

Analisis Performansi Codec G.711 Dan G.729 Berbasis Issabel Menggunakan Metode MOS E-Model

Aji Panca*¹, Rushendra²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana
e-mail: ¹ajipanca20@gmail.com, ²rushendra@mercubuana.ac.id

*Penulis Korespondensi

Diterima: 27 Juni 2023; Direvisi: 25 Oktober 2023; Disetujui: 27 Oktober 2023

Abstrak

Komunikasi telah menjadi komponen penting dalam menjalankan bisnis, terutama dalam bisnis layanan terpadu (call center) di mana mungkin diperlukan untuk melakukan panggilan ke ribuan klien dalam satu hari karena kemajuan sistem telekomunikasi. Dalam kasus jaringan yang menangani transmisi VoIP, memastikan kualitas panggilan yang sesuai sangatlah penting. Penelitian ini bertujuan untuk mencari referensi codec audio terbaik untuk kebutuhan komunikasi suara sistem VoIP berbasis Issabel Server. Antara call codec G.729 dan G.711 dilakukan analisis mean opinion score dengan menggunakan teknik MOS E-MODEL (ITU-T G.107) menggunakan skenario call dengan durasi 30 detik, 60 detik, dan 120 detik dari ekstensi lokal ke jaringan PSTN. Codec G.729 dan G.711 memiliki nilai MOS 4.25061 pada waktu panggilan 30 detik. Codec G.711 bekerja lebih baik daripada codec G.729 dengan durasi panggilan 60 detik, dengan selisih persentase 0,153% (nilai MOS 4,24739) dibandingkan dengan nilai MOS codec G.729 sebesar 4,24087. Codec G.711 bekerja lebih baik daripada codec G.729 pada durasi panggilan 120 detik, dengan selisih persentase 0,018% (nilai MOS 4,24866) dibandingkan dengan nilai MOS codec G.729 sebesar 4,24787. Codec G.711 memiliki kualitas panggilan yang superior dibandingkan dengan codec G.729. Codec G.729 menggunakan sumber daya lebih efektif daripada codec G.711 meskipun kualitas panggilannya serupa dengan codec G.711.

Kata kunci: MOS, G.711, G.729, Issabel, VoIP

Abstract

Communication became a crucial component of running a business, especially in integrated service businesses (call centers) where it may be necessary to make calls to thousands of clients in a single day due to the advancement of the telecommunications system. In the case of networks that handle VoIP transmissions, ensuring appropriate call quality is crucial. This study aims to find the best audio codec reference for an Issabel Server-based VoIP system's voice communication requirements. Between the call codecs G.729 and G.711, mean opinion score analysis utilizing the MOS E-MODEL (ITU-T G.107) technique was conducted using call scenarios with durations of 30 seconds, 60 seconds, and 120 seconds from the local extension to the PSTN. Both the G.729 and G.711 codecs have a MOS value of 4.25061 at a call time of 30 seconds. The G.711 codec performs better than the G.729 codec with a call duration of 60 seconds, with a difference in the percentage of 0.153% (MOS value 4.24739) as opposed to the G.729 codec's MOS value of 4.24087. The G.711 codec performs better than the G.729 codec at a call duration of 120 seconds, with a difference in the percentage of 0.018% (MOS value 4.24866) as opposed to the G.729 codec's MOS value of 4.24787. The G.711 codec has superior call quality compared to the G.729 codec. The G.729 codec uses resources more effectively than the G.711 codec even though its call quality is similar to that of the latter.

