pengukuran dilakukan di Fakultas Ekonomi.

Tabel 8. Persentase Perbandingan nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Rabu

Fakultas/Titik yang diukur	Persentase perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,19%	0,43%	0,16%
Fakultas Ekonomi	0,09%	0,52%	0,01%
Fakultas MIPA	0,15%	0,91%	0,28%
Fakultas Pertanian	0,44%	1,94%	0,82%
Gedung Puskom	0,34%	1,32%	0,41%

Tabel 8 telah menunjukkan nilai persentase perbandingan *jitter* terhadap *delay* pada pengukuran hari rabu. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai persentase tertinggi berada di Fakultas Pertanian, hal ini berlaku untuk setiap penggunaan *codec* yang berbeda baik itu G.711, G.723.1, maupun G.729. Nilai persentase yang didapatkan secara berurutan untuk masing-masing *codec* yaitu sebesar 0,44%, 1,94%, dan 0,82%. Sedangkan nilai persentase terendah untuk *codec* G.711 berada di Fakultas Ekonomi dengan besar nilai 0,09%, dan untuk *codec* G.723.1 nilai terendah berada di Fakultas Teknik dengan besar nilai persentase 0,17%, sementara itu untuk *codec* terakhir G.729 nilai terendah berada di Fakultas Ekonomi dengan nilai 0,01%.

Pada umumnya nilai persentase ini dipengaruhi besar nilai *jitter* dan *delay* yang didapat dari hasil pengukuran. Nilai *delay* tertinggi yang didapatkan pada pengukuran hari rabu berada di Fakultas Ekonomi dan nilai *jitter* terendah dihasilkan di Fakultas Ekonomi juga, hal ini yang menyebabkan nilai persentase perbandingan yang dihasilkan di Fakultas Ekonomi lebih rendah. Di bawah ini merupakan persentase perbandingan nilai *jitter* terhadap *delay* yang didapatkan dari hasil pengukuran pada hari kamis.

Tabel 9. Persentase Perbandingan nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Kamis

Fakultas/Titik yang diukur	Persentase perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,11%	0,74%	0,13%
Fakultas Ekonomi	0,02%	0,15%	0,03%

Fakultas MIPA	0,28%	1,17%	0,17%
Fakultas Pertanian	0,71%	1,90%	0,37%
Gedung Puskom	0,14%	1,75%	0,81%

Dari Tabel 9 dapat dilihat besar persentase perbandingan nilai *jitter* terhadap *delay*. Untuk penggunaan *codec* G.711 persentase tertinggi terjadi di Fakultas Pertanian dengan besar persentase mencapai 0,71%, hal yang sama ketika *codec* yang digunakan adalah G.723.1 persentase tertinggi yang didapatkan terjadi di Fakultas Pertanian dengan besar persentasenya adalah 1,90%, sedangkan saat pengukuran dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 nilai persentase tertinggi berada di gedung Puskom dengan nilai mencapai 0,81%. Untuk persentase terendah yang dihasilkan selama pengukuran terjadi di Fakultas Ekonomi baik itu menggunakan *codec* G.711, *codec* G.723.1 maupun *codec* G.729. nilai persentase yang didapatkan secara berurutan yaitu sebesar 0,02%, 0,15%, dan 0,03%. Dapat dilihat pada Gambar 26 bahwa nilai hasil pengukuran *jitter* yang didapatkan pada Fakultas Ekonomi memang yang paling rendah dibandingkan dengan titik lainnya. Akan tetapi nilai *delay* yang dihasilkan pada pengukuran hari Kamis untuk Fakultas Ekonomi, didapatkan nilai *delay* yang lebih tinggi dibandingkan dengan titik pengukuran lainnya.

Hal ini yang menyebabkan nilai persentase *jitter* terhadap *delay* yang dihasilkan oleh Fakultas Ekonomi lebih rendah dibandingkan dengan persentase di titik pengukuran lainnya di hari yang sama karena nilai *delay* yang didapatkan berpengaruh terhadap nilai *jitter* yang akan Di bawah ini dapat dilihat besar persentase perbandingan *jitter* terhadap *delay* pada pengukuran hari jumat.

