

Uji Kualitas Video Conference JITSY Berbasis Container Pada Amazon Web Services (AWS)

Qadrian Pristiadi^a, Lukman^{b*}

^{a,b}Universitas Amikom Yogyakarta, Condongcatur Depok Sleman, Yogyakarta 55283, Indonesia

Informasi Naskah:

Diterima: 25 Juli 2023 / Direview: 01 Agustus 2023 / Direvisi: 09 Agustus 2023 / Disetujui Terbit: 15 Agustus 2023

DOI: <https://doi.org/10.33369/pseudocode.10.2.74-79>

*Korespondensi: masman@amikom.ac.id

Abstract

The use of video conferencing has increased in recent years. Even though now the trend of activities is returning to going offline, video conferencing is still widely used for various needs. However, the available video conferencing platforms have limitations, so users are not comfortable using them. The JITSY platform is used because it is based on open-source and claims that JITSY has better quality if it is built using its own server. QoS testing is conducted to determine the quality of JITSY if it is built on a container architecture using Amazon Web Services virtual machines. The QoS parameters tested are throughput, packet loss, delay, and jitter. QoS testing is carried out in 2 scenarios using a virtual machine and a mobile phone to join into video conference rooms. In scenario 1 the highest QoS values obtained include throughput: 3128Kbps, packet loss: 0.012%, delay: 2.39ms, and jitter: 2.39ms. In scenario 2 the highest QoS values obtained include throughput: 1778Kbps, packet loss: 0%, delay: 2.82ms, and 2.82ms jitter. Meanwhile, the use of server resources increases in proportion to the number of users who join each test.

Keywords: Video conference; QoS; Cloud; Container; JITSY.

1. Pendahuluan

Video conference adalah teknologi yang memungkinkan pengguna di lokasi berbeda untuk melakukan komunikasi dua arah secara real time tanpa berpindah tempat atau berada dalam lokasi yang sama [1]. Video conference memudahkan pengguna untuk menyelenggarakan pertemuan bisnis, seminar dan konferensi serta memberikan keuntungan bagi pengguna berupa efektivitas penggunaan waktu dan biaya dimana hal tersebut merupakan hal yang sangat penting [2]. Penggunaan layanan video conference semakin meningkat beberapa tahun terakhir karena pandemi COVID-19 yang menimbulkan adanya regulasi untuk melakukan kegiatan work from home (WFH) dan kegiatan belajar secara daring [3].

Dengan adanya beberapa video conference yang saat ini umum digunakan, dengan fitur masing-masing, seperti zoom, gmeet, Webex dan lainnya yang mungkin juga berbayar, maka kehadiran sebuah video conference baru menjadi sebuah hal yang menarik dan penting untuk diuji kualitasnya, sebagai alternatif dari video conference yang berbayar. Sehingga bagi sebagian pengguna yang memang tidak memungkinkan untuk membeli, tetap bisa menggunakan dan melakukan meeting secara murah dan tidak dibatasi waktu, sebagai contoh rapat online sebuah UKM ataupun diskusi kelompok mahasiswa via online.

Walaupun kini tren kegiatan kembali menjadi luring, namun platform video conference masih banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti remote working, virtual event dan virtual meeting [4]. Identiknya, berbagai kegiatan

tersebut dilakukan menggunakan platform video conference yang telah tersedia. Beberapa platform video conference yang banyak digunakan adalah zoom, google meet, dan microsoft teams. Namun, platform yang tersedia membatasi waktu penggunaannya serta menerapkan sistem berlangganan untuk mendapatkan fitur dan fasilitas yang lebih baik sehingga pengguna tidak nyaman dalam menggunakannya [5]. Sehingga dibutuhkan platform video conference alternatif yang dapat diinstalasi pada server milik sendiri.