Keywords: MOS, G.711, G.729, Issabel, VoIP

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan sistem telekomunikasi, komunikasi menjadi suatu kebutuhan yang esensial dalam menjalankan bisnis perusahaan. Komunikasi suara adalah bagian yang sangat penting dari teknologi komunikasi, karena komunikasi suara saat ini diyakini sebagai teknologi komunikasi yang paling mudah dan paling efisien untuk digunakan [1]. Ada juga yang menjadikan komunikasi sebagai tumpuan bisnis utama perusahaan, contohnya adalah bisnis pelayanan terpadu (*call center*). *Call center* merupakan fasilitas layanan panggilan telepon terpusat pada suatu perusahaan / organisasi dalam rangka memberikan layanan berbagai informasi, penerimaan pengaduan atau komplain [2]. VoIP ini dapat berkomunikasi seperti layaknya menggunakan telepon biasa dan tidak dikenakan biaya telepon untuk berkomunikasi dengan pengguna VoIP lainnya, selain itu kelebihan yang dimiliki oleh sistem komunikasi lewat VoIP adalah adanya kemudahan dalam biaya perawatan [3]. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) adalah teknologi yang mampu mengirimkan trafik suara, video dan data yang berbentuk paket secara real-time dengan jaringan *Internet Protocol* [4]. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) merupakan teknologi yang memanfaatkan *Internet Protocol* untuk menyediakan komunikasi suara secara elektronik dan real-time [5]. VoIP memerlukan sejumlah protokol untuk mengontrol pembentukan koneksi. Dalam hal ini, tersedia dua protokol; ITU-T H.323 dan IETF SIP [6]. *Session Initiation Protocol* (SIP) merupakan salah satu *Protocol* sesi multimedia. SIP adalah protokol untuk pensinyalan yang bekerja pada *application layer*. SIP mampu membuat, memodifikasi, dan mengakhiri sesi multimedia. Salah satunya pada *internet telephony* [7]. Barrier atau hambatan *multibrand* pabx sudah dapat diatasi dengan menggunakan *Protocol* H.323 dan SIP Trunking yang dimiliki oleh masing – masing jenis IP PBX [8].

Jaringan VoIP adalah infrastruktur utama yang sangat penting bagi perusahaan *call center*. Untuk sistem *call center* menggunakan OS Issabel server versi 4.0 yang terinstall di internal virtual private server dengan berbasis Proxmox Virtual Environment. Issabel dipilih karena memiliki lisensi *open source* dan memiliki fitur lengkap untuk kebutuhan *call center*. Modul *call center* ini dirancang untuk menangani kampanye panggilan masuk dan keluar melalui konsol agen dan antarmuka manajemen panggilan yang mudah digunakan. Hal ini memungkinkan kolaborasi secara real time dan meningkatkan produktivitas agen dan supervisor melalui *Unified Communications* [15]. Performansi QoS pada server VPS, *cloud* dan *dedicated* cenderung bagus untuk layanan VoIP dan masih sangat layak untuk diimplementasikan [7]. Menggunakan Proxmox untuk keperluan server itu lebih bagus akan tetapi harus lebih banyak menyiapkan memory karena besar dalam pemakaian memory [9].

Dalam komunikasi menggunakan VoIP sangat penting untuk menggunakan *codec* audio yang baik dan efisien. *Codec* menjadi salah satu variabel yang menentukan kualitas suara. *Coding - decoding (codec)* adalah program komputer yang mampu mengkodekan sinyal analog ke sinyal digital (menjadi berkas media digital) dan menguraikan sinyal digital ke sinyal analog, serta mampu mengompres dan mendekomposisi berkas media digital [5]. Audio *codec* akan mengkonversikan sinyal audio yang berbentuk sinyal analog ke bentuk sinyal digital, begitu pula sebaliknya . Beberapa contoh dari audio *codec* antara lain G.711 a-law dan μ -law, G.729, G.722, AMR, iLBC, dan GSM [10]. Dalam penelitian ini akan menganalisis performansi *codec* G.729 dan G.711.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian dan penghitungan nilai *Mean opinion score* (MOS) pada setiap *codec*. Dengan menganalisis protokol RTP pada panggilan, parameter *delay* dan *packet loss* bisa didapat. Paket RTP berisi aliran dasar audio dan video yang terkait dengan program yang dipilih dan informasi tentang standar yang digunakan untuk kompresi [11]. *Mean opinion score* (MOS) adalah satuan kualitas suara. Metode MOS adalah hasil dari pengujian dan penghitungan di mana nilai rata - rata kualitasnya adalah 1 (sangat buruk) hingga 5 (sangat

baik). Standar pengukuran R-Faktor dengan menggunakan E-Model yang tertuang dalam ITU-T.G.107 [12].

Tinjauan jurnal sebelumnya yang dilakukan oleh Dariusz Strzeciwlk (2021) dalam jurnal yang berjudul “Performance Analysis of VoIP Data over IP Networks”. Menggunakan metode penghitungan MOS, dengan PBX server Cisco 2900 Routers dan skenario panggilan bersumber dari lokal *extension* dan menuju ke *device* luar jaringan yang dihubungkan oleh ISP atau VoIP provider. Penelitian yang dilakukan telah menunjukkan bahwa kualitas sambungan telepon terbaik dicapai oleh *codec* G.711 [13]. *Codec* G.729 memiliki kualitas performansi cukup baik dengan nilai MOS 3.92 dan *codec* G.711 memiliki kualitas sangat baik dengan nilai MOS 4.40.