Tabel 10. Persentase Perbandingan nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Jumat

1,31%. Sedangkan untuk nilai persentase terendah untuk penggunaan *codec* G.711 dan G.723.1 terjadi di Fakultas Ekonomi dengan nilai 0,14% dan 0,59%, dan untuk penggunaan *codec* G.729 nilai persentase terendah terjadi di Fakultas Teknik dengan nilai persentase sebesar 0,12%.

Persentase perbandingan nilai *jitter* terhadap *delay* yang telah dihitung, dapat diketahui bahwa pada pengukuran hari jumat nilai tertinggi dominan terjadi di Fakultas Pertanian sedangkan nilai terendah dominan terjadi di Fakultas Ekonomi. Persentase perbandingan yang telah dihitung dari nilai *jitter* terhadap nilai *delay* menunjukkan bahwa rentang nilai persentase yang dihasilkan adalah dimulai dari nilai 0,01% sampai dengan 2,5%. Rentang nilai yang dihasilkan dari persentase perbandingan *jitter* terhadap *delay* ini dikategorikan sebagai persentase nilai yang baik karena rentang nilai yang didapatkan tidak melebihi 5%.

Berikut ini dapat dilihat perbedaan nilai persentase perbandingan yang dihasilkan dari nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* pada saat pengukuran.

Tabel 11. Persentase Perbandingan nilai rata-rata *Jitter* terhadap nilai rata-rata *Delay* pada pengukuran hari Senin

Fakultas yang diukur	Persentase Perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,17%	0,64%	0,20%
Fakultas Ekonomi	0,72%	0,55%	0,14%
Fakultas MIPA	0,18%	0,77%	0,28%
Fakultas Pertanian	0,32%	1,20%	0,61%
Jitter Gedung Puskom	0,18%	1,71%	0,63%

Tabel 11 merupakan hasil persentase perbandingan nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* dari data hasil pengukuran hari senin.

Fakultas/Titik yang diukur	Persentase perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,16%	1,03%	0,12%
Fakultas Ekonomi	0,14%	0,59%	0,14%
Fakultas MIPA	0,19%	1,36%	0,32%
Fakultas Pertanian	0,17%	1,69%	1,31%
Gedung Puskom	0,28%	0,54%	0,69%

Dari hasil persentase perbandingan yang didapatkan di Tabel 10, dapat diketahui nilai persentase perbandingan tertinggi dihasilkan di gedung Puskom untuk penggunaan *codec* G.711 dengan nilai persentase sebesar 0,28% dan untuk penggunaan *codec* G.723.1 dan G.729 nilai persentase tertinggi berada di Fakultas Pertanian dengan besar nilai secara berurutan yaitu 1,69% dan

Data hasil persentase perbandingan pada Tabel 11 didapatkan dengan membagi nilai rata-rata pengukuran *delay* dari 5 kali pengulangan dengan rata-rata pengukuran *jitter* dari 5 kali pengulangan dan dikalikan dengan 100%. Untuk penggunaan *codec* G.711 persentase nilai rata-rata *jitter* yang dihasilkan tertinggi berada di Fakultas Ekonomi dan terendah adalah di Fakultas Teknik dengan besar persentase masing-masing titik adalah 0,72% dan 0,17%. Sedangkan, persentase perbandingan dengan nilai rata-rata tertinggi yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.723.1 berada di Gedung Puskom dan terendah ada di Fakultas Ekonomi dengan nilai masing-masing yaitu sebesar 1,71% dan 0,55%, dan persentase perbandingan rata-rata tertinggi yang dihasilkan ketika menggunakan *codec* G.729 berada di gedung Puskom dengan nilai

0,63% dan yang terendah ada di Fakultas Ekonomi dengan nilai persentase 0,14%.

