



Penggunaan *Virtual Machine* untuk Mengoptimalkan *Server* pada *Cloud Gaming* dengan *GamingAnywhere*

Tiko Hadi Prabowo¹, Sofia Naning Hertiana², Sussi³

^{1,2,3}Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹tikohadi@student.telkomuniversity.ac.id*, ²sofiananing@telkomuniversity.ac.id, ³sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstract

The development of the game industry is increasingly advanced until the emergence of cloud gaming network technology. Cloud gaming allows low-spec clients to play high-spec games. An open-source cloud gaming platform is *GamingAnywhere*. In this study, we will implement a cloud gaming server using *GamingAnywhere* and combine it with a virtual machine. The virtual machines that will be used are *VirtualBox* and *VMware*. This research is aimed at providing information about resource usage on servers and clients as well as *Quality of Service (QoS)* and *Frames Per Second (FPS)* from *GamingAnywhere* running on virtual machines. From the results of server measurements it only takes 12-21% CPU usage, 5-7% GPU usage, and 75-77% memory usage for *VirtualBox* and 17-26% CPU usage, 26-35% GPU usage, and 64-65% memory usage for *VMware*. From the FPS measurement results obtained on the client, it has an average of more than 59 fps for the three test games when *GamingAnywhere* is running on *VirtualBox*, *VMware*, and without using a virtual machine. From the measurement results, to get optimal QoS in accessing games with *GamingAnywhere*, a minimum bandwidth of 5 Mbps is needed and the distance between the client and the router is a maximum of 7 meters. If the bandwidth is less than 5 Mbps, the system experiences a delay of ± 0.003 seconds and the packet loss is more than 10%.

Keywords: *Cloud Gaming*, *Virtual Machine*, *GamingAnywhere*

Abstrak

Perkembangan industri *game* yang semakin maju hingga munculnya teknologi jaringan *cloud gaming*. *Cloud gaming* dapat membuat client yang memiliki spesifikasi rendah dapat memainkan game yang berspesifikasi tinggi. Platform *cloud gaming* yang berbasis *open-source* adalah *GamingAnywhere*. Dalam penelitian ini akan mengimplementasikan *cloud gaming server* menggunakan *GamingAnywhere* dan mengkombinasikan dengan *virtual machine*. *Virtual machine* yang akan digunakan yaitu *VirtualBox* dan *VMware*. Penelitian ini ditujukan untuk memberikan informasi mengenai *resource usage* pada *server* dan *client* serta *Quality of Service (QoS)* dan *Frame Per Second (FPS)* dari *GamingAnywhere* yang berjalan pada *virtual machine*. Dari hasil pengukuran *server* hanya membutuhkan 12-21% CPU usage, 5-7% GPU usage, dan 75-77% memory usage untuk *VirtualBox* dan 17-26% CPU usage, 26-35% GPU usage, dan 64-65% memory usage untuk *VMware*. Dari hasil Pengukuran FPS yang didapatkan pada *client* memiliki rata-rata lebih dari 59 fps untuk ketiga *game* uji saat *GamingAnywhere* berjalan pada *VirtualBox*, *VMware*, dan tanpa menggunakan *virtual machine*. Dari hasil pengukuran, untuk mendapatkan QoS yang optimal dalam mengakses *game* dengan *GamingAnywhere*, dibutuhkan minimum *bandwidth* sebesar 5 Mbps dan jarak antara *client* dengan router maksimum 7 meter. Bila *bandwidth* kurang dari 5 Mbps sistem mengalami *delay* ± 0.003 detik dan *packet loss* lebih dari 10%.

Kata kunci: *Cloud Gaming*, *Virtual Machine*, *GamingAnywhere*.