Tinjauan jurnal sebelumnya yang dilakukan oleh Ramadhina Fitriyanti, Lindawati, dan Aryanti (2018) dalam jurnal yang berjudul “Analisis Perbandingan *Mean opinion score* Aplikasi VoIP Facebook Messenger dan Google Hangouts menggunakan Metode E-Model pada Jaringan LTE”. Pengujian menggunakan metode MOS dengan jenis jaringan LTE yang dijalankan di aplikasi simulator GNS3. Hasil penelitian menunjukkan nilai MOS Google Hangouts dengan nilai 4.0 lebih besar daripada Facebook Messenger yang memiliki nilai MOS 3.6. Google Hangouts masuk dalam kategori baik dan Facebook Messenger dalam kategori cukup.

Tinjauan jurnal sebelumnya yang dilakukan oleh Salma Rattal, M. Moughit, dan Abdelmajid Badri University (2013) dalam jurnal yang berjudul “Performance Analysis of Hybrid Codecs G. 711 and G. 729 over Signaling Protocols H. 323 and SIP”. Pengujian menggunakan metode MOS dengan jenis jaringan LTE yang dijalankan di aplikasi simulator OPNET. Pengujian dilakukan menggunakan kombinasi SIP dan H.323, G.729 dan G.711 (setiap kombinasi berisi satu protokol dan satu *hybrid codec*). Kombinasi H.323 dan G.729 terbukti menjadi koneksi paling tepat dan baik dengan nilai MOS [6].

Tinjauan jurnal sebelumnya yang dilakukan oleh Rafif Taruna Ramadhan, Rendy Munadi, dan Danu Dwi Sanjoyo (2018) dalam jurnal yang berjudul “Analisis Kinerja Codec Layanan VoIP Dan Video Call Pada Arsitektur IP Multimedia Subsystem”. Penelitian dilakukan pada performansi *codec* audio dan video yaitu G.711 dan G.729 menggunakan software OpenIMScore. Kesimpulannya yaitu *codec* G.729 mampu menghasilkan kualitas layanan yang setara dengan penggunaan *codec* G.711, namun dengan *throughput* yang lebih rendah dibandingkan penggunaan *codec* G.711 hingga 65.8% [10].

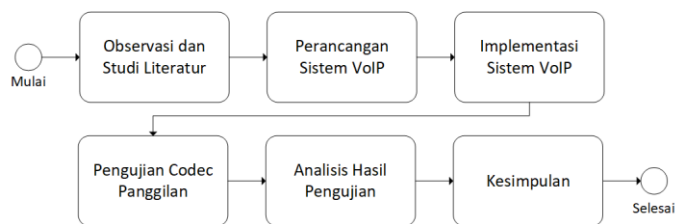
Tinjauan jurnal sebelumnya yang dilakukan oleh Chika Yunita, Baso Maruddani, Wisnu Djatmiko, dan Ariep Jaenul (2021) dalam jurnal yang berjudul “Analisis Perbandingan Performansi Codec G.711, G.722 dan Opus Pada Implementasi Layanan Voice over Internet Protocol (VoIP) Berbasis Raspberry Pi Server Menggunakan Metode MOS E-Model (ITU-TG.107)”. Hasil pengujian ini menggunakan *codec* panggilan G.711, Opus, dan G.722 pada jaringan Wireless LAN. *codec* G.722 memiliki kualitas suara yang paling bagus dengan nilai rata-rata MOS yaitu 4,155. *Codec* G.711 dan opus mendapatkan nilai MOS yang juga baik [14].

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan penelitian terkait, belum ada penelitian yang membahas performansi *codec* G.711 dan G.729 pada Issabel. Selain itu pengujian sebelumnya dilakukan dengan software simulator. Sehingga perlu analisis perbandingan performansi *codec* G.711 dan G.729 pada Issabel dan jaringan telepon nyata di lapangan. Yang bertujuan untuk mendapatkan referensi audio *codec* yang bekerja paling optimal untuk kebutuhan komunikasi suara sistem VoIP berbasis Issabel versi 4.0 yang berjalan di Proxmox Virtual Environment dan diuji pada jaringan nyata PSTN.