Fakultas Pertanian	0,30%	1,41%	0,66%
Gedung Puskom	0,34%	1,37%	0,57%

Tabel 12. Persentase Perbandingan rata-rata nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Selasa

Fakultas yang diukur	Persentase Perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,07%	0,66%	0,21%
Fakultas Ekonomi	0,83%	0,55%	0,08%
Fakultas MIPA	0,18%	0,93%	0,29%
Fakultas Pertanian	0,39%	1,18%	0,58%
Gedung Puskom	0,35%	1,59%	0,49%

Dari Tabel 12 dapat dilihat hasil persentase perbandingan nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* yang didapatkan dari hasil pengukuran. Dari Tabel 12 dapat dilihat persentase terkecil dari ketiga penggunaan *codec* yang telah ditentukan terjadi di Fakultas Teknik dan Fakultas Ekonomi dengan nilai 0,07% untuk penggunaan *codec* G.711, nilai persentase 0,55% dihasilkan untuk penggunaan *codec* G.723.1 dan untuk penggunaan *codec* G.729 persentase yang didapatkan adalah sebesar 0,08% dari besar nilai *delay* rata-rata 5 kali pengulangan yang telah didapatkan sebelumnya dari hasil pengukuran.

Sedangkan nilai persentase tertinggi untuk setiap *codec* yang digunakan berbeda-beda. Untuk penggunaan *codec* G.711 persentase tertinggi terjadi di Fakultas Ekonomi dengan nilai 0,83%, untuk *codec* G.723.1 persentase tertinggi terjadi di gedung Puskom dengan besar persentase yaitu 1,59% dan yang terakhir penggunaan *codec* G.729 mencapai persentase nilai tertinggi ketika pengukuran dilakukan di Fakultas Pertanian dengan nilai 0,58% dari besar rata-rata *delay* yang dihasilkan pada pengukuran jaringan yang telah dilakukan selama 5 kali pengulangan. Dari hasil persentase yang didapatkan pada hari Selasa dapat diketahui bahwa nilai persentase perbandingan rata-rata nilai *jitter* terhadap rata-rata nilai *delay* yang terendah didapatkan ketika pengukuran dilakukan di Fakultas Teknik dan Ekonomi.

Tabel 13. Persentase Perbandingan rata-rata nilai *Jitter* terhadap *Delay* pada pengukuran hari Rabu

Fakultas yang diukur	Persentase Perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,13%	0,63%	0,11%
Fakultas Ekonomi	1,00%	0,46%	0,11%
Fakultas MIPA	0,19%	1,02%	0,55%

Tabel 13 telah menunjukkan persentase perbandingan rata-rata nilai *jitter* terhadap *delay* pada pengukuran hari Rabu dengan 5 kali pengulangan. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai persentase rata-rata tertinggi berada di Fakultas Ekonomi dan Pertanian. Nilai persentase didapatkan secara berurutan untuk masing-masing *codec* G.711, G.723.1, dan G.729 yaitu sebesar 1,00% yang dihasilkan di Fakultas Ekonomi, sedangkan nilai 1,41%, dan 0,66% yang dihasilkan di Fakultas Pertanian dengan menggunakan *codec* G.723.1 dan G.729. Sedangkan nilai persentase terendah untuk *codec* G.711 berada di Fakultas Teknik dengan besar nilai 0,13%, untuk *codec* G.723.1 dan G.729 nilai terendah berada di Fakultas Ekonomi dengan besar nilai persentase 0,46% dan 0,11%.

Pada umumnya nilai persentase perbandingan ini dipengaruhi oleh besar nilai *jitter* dan *delay* yang didapat dari hasil pengukuran dengan 5 kali pengulangan. Perbedaan nilai *jitter* dan *delay* yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh variasi *delay* yang terjadi antar paket ketika pengukuran dilakukan selama 5 kali pengulangan. Di bawah ini merupakan persentase perbandingan nilai *jitter* terhadap *delay* yang didapatkan dari hasil pengukuran pada hari Kamis.