JITSY adalah platform video conference berbasis open-source yang memberikan kemudahan untuk membangun sebuah platform video conference di server terdedikasi maupun server virtual. JITSY mengklaim bahwa platform JITSY memiliki kualitas yang lebih baik jika diimplementasikan pada server milik sendiri dan memiliki keamanan yang baik karena seluruh data pengguna, audio dan video hanya tersedia ketika meeting berlangsung dan dihapus otomatis oleh sistem setelah meeting selesai [6]. Fokus penelitian ini adalah menguji dan menganalisa quality of services (QoS) platform JITSY jika dibangun menggunakan arsitektur container pada virtual machine (VM) Amazon EC2 milik AWS.

Quality of Services (QoS) adalah metode yang berfungsi untuk melakukan pengukuran kualitas sebuah jaringan, merupakan kumpulan persyaratan yang harus dipatuhi ketika sebuah paket ditransfer dari sumber ke tujuan. QoS memudahkan pengguna untuk meninjau kinerja dari sebuah jaringan [7]. Container adalah unit standar yang mengemas kode dan packages yang dibutuhkan aplikasi di tingkat layer

aplikasi [8]. Docker adalah platform container yang digunakan untuk membangun dan menjalankan sebuah aplikasi yang bersifat open source. Docker mengorganisasikan program menjadi bagian kecil yang terdiri dari beberapa komponen yang dibutuhkan seperti library, runtime, framework dan devices. Docker dapat menyediakan container yang konsisten dengan dengan memanfaatkan mesin container yang ada dengan memperhatikan pedoman praktik terbaik [9], [10].

Pengujian QoS dilakukan menggunakan alat pengukuran yaitu Wireshark. Wireshark adalah alat untuk memeriksa, mencatat, mengukur dan menganalisa aktivitas jaringan secara aktual yang bersifat open source. Wireshark merupakan alat yang dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi lalu lintas jaringan secara spesifik di berbagai tingkatan, mulai dari detail di tingkat level koneksi hingga di tingkat bit yang dapat membentuk suatu paket [11]. Hasil pengujian kemudian dianalisis dengan memperhatikan standar pengujian QoS yaitu Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON).

Terdapat 5 penelitian yang berkairan dengan topik penelitian ini. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Ida Bagus Ary Indra Iswara dan I Putu Pedri kastika Yasa pada tahun 2021 yang berjudul "Analisis Dan Perbandingan Quality of Service Video Conference JITSY dan BigblueButton Pada Virtual Private Server" membahas tentang pengujian quality of service (QoS) platform video conference JITSY dan bigbluebutton dengan memanfaatkan VM google cloud platform. Parameter pengujian QoS yang digunakan meliputi delay, packet loss, throughput, dan jitter [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Alde Alanda dan Deni Satria pada tahun 2021 yang berjudul "Implementasi Cloud Based Video Conference System Menggunakan Amazon Web Service" membahas tentang implementasi platform JITSY pada amazon cloud. Pengujian yang dilakukan adalah menguji penggunaan sumber daya server menggunakan 12 variasi jumlah pengguna yang bergabung dalam ruang video konferensi [12]. Penelitian yang dilakukan oleh Laksmiati tahun 2019 yang berjudul "Implementasi Cloud Based Video Conference System Menggunakan JITSY" membahas tentang implementasi dan pengujian QoS JITSY menggunakan virtual private server dengan 3 spesifikasi yang berbeda. Parameter QoS yang digunakan adalah delay, throughput, dan packet loss. Hasil yang penelitian yang didapatkan platform video conference JITSY dapat berjalan dengan baik pada server dengan spesifikasi RAM 1GB dan Disk 25Gb dan semakin banyak user yang menggunakan platform video conference maka kinerja server semakin besar [13].

Penelitian yang dilakukan oleh Alan Budi Kusuma, Amir Yusuf dan Alian Hidayat pada tahun 2020 yang berjudul "Implementasi Dan Analisis Server BigBlueButton Dalam Pemanfaatan Meeting Online Pada Masa Pandemic" membahas tentang implmentasi dan monitoring platform video conference bigbluebutton pada server fisik milik Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Hasil penelitian yang didapatkan adalah platform video conference bigbluebutton dapat berjalan dengan baik dan platform tersebut dapat menampung lebih dari 200 peserta secara bersamaan pada server dengan spesifikasi 24 Core CPU dan

31,4 GB RAM [14].