2. METODE PENELITIAN

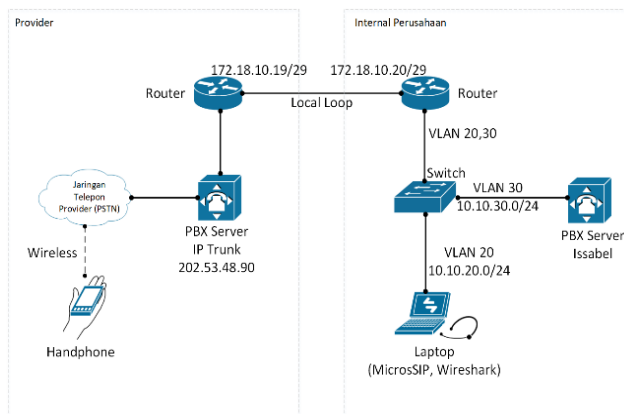
Prosedur penelitian diawali dengan tahap observasi keadaan jaringan VoIP dan kajian pustaka sesuai dengan hasil yang ingin dicapai, yaitu berupa perbandingan kinerja *codec* VoIP. Tahapan penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, setelah observasi dilakukan, dimulai dengan perancangan sistem VoIP untuk pengujian beserta skenario panggilan yang akan dilakukan. Sistem server VoIP menggunakan PBX server Issabel versi 4.0 yang

beroperasi pada server Proxmox Virtual Environment dan panggilan dilakukan menggunakan *softphone*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Untuk menguji kinerja *codec*, panggilan dilakukan dengan skenario outbound *call* ke nomor GSM pada periode waktu produktif antara pukul 13.00 dan 14.00 WIB pada hari kerja dengan durasi 30 detik, satu menit, dan dua menit. Durasi panggilan rata-rata dari didapatkan dari *Call Detail Record* milik divisi *call center* perusahaan pada periode Februari 2023. Untuk setiap durasi panggilan, 30 panggilan diuji. Tahap berikutnya yaitu analisis hasil pengujian berupa komparasi performansi *codec* panggilan dengan metode *mean opinion score* E-Model. Selanjutnya didapat kesimpulan performansi *codec* mana yang baik untuk panggilan ke nomor seluler / GSM pada jaringan PSTN menggunakan PBX server Issabel versi 4. Penelitian ini menggunakan topologi VoIP, seperti yang terdapat dalam Gambar 2.

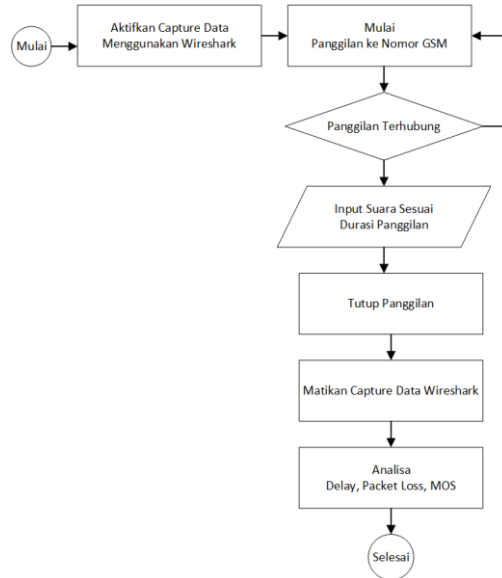


Gambar 2. Topologi VoIP

Berdasarkan Gambar 2, topologi VOIP untuk pengujian performansi *codec* menggunakan jaringan *live production* sehingga hasilnya bisa lebih akurat dengan apa yang terjadi di lapangan. Pengetesan panggilan menggunakan laptop yang di dalamnya sudah terpasang software MicroSIP untuk panggilan dan Wireshark untuk menangkap data panggilan. Laptop terkoneksi jaringan internet kabel (*Local Area Network*) pada internal perusahaan. Selain itu terdapat juga server Proxmox Virtual environment yang di dalamnya sudah terpasang Virtual Machine Issabel PBX yang digunakan untuk koneksi dengan server PBX milik *provider*.

Pengujian performa *codec* digambarkan dalam alur di Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, ketika server PBX sudah berhasil terkoneksi, selanjutnya adalah melakukan pengujian panggilan bersamaan dengan menangkap data panggilan menggunakan Wireshark. Aktifkan atau *start capture* data pada aplikasi Wireshark pada laptop. Kemudian lakukan panggilan menggunakan MicroSIP dari lokal *extension* menuju nomor GSM. Selanjutnya lakukan percakapan sesuai durasi pengujian. Setelah itu matikan panggilan jika sudah memenuhi durasi yang dibutuhkan yang dilanjutkan dengan matikan atau *stop capture* data pada Wireshark. Simpan hasil capture data panggilan pada Wireshark berupa *file .pcapng*. Selanjutnya adalah menganalisis hasil capture data panggilan yang akan menghasilkan data *delay* dan *packet loss*. Dari kedua parameter data tersebut

akan didapatkan hasil dari perhitungan performansi *codec* panggilan berupa angka MOS.