Tabel 14. Persentase Perbandingan rata-rata nilai *Jitter* terhadap nilai rata-rata *Delay* pada pengukuran hari Kamis

Fakultas yang diukur	Persentase Perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,12%	0,64%	0,18%
Fakultas Ekonomi	0,34%	0,45%	0,12%
Fakultas MIPA	0,20%	0,96%	0,25%
Fakultas Pertanian	0,48%	1,51%	0,54%
Gedung Puskom	0,30%	1,33%	0,55%

Dari Tabel 14 hasil perhitungan persentase perbandingan nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay*, dapat dilihat besar persentase perbandingan yang dihasilkan. Untuk penggunaan *codec* G.711 dan *codec* G.723.1 persentase rata-rata tertinggi terjadi di Fakultas Pertanian dengan besar persentase mencapai 0,48% dan 1,51%, sedangkan saat pengukuran dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 nilai persentase rata-rata tertinggi di gedung Puskom dengan nilai mencapai 0,55%. Untuk nilai rata-rata persentase terendah

yang dihasilkan selama pengukuran terjadi di Fakultas Teknik yaitu sebesar 0,12% dengan *codec* G.711, 0,45% dengan *codec* G.723.1, dan 0,12% dengan *codec* G.729 yang terjadi di Fakultas Ekonomi. Hal ini terjadi dikarenakan nilai rata-rata *jitter* yang dihasilkan pada pengukuran hari kamis bervariasi sehingga menyebabkan persentase perbandingan yang didapatkan tidak sama dengan nilai pencuplikan satu sampel. Di bawah ini dapat dilihat besar persentase perbandingan nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* pada pengukuran hari jumat.

Tabel 15. Persentase Perbandingan nilai rata-rata *Jitter* terhadap nilai rata-rata *Delay* pada pengukuran hari Jumat

Fakultas yang diukur	Persentase Perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,16%	0,86%	0,17%
Fakultas Ekonomi	0,56%	0,55%	0,13%
Fakultas MIPA	0,18%	1,02%	0,37%
Fakultas Pertanian	0,49%	1,38%	0,82%
Gedung Puskom	0,38%	0,87%	0,20%

Dari hasil persentase perbandingan yang didapatkan di Tabel 15, dapat diketahui nilai rata-rata persentase perbandingan tertinggi dihasilkan di Fakultas Pertanian baik untuk penggunaan *codec* G.711, G.723.1, maupun G.729 dengan nilai persentase sebesar 0,49%, 1,38% dan 0,82%. Sedangkan untuk nilai rata-rata persentase terendah untuk penggunaan *codec* G.711 dan G.723.1 terjadi di Fakultas Teknik untuk penggunaan *codec* G.711 dengan nilai persentase rata-rata sebesar 0,16% dan Fakultas Ekonomi untuk penggunaan *codec* G.723.1 dan G.729 dengan nilai persentase rata-rata sebesar 0,55% dan 0,13%. Persentase perbandingan nilai rata-rata *jitter* terhadap rata-rata *delay* yang telah dihitung, dapat diketahui bahwa pada pengukuran hari jumat nilai tertinggi dominan terjadi di Fakultas Pertanian sedangkan nilai terendah dominan terjadi di Fakultas Ekonomi.

Secara keseluruhan persentase perbandingan yang telah dihitung dari nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* menunjukkan bahwa rentang nilai persentase yang dihasilkan adalah dimulai dari nilai 0,01% sampai dengan 2%. Rentang nilai rata-rata yang dihasilkan dari persentase perbandingan *jitter* terhadap *delay* ini dikategorikan sebagai persentase nilai yang baik karena rentang nilai yang didapatkan tidak melebihi 5%. Terjadinya perbedaan nilai rata-rata di setiap perbandingan karena adanya variasi nilai rata-rata *delay* yang dihasilkan dari pengukuran.

Berikut ini merupakan tabel persentase perbandingan nilai rata-rata *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* selama pengukuran satu minggu.

Tabel 16. Persentase Perbandingan nilai rata-rata *Jitter* terhadap nilai rata-rata *Delay* pada pengukuran satu minggu

Fakultas yang diukur	Persentase Perbandingan (%)		
	G.711	G.723.1	G.729
Fakultas Teknik	0,12%	0,68%	0,18%
Fakultas Ekonomi	0,63%	0,51%	0,13%
Fakultas MIPA	0,18%	0,93%	0,32%
Fakultas Pertanian	0,38%	1,32%	0,64%
Gedung Puskom	0,26%	1,34%	0,48%