Penelitian yang dilakukan oleh Nur Hayati, Novi Dian Nathasia, et.al pada tahun 2021 yang berjudul "Analisa Korelasi Nilai QOS dan MOS Video Conference BigBlueButtonBN pada Moodle" membahas tentang pengujian quality of services (QoS) dan mean opinion score (MOS) platform video conference bigbluebutton menggunakan topologi ad hoc pada learning management sistem(LMS) milik Universitas Nasional menggunakan standar TIPHON. Hasil penelitian yang didapatkan adalah nilai throughput 25% dengan indeks 1 atau jelek, packet loss 100% dengan indeks 1 atau jelek, delay 84.75%, jitter 37.5% dan nilai MOS yang didapatkan adalah 4 dengan kategori sangat baik [15].

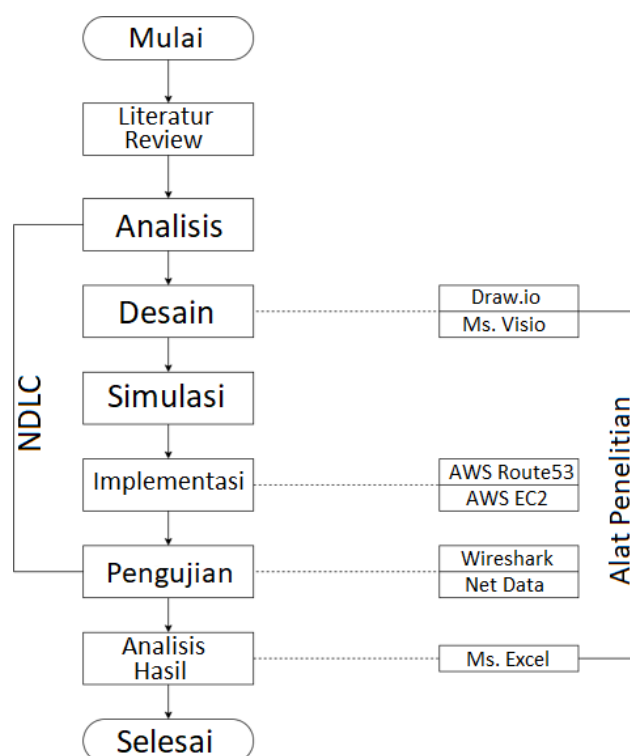
2. Metodologi Penelitian

2.1. Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Network Development Life Cycle (NDLC). Tahapan yang dilakukan meliputi analisis, perancangan dan desain, simulasi dan implementasi, pengujian dan monitoring dan analisis hasil pengujian.

Analisis, Pada tahapan ini dilakukan analisis masalah yang terjadi serta melakukan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Gambar 1. Alur Penelitian



Perancangan dan Desain, Pada tahapan ini dilakukan perancangan dan desain topologi jaringan beserta arsitektur sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis. Hasil perancangan dan desain kemudian diimplementasikan menggunakan VM milik Amazon Web Services.

Simulasi dan Implementasi, Pada tahapan simulasi dilakukan bersamaan dengan tahapan implementasi dikarenakan metode penelitian yang digunakan merupakan metode penelitian kuantitatif eksperimen yang tidak membangun sebuah jaringan baru dan tidak memiliki resiko yang besar. Pada tahapan implementasi dilakukan implementasi menggunakan cloud computing berdasarkan rancangan yang telah disusun sebelumnya. Tahapan ini dilakukan dengan membangun platform JITSI menggunakan VM yang terdapat arsitektur container didalamnya.