1. Pendahuluan

Bermain *game* adalah salah satu aktifitas favorit banyak orang bahkan ada yang menjadikannya pekerjaan profesional, mulai dari laki-laki maupun perempuan. Seiring berkembangnya teknologi banyak *developer* *game* yang terus mengembangkan *game* dengan kualitas

Diterima Redaksi : 29-11-2020 | Selesai Revisi : 13-12-2020 | Diterbitkan Online : 20-12-2020

yang sangat baik. Semakin baik kualitas yang ditawarkan maka kebutuhan minimum perangkat yang digunakan untuk bermain *game* juga semakin tinggi. Untuk memenuhi hal tersebut maka diperlukan *upgrade* pada *hardware* komputer atau laptop untuk bermain dengan nyaman, namun semua itu membutuhkan biaya yang tidak murah [1][2]. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan terobosan baru yaitu dibangunnya sebuah sistem *cloud gaming* berdasarkan *cloud computing* [3]. Penyedia layanan *cloud gaming*, seperti Gaikai dan Ubitus menawarkan layanan *game on-demand* kepada banyak *gamer*, sehingga dapat bermain *game* melalui aplikasi yang berjalan pada *desktop*, laptop, dan *smartphone* secara langsung tanpa harus *install game* tersebut [4]. GamingAnywhere adalah *platform cloud gaming* yang *open-source*, dimana GamingAnywhere dirancang untuk ekstensibilitas yang tinggi, portabilitas, dan dapat konfigurasi ulang. Dengan demikian para peneliti dapat mengembangkan dan mempelajari aplikasi *real-time multimedia streaming* pada *cloud gaming* sesuai kebutuhan yang diinginkan [5].

Pada penelitian terdahulu, peneliti melakukan Analisa dan menghitung total profit yang didapat melalui *Quality of Experience* (QoE) pada 3 *game* yang berbeda Limbo, Sudden Strike: Normandy (Normandy), and Police Supercars Racing (PSR) menggunakan *platform GamingAnywhere* yang dijalankan pada *virtual machine* [6]. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai analisa *Quality of Service* (QoS), *Resource usage*, dan *Frame Per Second* (FPS) bertujuan untuk mengetahui pengaruh *cloud gaming* pada *server* ataupun *client* menggunakan GamingAnywhere [7] [8]. Namun, belum ditemukan adanya penelitian mengenai analisa *Quality of Service* (QoS), *Resource usage*, dan *Frame Per Second* (FPS) menggunakan GamingAnywhere yang dijalankan pada *virtual machine*.

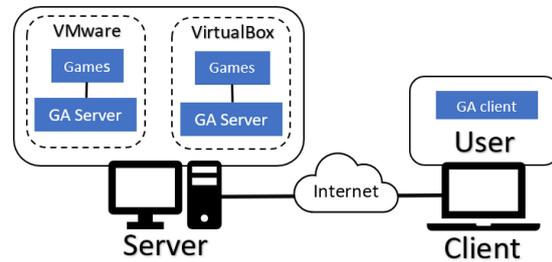
Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengimplementasikan GamingAnywhere pada dua *virtual machine*, yaitu: VMware dan VirtualBox. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh implementasi *virtual machine* pada *server GamingAnywhere* dengan menganalisa *Quality of Service* (QoS), *Resource usage*, dan *Frame Per Second* (FPS) di sisi *client* maupun *server*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pengamatan pada sisi server dan client dengan jaringan LAN. Berdasarkan penelitian sebelumnya, pengamatan dilakukan pada saat client mengakses GamingAnywhere dan terhubung langsung dengan server GamingAnywhere.

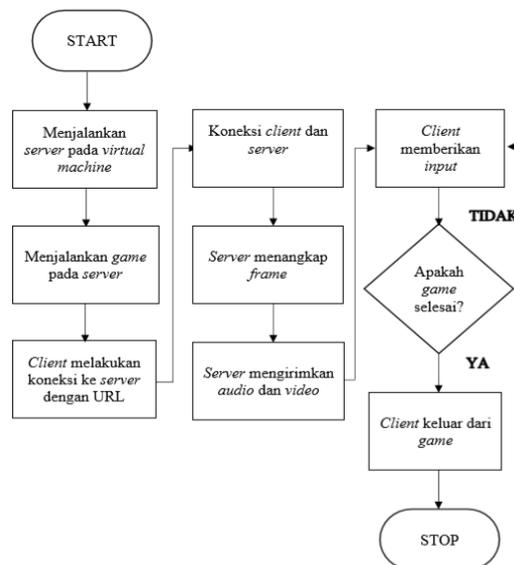
2.1 Implementasi GamingAnywhere Pada Server dan Client

Implementasi sistem dalam komputer *server* dimana *server GamingAnywhere* sudah terpasang pada VMware dan VirtualBox yang dilengkapi dengan tiga *game*.