Gambar 3. Langkah Pengujian Performansi *Codec*

MOS E-Model menghitung nilai R Faktor yang bernilai dari 0 hingga 100. Hasil dari nilai R Faktor ini disebut juga objektif MOS karena prosesnya menggunakan parameter uji terukur. Persamaan rumus R faktor, variabel R adalah faktor kualitas transmisi pada peneleponan. Rumus umum R faktor dijabarkan pada persamaan (1).

$$R = 94.2 - 0.024d + 0.11(d - 177.3) H(d - 177.3) - 7 + 30\ln(1 + 15e) \quad (1)$$

Setelah nilai R faktor sudah didapatkan maka selanjutnya akan dikorelasikan nilai R faktor ke dalam rumus persamaan MOS untuk menilai tingkat kepuasan pengguna, rumus persamaan MOS dijabarkan pada persamaan (2).

$$MOS = \begin{cases} 1 + 1 + 7 \times 10^{-6} R(R - 60)(100 - R), & \text{Jika } R < 0 \\ 1 + 4.5 + 7 \times 10^{-6} R(R - 60)(100 - R), & \text{Jika } R > 100 \\ 1 + 0.035R + 7 \times 10^{-6} R(R - 60)(100 - R), & \text{Jika } 0 < R < 100 \end{cases} \quad (2)$$

Jika nilai R Faktor bernilai $R < 0$, maka hal ini menunjukkan *delay* total sangat besar sehingga kualitas VoIP menjadi buruk. Bahkan mulai nilai $R < 50$ sudah tidak diperkenankan diaplikasikan. Jika nilai R Faktor bernilai $R > 100$, menunjukkan bahwa kondisi VoIP berkualitas sangat baik karena R maksimum adalah 94.2. Jika nilai R Faktor bernilai $0 < R < 100$, menunjukkan kondisi umum dan realitas nilai yang digunakan untuk menentukan nilai MOS. Korelasi nilai R faktor dengan MOS dapat dilihat dalam Gambar 4.

R faktor	Tingkat Kepuasan	MOS
100		
94	Sangat Baik	4,4
90	Baik	4,3
80	Cukup Baik	4,0
70	Kurang Baik	3,6
60	Buruk / berkualitas rendah	3,1
50	Buruk / tidak diperkenankan	2,6
0		1,0

Nilai Maksimum ITU - T G.107 → 94

Gambar 4. Korelasi Nilai R Faktor dengan MOS [12]

Berdasarkan Gambar 4, jika nilai R Faktor bernilai $R < 0$, maka hal ini menunjukkan *delay* total sangat besar sehingga kualitas VoIP menjadi buruk. Bahkan mulai nilai $R < 50$ sudah tidak diperkenankan diaplikasikan. Jika nilai R Faktor bernilai $R > 100$, menunjukkan bahwa kondisi VoIP berkualitas sangat baik karena R maksimum adalah 94.2. Jika nilai R Faktor bernilai $0 < R < 100$, menunjukkan kondisi umum dan realitas nilai yang digunakan untuk menentukan nilai MOS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian akan menjabarkan pengujian dan hasil perhitungan parameter *delay*, *packet loss*, dan *mean opinion score* dari *codec* G.729 dan G.711 berbasis Issabel 4. Pengujian menggunakan skema panggilan dari *local extension* menuju nomor seluler (GSM) pada jaringan PSTN.

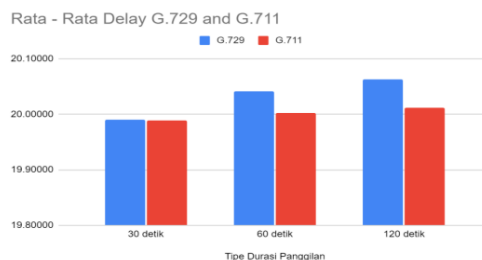
3.1. Delay

Dari hasil pengujian panggilan sebanyak 30 kali pada setiap telepon durasi menggunakan *codec* G.729 dan G.711 menghasilkan data rata – rata *delay* seperti yang tercantum di Tabel 1.