Pengujian dan Monitoring, Pada tahapan ini dilakukan pengujian nilai QoS menggunakan perangkat lunak wireshark berdasarkan parameter dan skenario pengujian yang telah disusun sebelumnya. Selain itu, pada tahapan ini dilakukan monitoring terhadap beberapa komponen VM seperti CPU, RAM dan disk IOPS pada saat skenario pengujian dilakukan.

Skenario pengujian menggunakan 2 model, dimana yang pertama menggunakan VM sebagai pengganti komputer atau laptop, hal ini umum dilakukan pada keseharian video conference. Sedangkan yang kedua pengujian menggunakan device handphone dalam skenarionya, hal ini didasari dari mobilitas beberapa pengguna yang memang sibuk, sehingga tetap memungkinkan hadir pada *conference* menggunakan handphone, dan juga kondisi atau kealpaan pengguna dalam membawa laptop untuk *conference*, sehingga handphone menjadi device pilihan untuk tetap hadir dalam *conference*.

Analisis Hasil Pengujian, Pada tahapan ini dilakukan analisis data pengujian dan monitoring yang telah didapatkan dengan memperhatikan nilai standar pengujian yaitu TIPHON. Data dianalisis dan diolah menggunakan Microsoft Excel.

Adapun *flowchart* alur penelitian beserta alat yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.

2.2. Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem mencakup apa saja elemen-elemen dan aspek-aspek yang digunakan dalam membangun sebuah sistem. Adapun analisis kebutuhan sistem berfokus pada kebutuhan spesifikasi alat pengujian dan spesifikasi untuk platform JITSI. Adapun alat pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi Alat Pengujian QoS

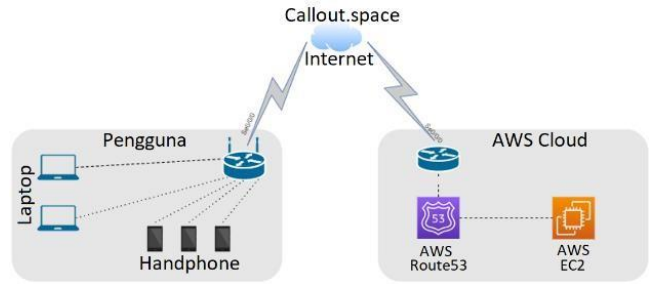
No	Kategori	Spesifikasi
1	Processor	Intel Core i5-8250U
2	RAM	8GB
3	Penyimpanan	128GB SSD + 1 TB HDD
4	Konektivitas	Wifi 2.4 GHz + LAN

VM yang digunakan dalam penelitian ini adalah Amazon EC2 milik AWS dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Spesifikasi Virtual Machine Platform JITSI

No	Kategori	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Linux Ubuntu 20.04 LTS
2	Instance Type	C5.xlarge dengan 4vCPU
3	Storage	40GB SSD EBS (gp3)
4	Container Engine	Docker

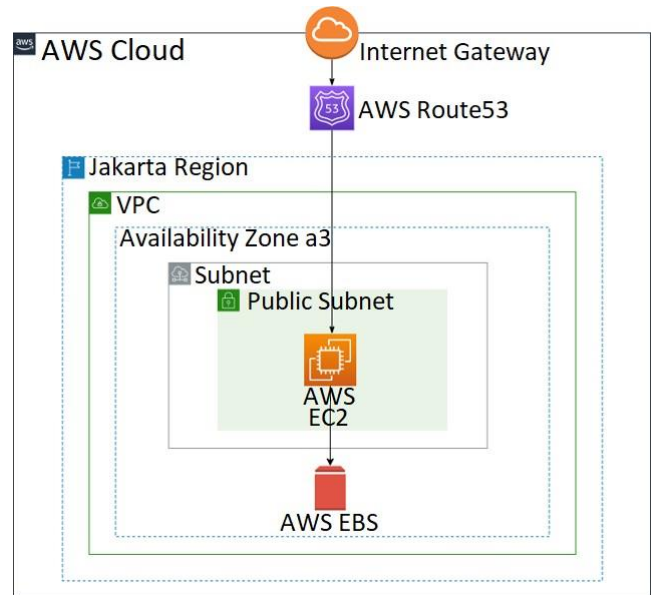
5	Regiom	Jakarta
6	Network	Up to 10 Gbps
7	Alamat IP Publik	108.127.166.188
8	Alamat IP Private	10.0.0.172
9	Security Group	JITSI-secuirty-group dengan