Gambar 3. Implementasi Sistem GA Pada Virtual Machine

Pada Gambar 3, *Server* hanya menjalankan salah satu *virtual machine* yang bisa diakses oleh *client*. Setiap *server GamingAnywhere* pada *virtual machine* memiliki *Internet Protocol* (IP) yang berbeda, sehingga *client* mendapatkan URL yang berbeda untuk koneksi ke *server GamingAnywhere*. Setelah terhubung *server* akan mengirimkan aliran *game* melalui jaringan internet kepada *client*, setelah mendapatkan aliran *game*, *client* memberikan *input* yang akan diteruskan ke *server* hingga *client* mengakhiri *game*.



Gambar 4. Sistem GamingAnywhere

Pada Gambar 4, merupakan diagram alir konfigurasi *server* ke *client* secara khusus GamingAnywhere melakukan koneksi antara *server* dan *client* dengan menggunakan URL. Dalam bagan ini *server GamingAnywhere* berjalan pada *virtual machine* dan menjalankan *game* yang dipilih. Setelah *client* melakukan koneksi dengan menggunakan URL *server*, maka secara langsung *server* menangkap *frame* sesuai *game* yang dijalankan. Setelah *client* terhubung dengan *server GamingAnywhere*, *server* akan mengirimkan aliran *game* berupa *audio* dan *video* ke *client*. Ketika

client sudah mendapatkan aliran *game*, *client* secara langsung dapat melakukan *input* yang akan diteruskan ke *server* hingga *client* mengakhiri *game*.

2.2 Spesifikasi Perangkat

Pengukuran sistem akan menggunakan tiga jenis *game* dengan *genre* yang berbeda berdasarkan komparabilitas pada VirtualBox, karena VirtualBox memiliki maksimum GPU hanya 256 MB sehingga tidak banyak *game* yang bisa digunakan. *Server* yang digunakan memiliki spesifikasi yang lebih tinggi dari spesifikasi *client*, dimana *server* memiliki CPU, GPU, dan penyimpanan yang besar.

Virtual machine yang digunakan memiliki CPU, GPU, dan *memory* yang sama dan berfungsi untuk menampung semua pemrosesan pada *cloud gaming*. Berikut spesifikasi dari masing - masing perangkat yang dimaksud:

Tabel 1. Spesifikasi *Game Uji*

System Requirements	Zuma deluxe	Insaniquarium	Feeding Frenzy
OS	Win XP Win 7	Win XP Win 7	Win XP Win 7
Processor	400 MHz	400 MHz	500MHz
Memory	64MB RAM	128MB RAM	96MB RAM
Graphic	16 MB	32 MB	16 MB
DirectX	Ver 7 or higher	Ver 7 or higher	Ver 7 or higher
Storage	30 MB	20 MB	30 MB

Tabel 2. Spesifikasi Komputer *Server dan Client*

System Requirements	Komputer Server	Komputer Client
OS	Windows 10	Windows 10
Processor	AMD Ryzen 5 1600 Six-Core 3.2Ghz	Intel Core i3 4030U 1.9Ghz
Memory	8 GB RAM	6 GB RAM
Graphic	GeForce GTX 1050Ti 4GB VRAM	Intel HD Graphics
Storage	1 TB	500 GB

Tabel 3. Spesifikasi *Virtual Machine*

System Requirements	Komputer Server	Komputer Client
OS	Windows 7	Windows 7
Processor	AMD Ryzen 5 1600 Six-Core 3.2Ghz	AMD Ryzen 5 1600 Six-Core 3.2Ghz
Memory	4 GB RAM	4 GB RAM
Graphic	VirtualBox VESA BIOS 256 MB	VMware Virtual SVGA 3D 256 MB
Storage	60 GB	60 GB

2.3 Skenario Pengukuran

Pada tahap ini, akan dilakukan tiga jenis pengukuran. Yaitu pengukuran *Resource Usage*, *Frame Per Second* (FPS), dan *Quality of Service* (QoS).