Tabel 1. Rata – Rata Delay Panggilan Codec G.729 & G.711

Rata - Rata Delay (<i>milisecond</i>)		
Durasi Panggilan	G.729	G.711
30 detik	19.99067	19.98899
60 detik	20.04114	20.00202
120 detik	20.06280	20.01187

Berdasarkan Tabel 1, pada panggilan dengan durasi 30 detik, *codec* G.711 memiliki waktu *delay* lebih sedikit dan unggul dengan selisih persentase 0.00840% (0.00168 *milisecond*) daripada *codec* G.729. Pada durasi panggilan 60 detik, *codec* G.711 memiliki waktu *delay* lebih sedikit dan unggul dengan selisih persentase 0.19519% (0.03912 *milisecond*) daripada *codec* G.729. Pada durasi panggilan 120 detik, *codec* G.711 memiliki waktu *delay* lebih sedikit dan unggul dengan selisih persentase 0.25385% (0.05093 *milisecond*) daripada *codec* G.729. Grafik perbandingan *delay* *Codec* G.729 & G.711 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Delay Codec G.729 & G.711

Gambar 5 menunjukkan waktu *delay* yang didapat dari pengujian performansi *codec* G.729 dan G.711 berdasarkan standardisasi ITU-T G.107. 114 masih dalam kategori baik. *Codec* yang memiliki waktu *delay* yang lebih sedikit menjadi *codec* yang lebih baik dalam mentransmisi data panggilan. *Codec* G.711 lebih unggul dari semua skenario panggilan yang diunggulkan daripada *codec* G.729.

Berdasarkan standardisasi IT-T G.114 di Tabel 2 menyatakan bahwa *delay* tidak boleh lebih dari 150ms untuk sebuah sistem aplikasi, namun dengan batas 400ms masih dapat diterima dengan catatan akan tetap terjadi pengurangan kualitas layanan. Lebih dari 400 ms menandakan

kualitas dalam kategori buruk dan tidak bisa dipakai. *Codec* G.729 dan G.711 masuk ke dalam kategori baik dan dapat diterima. Rincian standar *delay* ITU-T G.114 dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Standar Delay ITU-T G.114

Delay (ms)	Keterangan	Kategori
0 - 150	Diterima	Baik
151 - 400	Diterima, namun dalam pengawasan administrator	Cukup
>400	Tidak dapat diterima, nilai batas ini bisa berubah - ubah	Buruk

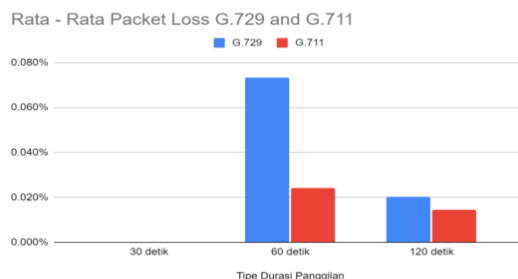
3.2. Packet Loss

Dari hasil pengujian panggilan sebanyak 30 kali pada setiap telepon durasi menggunakan *codec* G.729 dan G.711 menghasilkan data rata – rata *packet loss* seperti yang tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata – Rata *Packet loss* Panggilan Codec G.729 & G.711

Rata - Rata <i>Packet loss</i> (%)		
Durasi Panggilan	G.729	G.711
30 detik	0.000%	0.000%
60 detik	0.073%	0.024%
120 detik	0.020%	0.015%

Berdasarkan Tabel 3, pada panggilan dengan durasi 30 detik, *codec* G.711 dan *codec* G.729 sama – sama memiliki *packet loss* dengan persentase 0%. Pada durasi panggilan 60 detik, *codec* G.711 memiliki persentase *packet loss* lebih sedikit dan unggul dengan persentase selisih 0.049% daripada *codec* G.729. Pada durasi panggilan 120 detik, *codec* G.711 memiliki persentase *packet loss* lebih sedikit dan unggul dengan persentase selisih 0.005% daripada *codec* G.729. Grafik perbandingan *packet loss* *codec* G.729 & G.711 dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Perbandingan *Packet loss* Codec G.729 & G.711

Gambar 6 menunjukkan perbandingan *packet loss* yang didapat dari pengujian performansi *codec* G.729 dan G.711 berdasarkan standardisasi ITU-T G.107. 114 masih dalam kategori baik. Rincian standar *packet loss* ITU-T G.114 dapat dilihat di Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, *codec* yang memiliki persentase *packet loss* yang lebih sedikit menjadi *codec* yang lebih baik dalam mentransmisi data panggilan, di mana semakin sedikit data yang hilang atau rusak maka lebih baik.