Persentase perbandingan pada Tabel 16 merupakan persentase perbandingan yang didapatkan dari hasil rata-rata seluruh pengukuran selama satu minggu. Dari Tabel 16 dapat dilihat nilai persentase tertinggi pada saat menggunakan *codec* G.711 dan *codec* G.729 terjadi di Fakultas Pertanian dengan persentase sebesar 0,38% dan 0,64%. Ketika menggunakan *codec* G.723.1 persentase tertinggi terjadi di gedung Puskom dengan nilai 1,34%. Sedangkan nilai persentase terendah terjadi di Fakultas Teknik dengan penggunaan *codec* G.711 dengan persentase 0,12%, saat menggunakan *codec* G.723.1 dan G.729 persentase terendah terjadi di Fakultas Ekonomi dengan nilai 0,51% dan 0,12%. Secara keseluruhan persentase penggunaan *codec* G.711 paling rendah diantara *codec* lainnya dengan pengukuran selama satu minggu. Dari hasil perhitungan persentase perbandingan *jitter* selama satu minggu dapat diketahui bahwa nilai persentase yang dihasilkan di masing-masing titik pengukuran sangat bervariasi dengan menggunakan *codec* yang berbeda. Besar persentase ini sangat dipengaruhi oleh besar nilai rata-rata pengukuran *jitter* terhadap nilai rata-rata *delay* yang dihasilkan ketika pengukuran, karena pada dasarnya *jitter* merupakan variasi *delay* sehingga nilai *jitter* tidak jauh melebihi nilai *delay*.

B. Perbandingan Penggunaan *Codec*

Pemilihan dan penggunaan *codec* pada suatu jaringan untuk aplikasi komunikasi suara sangat mempengaruhi kualitas jaringan yang digunakan untuk komunikasi suara tersebut. Perbedaan penggunaan *codec* pada setiap pengukuran di masing-masing titik menyebabkan adanya perbedaan hasil *delay*, *jitter* maupun *throughput* yang diukur. Dari masing-masing *codec* yang digunakan memiliki karakteristik masing-masing yang juga berpengaruh terhadap kualitas performansi jaringan dan kualitas dari pengiriman paket yang dilakukan.

Dari *codec* yang pertama yaitu *codec* G.711, memiliki karakteristik yang masih kurang efisien dalam penggunaan *bandwidth* untuk pengiriman

paket suara dalam sekali pengiriman. *Codec* ini menggunakan *bandwidth* sebesar 64 Kbps untuk sekali pengiriman paket suara ke tujuan. Untuk *codec* G.723.1 menggunakan *bandwidth* sebesar 5,3 dan 6,3 Kbps. *Bandwidth* yang digunakan pada *codec* ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan *codec* G.711 karena itu *codec* ini dianggap lebih efisien akan *bandwidth* untuk sebuah jaringan dibandingkan dengan *codec* G.711. Sedangkan untuk *codec* G.729 memiliki karakteristik yang juga berbeda yaitu menggunakan *bandwidth* sebesar 8 Kbps. Dari masing-masing karakteristik ini dapat dilihat perbedaannya.

Akan tetapi nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran berbeda dengan perkiraan awal. Perbandingan penggunaan *codec* dalam pengukuran yang dilakukan sangat terlihat jelas perbedaannya di setiap pengukuran. Dilihat dari hasil pengukuran dengan mendapatkan ketiga parameter yaitu *delay*, *jitter*, dan *throughput* didapatkan perbedaan untuk penggunaan *codec* yang paling baik digunakan di jaringan LAN Unila. Secara umum dilihat dari hasil pengukuran *delay*, dapat dilihat dari Gambar 21 sampai dengan Gambar 25 penggunaan *codec* G.711 lebih baik untuk digunakan di jaringan LAN Unila dibandingkan dengan *codec* lainnya, karena penggunaan *codec* G.711 dalam jaringan LAN Unila menghasilkan nilai *delay* yang lebih kecil daripada *codec* G.723.1 ataupun *codec* G.729 dalam setiap pengukuran di kelima titik pada setiap harinya. Hal yang sama terjadi juga pada pengukuran *jitter*, dapat dilihat di Gambar 26 sampai dengan Gambar 30 dengan menggunakan *codec* yang sama yaitu G.711 nilai *jitter* yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan *codec* lainnya pada setiap pengukuran di setiap hari. Hal ini menyebabkan semakin cepat paket suara sampai ke tujuan dan kemungkinan paket suara tersebut terganggu sangat kecil. Sama halnya dengan nilai *throughput* yang dihasilkan, dilihat dari Gambar 31 hasil pengukuran *throughput* untuk penggunaan *codec* G.711 juga lebih besar dibandingkan dengan *codec* lain. Dengan dihasilkannya nilai *throughput* yang lebih besar dari *codec* lain menyebabkan paket suara yang sampai ke tujuan lebih lengkap dibandingkan dengan penggunaan *codec* lainnya.