Pengukuran *Resource Usage* menjelaskan kinerja *cloud gaming* di sisi *server* maupun *client*. Pengambilan data *resource usage* ini dilakukan ketika komputer hanya menjalankan *server* GamingAnywhere, dan tidak menjalankan *software* lainnya. Pada skenario ini dilakukan pengukuran di sisi *server* dan *client* yang menjalankan *game* Zuma Deluxe, Insaniquarium, dan Feeding Frenzy. *Resource usage* memiliki beberapa parameter yang menunjukkan kemampuan dari suatu komputer, meliputi *CPU usage*, *GPU usage*, dan *memory usage* [9].

Pengukuran *Frame Per Second* (FPS) Skenario ini dilakukan pengambilan pada komputer *client* yang mengakses *game* dari *server* GamingAnywhere dan tidak menjalankan *software* lainnya. Pada skenario ini dilakukan pengukuran di sisi *client* yang memainkan *game* Zuma Deluxe, Insaniquarium, dan Feeding Frenzy tanpa adanya pembatasan *bandwidth* dan dengan adanya pembatasan *bandwidth* yaitu 1 Mbps dan 3 Mbps. FPS merupakan jumlah gambar yang ditampilkan oleh layar dalam bentuk grafis dalam waktu satu detik. Semakin banyak *frame* yang ditampilkan, maka kualitas gambar yang dihasilkan semakin nyaman untuk dimainkan [10].

Tabel 4. Kriteria FPS Ketika Bermain *Game*

Jumlah FPS	Kriteria
< 15	Tidak bisa dimainkan
15-30	Hampir bisa dimainkan
30-45	Cukup untuk dimainkan
45-60	Nyaman untuk dimainkan
> 60	Sangat nyaman untuk dimainkan

Source: nesabamedia.com

Pengukuran *Quality of Service* (QoS) terdapat tiga parameter yang diuji, yaitu *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Pengukuran dilakukan pada komputer *client* yang mengakses *server* GamingAnywhere ketika menjalankan *game* Zuma Deluxe, Insaniquarium, dan Feeding Frenzy. Pengambilan data dilakukan dalam kondisi satu *server* menjalankan satu *game* dengan satu *client*. QoS adalah totalitas karakteristik dari suatu layanan telekomunikasi untuk menentukan seberapa baik jaringan yang mampu memuaskan kebutuhan komunikasi dari pelanggan atau pengguna layanan [11].

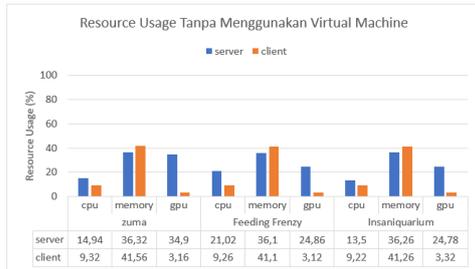
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dalam penelitian ini didapatkan melalui tiga skenario pengukuran yang berbeda dengan beberapa tahapan pada masing-masing skenario, yang akan dijelaskan pada subbab berikut:

3.1 Hasil Pengujian *Resource Usage*

Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pada komputer *client* dan *server* selama 300 detik. Data yang diambil setiap 30 detik sekali selama 5 kali percobaan pada komputer *client* dan *server*.

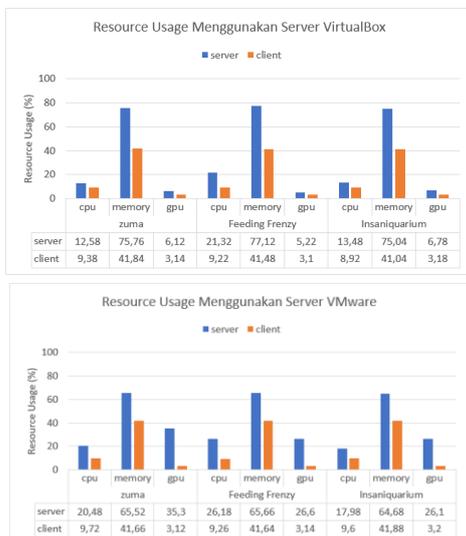
Tahap pertama pengujian dilakukan pada *client* dan *server* ketika GamingAnywhere tidak dijalankan dalam *virtual machine* dan *server* tidak menjalankan *software* lain, *server* menjalankan *game* secara bergantian untuk diakses oleh satu buah *client*.