Gambar 2. Topologi Jaringan

2.3. Arsitektur Sistem

Berdasarkan desain topologi jaringan pada gambar 2, pengguna melakukan akses *platform video conference* melalui alamat <https://callout.space>. Pengguna laptop merupakan perangkat yang digunakan peneliti untuk melakukan pengujian. Pengguna VM melakukan akses menggunakan peramban yang tersedia pada sistem operasi windows. Pengguna handphone melakukan akses melalui peramban dan aplikasi mobile menggunakan konektivitas jaringan wifi dan jaringan seluler. Permintaan akses kemudian diteruskan ke DNS Server dalam hal ini adalah Amazon Route53 yang berada didalam jaringan Amazon Web Services. Amazon Route53 kemudian meneruskan permintaan akses ke VM Amazon EC2 yang didalamnya terdapat platform video conference JITSI.



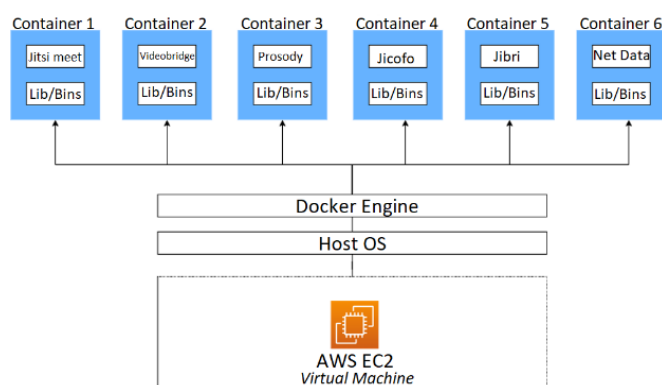
Gambar 3. Arsitektur Sistem Amazon Cloud

Platform video conference dibangun menggunakan layanan *provider cloud Amazon Cloud Services*. Region yang digunakan adalah Jakarta (ap-southeast-3) karena region tersebut merupakan yang terdekat dari pengguna berada. Availability zone yang digunakan adalah Availability Zone 3a. Pada sistem ini menggunakan 4 buah layanan Amazon

Web Services antara lain Amazon Route53 yang digunakan sebagai DNS Server, *Amazon EC2* yang digunakan sebagai server virtual dimana platform video conference dibangun, *Amazon EBS* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan server virtual *Amazon EC2* dan *Amazon CloudWatch* yang digunakan sebagai alat monitoring sumber daya server. Pada Amazon Route53 dilakukan konfigurasi DNS yang mengarahkan alamat website <https://callout.space> ke server dimana platform video conference berada. Pada domain <https://callout.space> dilakukan konfigurasi nameserver kustom yang didapatkan dari hosted zone Amazon Route53. Amazon Route53 memberikan 4 nameserver kustom sebagai berikut:

1. ns-1349.awsdns-40.org.
2. ns-1976.awsdns-55.co.uk.
3. ns-976.awsdns-58.net.
4. ns-204.awsdns-25.com.