Selain itu, *codec* G.711 lebih baik digunakan karena *codec* G.711 ini menggunakan teknik pengompresan yang sesuai dengan teknik kompresi audio dalam pengiriman suara dengan menggunakan *bit rate* sebesar 64 Kbps. *Codec* G.711 ini menggunakan teknik PCM untuk proses pengiriman paket suara. Teknik PCM mengonversikan sinyal analog ke bentuk digital dengan menggunakan sampling sinyal analog tersebut 8000 kali/detik. Sinyal tersampel tersebut dikonversikan dalam bentuk diskrit dan direpresentasikan dalam bentuk kode. Format PCM ini menggunakan 8 bit/detik untuk pengkodeannya. Laju transmisi dari *codec* ini diperoleh dengan mengalikan 8000 sampel/detik

dengan pengkodean 8 bit/detik sehingga didapatkan *bit rate* sebesar 64 Kbps. *Bit rate* ini merupakan standar transmisi untuk komunikasi suara. Karena itu, meskipun penggunaan *codec* G.711 ini tidak efisien dalam penggunaan *bandwidth* akan tetapi kualitas jaringan yang dihasilkan lebih baik dari penggunaan *codec* lainnya.

Sedangkan penggunaan *codec* G.723.1 dan G.729 tidak lebih baik digunakan pada jaringan LAN Unila karena memiliki *bit rate* yang lebih kecil dibandingkan dengan *codec* G.711. *Codec* G.723.1 baik digunakan untuk jaringan yang lebih kecil selain itu, pengkodean suara dengan *codec* G.723.1 ini direkomendasikan untuk komunikasi suara dengan *bit rate* rendah. *Codec* G.723.1 ini melakukan proses sampling dengan men-sampling sinyal suara yang befrekuensi sampling 8000Hz lebih kecil daripada *codec* G.711.

Dengan demikian dapat diketahui perbandingan penggunaan *codec* di jaringan LAN Unila. Dari hasil pengukuran telah dapat diketahui penggunaan *codec* G.711 lebih baik digunakan pada jaringan ini dibandingkan dengan penggunaan *codec* G.723.1 atau G.729 meskipun *bandwidth* yang digunakan untuk pengiriman paket suara lebih besar daripada *codec* lainnya. Kesimpulannya, penggunaan *codec* dengan *bit rate* tinggi menghasilkan kualitas jaringan yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan *codec* dengan *bit rate* rendah meskipun penggunaan *codec* dengan *bit rate* lebih banyak menghabiskan *bandwidth* dari jaringan yang digunakan.

III. SIMPULAN

1. Kualitas jaringan LAN di kampus Unila untuk penerapan aplikasi komunikasi suara (VoIP) dikategorikan sebagai jaringan yang baik untuk digunakan dalam komunikasi suara dengan acuan nilai 0-20ms untuk standar *jitter* yang baik dan nilai 0-150ms untuk standar nilai *delay* yang baik untuk aplikasi VoIP.
2. Jumlah pengguna jaringan LAN Unila dan waktu sibuk ketika dilakukan pengukuran sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai *delay*, *jitter*, dan *throughput* yang dihasilkan.
3. Nilai *delay* tertinggi selama satu minggu pengukuran terjadi di titik Fakultas Ekonomi baik itu menggunakan *codec* G.711, G.723.1, maupun G.729 dengan nilai rata-rata 0,109s, 0,123s, dan juga 0,143s.
4. Dari pengukuran selama satu minggu nilai tertinggi untuk *jitter* tidak selalu terjadi di satu titik pengukuran seperti halnya *delay*, namun nilai paling tinggi *jitter* terjadi ketika pengukuran menggunakan *codec* G.723.1.
5. Penggunaan *codec* yang baik dalam aplikasi komunikasi suara di jaringan LAN Unila adalah dengan menggunakan *codec* G.711. Karena pada