Gambar 5. Resource Usage Tanpa Menggunakan Virtual Machine

menunjukkan bahwa pada komputer *server* dan *client* menghasilkan nilai *resource usage* yang tidak beda jauh, karena *client* memiliki spesifikasi yang lebih rendah sehingga terlihat lebih tinggi dalam penggunaan *memory*, namun penggunaan GPU pada *client* sangat rendah. Dengan demikian penggunaan GamingAnywhere tidak memberatkan *resource usage* pada *client*.

Tahap kedua pengujian dilakukan pada *server* dan *client* ketika GamingAnywhere berjalan dalam VirtualBox dan VMware, *server* menjalankan *game* secara bergantian untuk diakses oleh satu buah *client* tanpa menjalankan *software* lain.

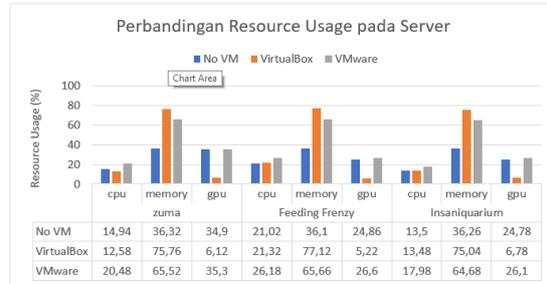


Gambar 6. Resource Usage Menggunakan Server VirtualBox dan VMware

Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa pada komputer *client* memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan *server* yang berjalan dalam *virtual machine*. Hal ini disebabkan karena *client* hanya menerima *stream video* dan *audio* serta mengirimkan *input control*, sehingga tidak memberatkan *resource usage* pada *client*. Dengan

demikian penerapan GamingAnywhere pada VirtualBox dan VMware tidak mempengaruhi *resource usage* pada *client*.

Tahap ketiga dilakukan perbandingan resource usage pada server GamingAnywhere yang telah diamati sebelumnya.

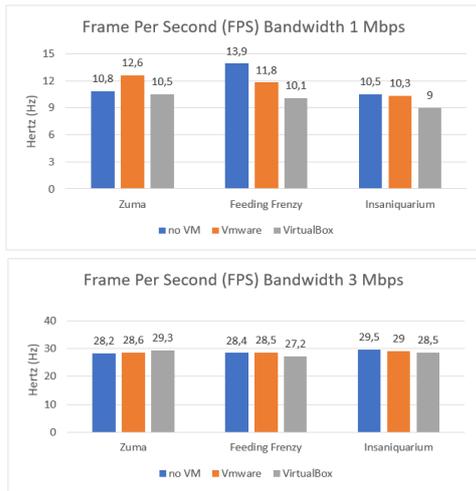


Gambar 7. Perbandingan Resource Usage Pada Server

Berdasarkan grafik diatas penggunaan *memory* pada VirtualBox menghasilkan nilai yang tinggi namun penggunaan CPU dan GPU lebih rendah. Sedangkan pada VMware penggunaan CPU dan GPU lebih tinggi dibandingkan dengan *server* GamingAnywhere yang berjalan tanpa menggunakan *virtual machine*. Karena pada VMware dapat memvirtualisasikan *hardware* komputer fisik sehingga mengalokasikannya pada penggunaan *resource usage*. Maka penggunaan GamingAnywhere pada *virtual machine* dapat berjalan dengan baik hanya saja memerlukan *memory* yang cukup besar.