Tabel 4. Standar *Packet loss* ITU-T G.114

Packet loss (%)	Keterangan	Kategori
0 - 1	Diterima	Baik
1 - 5	Diterima	Cukup
>10	Tidak dapat diterima	Buruk

Codec G.729 dan G.711 sama baiknya dalam pengujian panggilan dengan durasi 30 detik. Sedangkan *Codec* G.711 lebih unggul dari skenario panggilan durasi 60 dan 120 detik daripada *codec* G.729.

3.3. Mean Opinion Score

Dari perhitungan rata - rata *delay* dan rata – rata *packet loss* dari *codec* panggilan yang dimasukkan ke dalam rumus persamaan R faktor maka didapat nilai seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai R Faktor Codec G.729 & G.711

Durasi Panggilan	R Faktor	
	G.729	G.711
30 detik	86.72022	86.72026
60 detik	86.39081	86.61065
120 detik	86.62713	86.65379

Berdasarkan Tabel 5, *codec* G.711 mendapat nilai R Faktor lebih tinggi daripada *codec* G.729 pada semua skenario pengujian panggilan. Nilai R faktor akan memengaruhi nilai MOS yang akan menentukan kualitas kategori terhadap pengguna. Nilai dan kategorisasi kualitas performansi *codec* terhadap *Mean opinion score* yang didapat setelah memasukkan nilai R Faktor ke dalam rumus persamaan nilai MOS. Hasilnya MOS dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai MOS Codec G.729 & G.711

Durasi Panggilan	Mean Opinion Score	
	G.729 (8 Kbps)	G.711 (64 Kbps)
30 detik	4.25061	4.25061
60 detik	4.24087	4.24739
120 detik	4.24787	4.24866

Pada tabel 6 didapatkan data kategorisasi dengan mengestimasi nilai R Faktor ke dalam kategorisasi kepuasan pengguna. Pada durasi panggilan 30 detik, *codec* G.729 dan G.711 sama – sama memiliki nilai MOS 4.25061. Pada durasi panggilan 60 detik, *codec* G.711 unggul lebih baik dengan persentase selisih 0.153% (Nilai MOS 4.24739) dibandingkan *codec* G.729 dengan nilai MOS 4.24087. Pada durasi panggilan 120 detik, *codec* G.711 unggul lebih baik dengan persentase selisih 0.018% (Nilai MOS 4.24866) dibandingkan *codec* G.729 dengan nilai MOS 4.24787.

Hasil penelitian performansi *codec* G.729 dan G.711 pada semua skenario panggilan terdapat dalam tabel 7. Dalam Tabel 7 dapat dilihat bahwa semua skenario panggilan mendapat kategori “baik” berdasarkan standar ITU-T G.107.

Tabel 7. Standar MOS ITU-T G.107

Standar MOS ITU-T G.107	
MOS	Tingkat Kepuasan
>0 - 2.6	Buruk / tidak diperkenankan
2.7 - 3.1	Buruk / berkualitas rendah
3.2 - 3.6	Kurang baik
3.7 - 4.0	Cukup baik
4.1 - 4.3	Baik
>4.4	Sangat baik

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian dan analisis performansi *codec* menggunakan metode MOS E-Model antara dua *codec* panggilan yaitu G.729 dan G.711 pada Issabel server menggunakan skenario panggilan berdurasi 30 detik, 60 detik, dan 120 detik dari lokal *extension* ke jaringan PSTN. Jika diestimasi ke dalam tingkat kepuasan pengguna, *codec* G.729 dan G.711 sama – sama dikategorikan baik dengan rentang nilai MOS 4.24 hingga 4.25. Secara umum *codec* G.711 memiliki kualitas lebih baik dibandingkan *codec* G.729. Hal tersebut dikarenakan rata – rata nilai R Faktor yang dihasilkan oleh *codec* G.711 yang berkisar antara 86.610 hingga 86.72026 lebih tinggi dibandingkan *codec* G.729 yang hanya berkisar 86.390 hingga 86.72022. Nilai rata – rata *packet loss* pada G.711 lebih sedikit daripada G.729 yang mampu memengaruhi nilai MOS menjadi lebih baik. Dari hasil pengujian tersebut maka didapat *codec* G.729 adalah *codec* paling optimal dibandingkan dengan *codec* G.711, karena dari segi kualitas suara sama baiknya dengan *codec* G.711 namun menggunakan *bandwidth* 8 Kbps yang jauh lebih kecil daripada *codec* G.711.