- saat pengiriman paket suara menggunakan *codec* G.711 nilai *delay* yang dihasilkan rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan *codec* lain dan nilai *throughput* yang dihasilkan lebih besar.
6. *Codec* G.711 lebih baik dibandingkan dengan *codec* lainnya karena *codec* G.711 memiliki *bit rate* yang sesuai dengan standar komunikasi suara yaitu 64 Kbps dan menggunakan teknik pengkodean suara yang sesuai dengan teknik pengkodean sinyal digital yaitu teknik PCM.
 7. Dari hasil pengukuran selama satu minggu, nilai persentase perbandingan *jitter* ketika menggunakan *codec* G.723.1 lebih besar 3,04x dibandingkan dengan *codec* G.711 dan G.729 lebih besar 1,20x dibandingkan dengan *codec* G.711.
 8. Persentase perbandingan dari rata-rata nilai *jitter* terhadap rata-rata *delay* didapatkan nilai yang bervariasi, akan tetapi pada pengukuran selama satu minggu diketahui bahwa nilai persentase dengan *codec* G.711 lebih kecil dibandingkan *codec* lain.

IV. SARAN

Adapun saran-saran yang dapat diberikan dari hasil pengukuran ini adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat maka dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan dilakukan pengiriman paket suara secara langsung ke setiap fakultas di Unila.
2. Penerapan aplikasi VoIP di kampus Unila akan lebih baik jika dapat dibuat secara khusus *server* untuk aplikasi VoIP yang terhubung langsung ke setiap fakultas di Unila.
3. Rekomendasi kepada pengelola jaringan LAN Unila, aplikasi komunikasi suara (VoIP) telah dapat diimplementasikan di jaringan LAN Unila karena kualitas performansi jaringan LAN Unila dikategorikan sebagai jaringan yang baik untuk aplikasi komunikasi suara (VoIP).

Daftar Pustaka:

- [1] Fitriawan, Helmy. 2003. *Pengukuran Trafik Jaringan*. Bandar Lampung. Prosiding Dies Natalis Universitas Lampung.
- [2] Robert, M. Thomas. 1999. *Pengantar Local Area Network*, Elexmedia komputindo.
- [3] Iskandarsyah, M.H. *Dasar-dasar Jaringan VoIP*. Ilmu Komputer. <http://www.ilmukomputer.com>.
- [4] Al Ihsan. 2010. *Studi Analisa Perbandingan QoS pada Jaringan LAN dan WLAN Intranet*. Skripsi. Universitas Lampung.
- [5] Fitriawan, Helmy. *Implementasi Virtual Local Area Network (VLAN) pada Jaringan LAN Kampus*. Bandar Lampung. <http://grid.unila.it/software/D-ITG>
- [6] Hidayat. 2009. *Teknologi Voice Over Internet Protocol di Indonesia*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- [7] Hamdani, Fadil. 2010. *Pemodelan dan Simulasi Jaringan Sensor Nirkabel Micaz Mote Berdasarkan Standar IEEE 802.15.4*. Skripsi. Universitas Lampung. Hal 16-18
- [8] Davidson, Peters. *VoIP fundamental*. Cisco System, 163.
- [9] _____. 2000. *H.323 v4, Packet-based Multimedia Communication System*. ITU-T.
- [10] Avallone, S; Guadagno, S; Emma, D; Pescap`e, A; and Ventre, G. *D-ITG Distributed Internet Traffic Generator*. University of Naples Federico II. Italy. (19 Januari 2011)
- [11] Yenni, Liza. 2010. *Peningkatan Kualitas Layanan Voice over Internet Protocol (VoIP) menggunakan codec G.723 dan G.729 Berbasis Differenteted Services*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Hal 16-18
- [12] http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?option=com_content&view=article&id=129:voice-over-internet-protocolvoip&catid=10:jaringan&Itemid=15 (14 Oktober 2010)