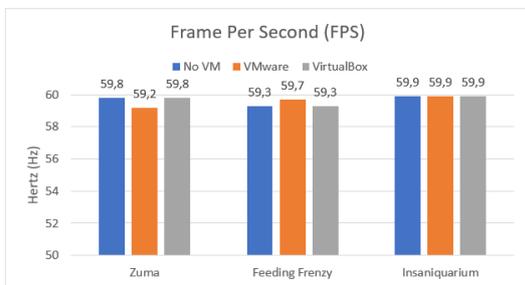
3.2 Hasil Pengujian Frame Per Second pada client

Pengambilan data dilakukan pada komputer *client* menggunakan aplikasi Fraps untuk mengetahui FPS yang didapat ketika adanya pembatasan *bandwidth* dan tanpa adanya pembatasan *bandwidth*. *client* mengakses GamingAnywhere pada ketiga *server* selama 300 detik untuk setiap *game* dengan data yang diambil setiap 30 detik sekali. *server* menjalankan *game* secara bergantian untuk diakses oleh satu buah *client* tanpa menjalankan *software* lain.



Gambar 8. FPS Pada Bandwidth 1 Mbps dan 3 Mbps

Pada Gambar 8, bandwidth 1 Mbps saat mengakses GamingAnywhere FPS yang dihasilkan sangat buruk dan memiliki rata-rata dibawah 15 fps, karena dengan bandwidth yang kecil game mengalami delay sehingga game yang dimainkan masuk kedalam kategori tidak layak untuk dimainkan, sedangkan pada bandwidth 3 Mbps menghasilkan rata-rata antara 25-30 fps sehingga masuk dalam kategori game hampir bisa dimainkan, karena dengan bandwidth 3 Mbps client masih bisa bermain akan tetapi terkadang mengalami penurunan FPS oleh karena itu untuk mengantisipasi hal tersebut, client harus memiliki bandwidth lebih dari 3 Mbps untuk dapat bermain game dengan nyaman.



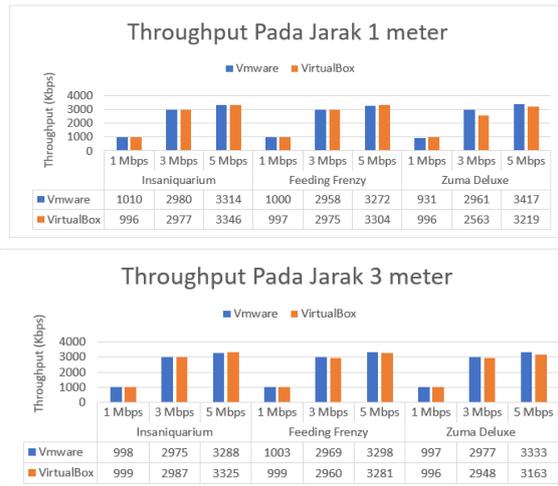
Gambar 9. FPS Tanpa Ada Pembatasan Bandwidth

Pada Gambar 9, FPS yang dihasilkan dari setiap game uji untuk ketiga server GamingAnywhere memiliki rata-rata lebih dari 45 fps dan masuk dalam kriteria nyaman untuk dimainkan, karena tanpa adanya pembatasan bandwidth client dapat menerima stream video dan audio dengan lancar tanpa adanya frame yang hilang sehingga FPS yang dihasilkan cukup tinggi. Maka dari itu client harus memiliki bandwidth yang cukup untuk mengakses GamingAnywhere dan bermain game dengan nyaman.

3.3 Hasil Pengujian Quality of Service (QoS)

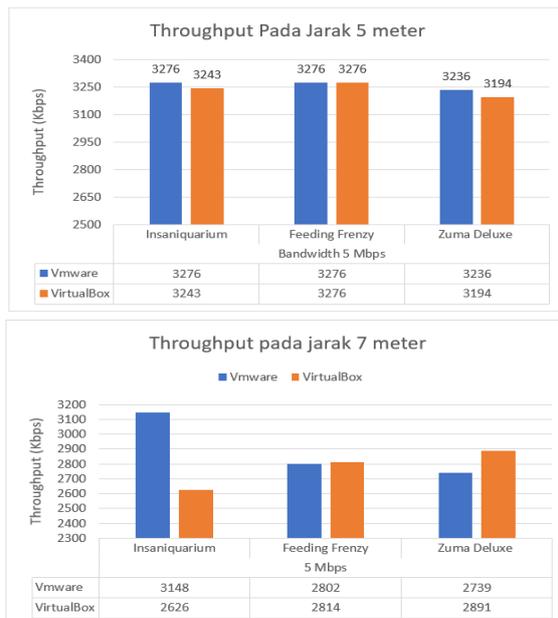
Hasil pengukuran throughput, delay, dan packet loss yang dilakukan menggunakan aplikasi Wireshark pada