Amazon EC2 menggunakan sistem operasi Ubuntu 20.04 LTS (*Long Term Support*) yang didalamnya terdapat sistem kontainerisasi Docker. Docker digunakan karena bersifat open source dan memiliki dukungan komunitas yang besar. Kemudian platform JITSI dibangun diatas mesin docker dengan 5 buah container. Kelima container tersebut adalah JITSI meet, videobridge, prosody, jicofo dan jibri. Adapun arsitektur sistem *docker container* ditunjukkan pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Arsitektur Sistem Docker

Pengujian QoS dilakukan dengan 2 skenario. Durasi pengujian untuk setiap skenario adalah 300 detik. Perangkat yang digunakan dalam pengujian QoS adalah 2 buah VM yang memiliki sistem operasi *windows* dan 5 perangkat seluler yang tersambung dengan jaringan *wifi* dan jaringan data seluler. Pengguna mengakses platform *video conference* melalui website <https://callout.space> dan platform aplikasi *JITSI* yang tersedia pada versi *mobile*. Parameter QoS yang digunakan dalam penelitian ini adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*.

Perangkat lunak *wireshark* digunakan sebagai alat untuk memperoleh data saat skenario pengujian dilakukan. Data log yang telah tersimpan di *wireshark* kemudian difilter untuk mendapatkan data dengan protokol UDP. Data dengan protokol UDP kemudian di-*decode* menjadi protokol RTP dan RTCP. Data yang telah ter-*decode* kemudian dianalisis untuk mencari nilai *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*.

Untuk melakukan pemantauan penggunaan sumber daya digunakan layanan *amazon cloudwatch*. Adapun skenario pengujian terdapat pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 3. Skenario Pengujian Menggunakan Virtual Machine

Skenario	User	Durasi	Screen Sharing	Recording
Pengujian 1	5	300 detik	On	On
Pengujian 2	10	300 detik	On	On
Pengujian 3	25	300 detik	On	On
Pengujian 4	50	300 detik	On	On
Pengujian 5	80	300 detik	On	On

Tabel 4. Skenario Pengujian Menggunakan Virtual Handphone

Skenario	User	Durasi	Screen Sharing	Recording
Pengujian 1	6	300 detik	On	On
Pengujian 2	11	300 detik	On	On
Pengujian 3	16	300 detik	On	On
Pengujian 4	21	300 detik	On	On

Pada pengujian handphone dilakukan menggunakan 5 buah handphone dengan rincian 2 buah handphone menggunakan jaringan seluler 4G LTE dan 3 buah handphone lainnya menggunakan jaringan *wifi*. Pada skenario pengujian 2 hingga pengujian 4 masing-masing dari handphone mengakses ruang konferensi secara bersamaan sebanyak 2 hingga 4 akun, hal ini dilakukan karena keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti. Pada setiap skenario pengujian, 5 pengguna selalu mengaktifkan kamera handphone. Pengambilan data dilakukan menggunakan laptop peneliti yang bergabung ke dalam ruang konferensi.

3. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil pengujian QoS pada skenario VM ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian QoS Skenario Virtual Machine

Skenario	User	Throughput	Packet	Delay (ms)	Jitter (ms)
		(Kb/s)	Loss (%)		
Pengujian 1	2	634,888	0,015%	4,744011	4,744051
Pengujian 2	10	1272,456	0,015%	4,258855	4,258977
Pengujian 3	25	1615,616	0,010%	3,410253	3,409938
Pengujian 4	50	2550,536	0,014%	3,013916	3,013928
Pengujian 5	80	3128,464	0,012%	2,390438	2,390271

Berdasarkan Tabel 5 di atas, diketahui semakin banyak *user* yang bergabung pada ruang video konferensi maka data yang dikirimkan semakin banyak sehingga nilai *throughput*-nya semakin besar. Parameter *throughput* memiliki korelasi dengan *delay* dan *jitter*. Semakin tinggi nilai *delay* dan *jitter* maka nilai *throughput*-nya semakin rendah. Parameter *packet loss* dipengaruhi oleh tingginya nilai *delay* dan *jitter*. Dari 5 pengujian yang dilakukan menggunakan 4 parameter QoS, nilai QoS yang didapatkan berdasarkan standar TIPPHON masuk dalam indeks 4 dengan kategori sangat bagus.