5. SARAN

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya bisa menguji performansi *codec* panggilan G.729 dan G.711 yang berjalan pada PBX server selain Issabel 4, seperti Yeastar, Sangoma, dan Avaya. Pemilihan *codec* panggilan perlu memerhatikan kebutuhan dan sumber daya infrastruktur sistem jaringan. Prioritaskan *codec* G.711 dengan kualitas panggilan yang lebih baik jika infrastruktur jaringan memadai. Prioritaskan *codec* G.729 dengan efisiensi *bandwidth* yang lebih baik jika infrastruktur jaringan terbatas atau memerlukan penghematan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Hendita Artha Kusuma, J. Serengeng Sawah, J. Selatan, and A. N. Cahyo, "Implementasi Voip Elastix Server Pada PT XYZ," 2020.
- [2] H. Nurdyana, A. Mulyana, H. Christian Dillak, and K. Kunci, "Membangun Call Center Menggunakan VoIP Server Berbasis Elastix Di PT. Charisma Persada Nusantara," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 2475–2484, 2018.
- [3] E. Mufida and D. W. Agus Rahayu, "Pengembangan Sistem VOIP Menggunakan Server Issabel Versi 4.0 dan Tunnel EOIP pada OMNI Hospital Alam Sutera," Online, 2018. doi: 10.30812/matrik.v18i1.330.
- [4] K. Munadi and R. Adriman, "Analisis Performansi VoIP menggunakan Session Initiation Protocol (SIP) dengan Codec G.711, G.729A Dan G.723 pada IP Multimedia Subsystem," vol. 1, no. 1, p. 2016, 2016.
- [5] H. T. Perdana, R. Munadi, and D. Perdana, "Analisis Performansi VoIP Pada Vanet Dengan Menggunakan Codec Suara G.711, G.729, dan Gsm," 2016.
- [6] S. Rattal, A. Badri, and M. Moughit, "Performance Analysis of Hybrid Codecs G. 711 and G. 729 over Signaling Protocols H. 323 and SIP," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 72, no. 3, pp. 30–33, Jun. 2013, doi: 10.5120/12476-8871.
- [7] B. Widayanto, R. Munadi, and R. Mayasari, "Implementasi dan Analisis Perbandingan Performansi VoIP Server Pada VPS Berbasis OpenVZ Dan Cloud Computing," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 3195–3202, 2015.
- [8] A. Agus Sukmandhani and F. Ponco Sulistyio, "Integrasi Sistem Telekomunikasi IP-PABX Multibrand Pada Lembaga Pendidikan," 2018.
- [9] A. Putri and A. Hadi, "Komparasi Kinerja Virtualisasi Server Menggunakan PROXMOX Virtual Environment dan VMWARE ESXi (di SMK Negeri 3 Pariaman)," *Voteteknika*

- (*Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, p. 75, Mar. 2021, doi: 10.24036/voteteknika.v9i1.110934.
- [10] R. T. Ramadhan, R. Munadi, and D. D. Sanjoyo, "Analisis Kinerja Codec Layanan Voip Dan Video Call Pada Arsitektur Ip Multimedia Subsystem," 2018. [Online]. Available: <https://librarye proceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/6566/6466>
- [11] H. H. A. Mohamed, "QoS Measurement for Real-Time Voice Traffic Over IPv4 and IPv6," 2018. [Online]. Available: [http://repository.sustech.edu/handle/123456789/21390%0Ahttp://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/21390/QoS Measurementpdf?sequence=1](http://repository.sustech.edu/handle/123456789/21390%0Ahttp://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/21390/QoS%20Measurement%20...pdf?sequence=1)
- [12] R. Fitriyanti, L. Lindawati, and A. Aryanti, "Analisis Perbandingan Mean Opinion Score Aplikasi VoIP Facebook Messenger dan Google Hangouts menggunakan Metode E-Model pada Jaringan LTE," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 3, p. 379, Oct. 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.379.
- [13] D. Strzeciwilk, "Performance Analysis of VoIP Data over IP Networks," *Int. J. Electron. Telecommun.*, vol. 67, no. 4, pp. 743–750, 2021, doi: 10.24425/ijet.2021.139801.
- [14] C. Yunita, B. Maruddani, W. Djatmiko, and A. Jaenul, "Analisis Perbandingan Perfomansi Codec G.711, G.722, dan Opus Pada Implementasi Layanan Voice Over Internet Protocol (VoIP) Berbasis Raspberry Pi Server Menggunakan Metode MOS E-Model (ITU-Tg.107)," 2021.
- [15] Issabel. (n.d.). Issabel: Call Center Module. Retrieved June 14, 2023, from <https://www.issabel.com/call-center-module>
-