Adapun hasil pengujian QoS pada skenario *handphone* ditunjukkan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian QoS Skenario Handphone

Skenario	User	Throughput		Delay(ms)	Jitter (ms)
		(Kb/s)	Packet Loss (%)		
Pengujian 1	6	1215,736	0,003%	3,971805	3,971522
Pengujian 2	11	1198,276	0,001%	3,968978	3,968832
Pengujian 3	16	1173,920	0,005%	4,170869	4,170889
Pengujian 4	21	1178,080	0,000%	2,826859	2,826811

Berdasarkan Tabel 6 di atas, diketahui semakin banyak *user* yang bergabung pada ruang video konferensi maka data yang dikirimkan semakin banyak sehingga nilai *throughput*-nya semakin besar. Namun terjadi penurunan nilai *throughput* pada pengujian 2 dan pengujian 3. Faktor yang memungkinkan terjadinya penurunan nilai *throughput* adalah spesifikasi perangkat dan jaringan pengguna. Parameter *throughput* memiliki korelasi dengan *delay* dan *jitter*. Semakin rendah nilai *delay* dan *jitter* maka nilai *throughput*-nya semakin tinggi. Parameter *packet loss* dipengaruhi oleh tingginya nilai *delay* dan *jitter*. Dari 5 pengujian yang dilakukan menggunakan 4 parameter QoS, nilai QoS yang didapatkan berdasarkan standar TIPHON masuk dalam indeks 4 dengan kategori sangat bagus.

Monitoring server pada penelitian ini dilakukan untuk menguji performansi VM pada saat skenario pengujian dijalankan. *Monitoring* difokuskan pada komponen penggunaan CPU, RAM dan *Disk IOPS*. Adapun hasil *monitoring* kedua skenario pengujian ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Monitoring Server Skenario Virtual Machine

Skenario	User	CPU	RAM	Disk IOPS
Pengujian 1	5	2,93%	13,70%	2,506
Pengujian 2	10	3,78%	14,30%	3,000
Pengujian 3	25	6,01%	14,80%	3,399
Pengujian 4	50	7,91%	18,14%	3,314
Pengujian 5	80	13,70%	18,62%	3,120

Tabel 8. Hasil Monitoring Server Skenario Handphone

Skenario	User	CPU	RAM	Disk IOPS
Pengujian 1	5	2,93%	13,70%	2,506
Pengujian 2	10	3,78%	14,30%	3,000
Pengujian 3	25	6,01%	14,80%	3,399
Pengujian 4	50	7,91%	18,14%	3,314
Pengujian 5	80	13,70%	18,62%	3,120

Berdasarkan Tabel 7 dan 8 di atas, ditemukan hasil bahwa semakin banyak *user* yang bergabung dalam ruang *video conference* maka penggunaan sumber daya *server* semakin meningkat.

Penggunaan sumber daya tertinggi pada pengujian 5 skenario VM dengan 80 *user* dengan persentase penggunaan CPU 13,70%, RAM 18,62% dan *Disk IOPS* 3,120. Namun pada parameter *disk iops* mengalami nilai fluktuatif di setiap

pengujian yang dilakukan tetapi masih dalam kategori yang baik. Pada penelitian ini menggunakan *storage ssd* tipe gp3 milik AWS yang memberikan performa IOPS hingga lebih dari 3000 IOPS per detik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian dan analisis yang dilakukan terhadap platform video *conference JITS* berbasis *container* dapat disimpulkan bahwa platform video conference JITS dapat berjalan dengan baik pada arsitektur *container* ditunjukkan dengan nilai *throughput* yang baik serta nilai *packetloss*, *delay* dan *jitter* yang rendah pada kedua skenario pengujian.

Dari hasil percobaan yang dilakukan peneliti, menunjukkan jumlah audien bisa melampaui dari jumlah audien yang di informasikan pada forum resmi JITS yaitu 80 audien dan video konferensi dapat berjalan dengan baik dan tidak ada kendala.

Pengujian kualitas dengan menggunakan *QoS* untuk parameter *throughput*, *delay* dan *jitter* untuk skenario menggunakan *virtual machine* dan menggunakan *handphone*, menunjukkan nilai yang baik dan memenuhi standar TIPHON.

Pengembangan kedepan bisa dilakukan uji kualitas *video conference JITS* dengan infrastruktur *cloud* yang selain AWS, serta dapat dilakukan uji kualitas menggunakan *real device* komputer atau laptop dengan jumlah yang lebih banyak.

Referensi

- H. Pratama, M. N. A. Azman, G. K. Kassymova, and S. S. Duisenbayeva, "The Trend in Using Online Meeting Applications for Learning During the Period of Pandemic COVID-19: A Literature Review," *J. Innov. Educ. Cult. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 58–68, 2020, doi: 10.46843/jiecr.v1i2.15.
- J. Caiko, A. Patlins, A. Nurlan, and V. Protsenko, "Video-conference Communication Platform Based on WebRTC Online meetings," 2020 IEEE 61st Annu. Int. Sci. Conf. Power Electr. Eng. Riga Tech. Univ. RTUCON 2020 - Proc., pp. 4–9, 2020, doi: 10.1109/RTUCON51174.2020.9316605.
- I. B. A. I. Iswara and I. P. P. K. Yasa, "Analisis Dan Perbandingan Quality of Service Video Conference JITS Dan Bigbluebutton Pada Virtual Private Server," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 192–203, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i2.794.
- G. Waller, "A Look Ahead at the Video Conferencing Industry: What to Expect in 2023," 2022. <https://www.thefastmode.com/expert-opinion/29630-a-look-ahead-at-the-video-conferencing-industry-what-to-expect-in-2023> (accessed Jan. 11, 2023).
- M. Faisal, S. Ismail, P. P.- eProceedings, and undefined 2021, "Membangun Server Video Conference Menggunakan JITS," ... *.Telkomuniversity.Ac.Id*, vol. 7, no. 6, pp. 2819–2841, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/16995>
- JITS, "JITS Websites," 2022. <https://JITS.org/>
- K. R. Venugopal, S. P. T., and M. Kumaraswamy, *QoS Routing Algorithms for Wireless Sensor Networks*. Springer Nature

- Singapore Pte Ltd, 2020. doi: 10.1007/978-981-15-2720-3_2.
8. Docker, "Docker Websites," Docker, Inc, 2022. <https://www.docker.com/resources/what-container/>
 9. J. Nickoloff and S. Kuenzli, Docker in Action, Second. Manning Publications Co, 2019.
 10. N. Marathe, A. Gandhi, and J. M. Shah, "Docker swarm and kubernetes in cloud computing environment," Proc. Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2019, vol. 2019-April, no. Icoei, pp. 179–184, 2019, doi: 10.1109/icoei.2019.8862654.
 11. N. Bhatia and G. Kaur, "Wireshark – The Foremost Analyzer," vol. 7, no. 3, 2018.
 12. A. Alanda and D. Satria, "Implementasi Cloud Based Video Conference System Menggunakan Amazon Web Service," JITCE (Journal Inf. Technol. Comput. Eng., vol. 05, pp. 75–80, 2021, doi: 10.25077/jitce.5.02.75- 80.2021.
 13. D. Laksmiati, "Implementasi Cloud Based Video Conference System Menggunakan JITSY," vol. 4, pp. 219– 225, 2019.
 14. A. B. Kusuma, A. Yusuf, and A. Hidayat, "Implementasi Dan Analisis Server Bigbluebutton Dalam Pemanfaatan Meeting Online Pada Masa Pandemic," Walisongo J. Inf. Technol., vol. 2, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.21580/wjit.2020.2.1.5572.
 15. N. Hayati, N. D. Nathasia, D. Wandu, and T. I. Saputra, "Analisa Korelasi Nilai QoS dan MOS Video Conference BigBlueButtonBN pada Moodle," J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi), vol. 5, no. 4, p. 415, 2021, doi: 10.35870/jtik.v5i4.252.