kondisi satu server menjalankan satu game untuk satu client secara bergantian selama 120 detik, pengurangan durasi pengukuran dari 300 detik dikarenakan tidak adanya perubahan yang signifikan ketika menggunakan waktu yang lebih lama. Client ditempatkan pada jarak 1 meter dan 3 meter dengan bandwidth 1 Mbps, 3 Mbps, dan 5 Mbps untuk mengetahui bandwidth yang dapat digunakan pada client saat mengakses GamingAnywhere dan dilakukan penambahan jarak antara client dan router dengan bandwidth 5 Mbps untuk mengetahui jarak maksimum client saat mengakses GamingAnywhere.



Gambar 10. Throughput Pada Jarak 1 meter dan 3 meter

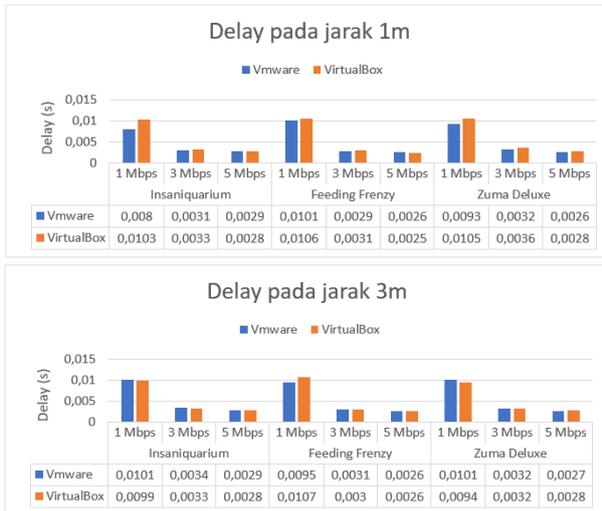
Dari hasil pengukuran pada ketiga game dengan bandwidth yang berbeda diperoleh nilai throughput yang semakin besar berdasarkan bandwidth yang diberikan. Sehingga pada bandwidth 5 Mbps ketiga game yang diuji dapat dimainkan dengan baik.



Gambar 11. Throughput Pada Jarak 5 meter dan 7 meter

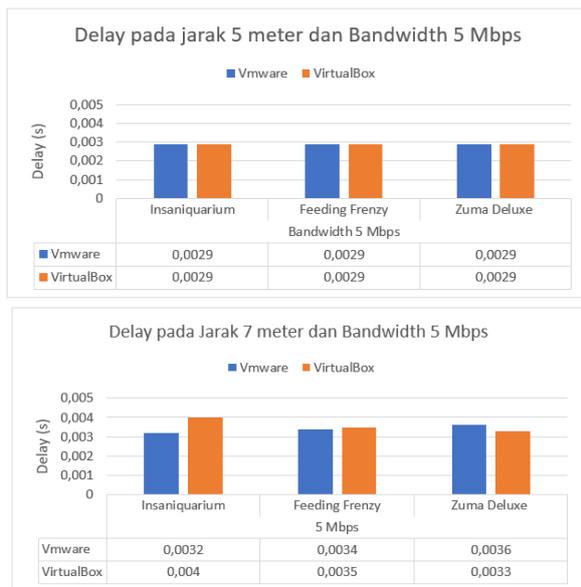
Dari hasil pengukuran dengan menggunakan *bandwidth* untuk setiap *game* yang diuji dalam VMware dan VirtualBox, *delay* ini lebih besar dibandingkan pada *throughput* yang didapatkan pada jarak 7 meter jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai *throughput* pada jarak 5 meter. Dengan demikian semakin jauh jarak *client* terhadap router dapat mempengaruhi nilai *throughput* walaupun dengan *bandwidth* yang sama.

untuk setiap *game* yang diuji dalam VMware dan VirtualBox, *delay* ini lebih besar dibandingkan pada jarak 1 meter dan 3 meter. Sedangkan pada jarak 7 meter delay yang dihasilkan jauh lebih besar dikarenakan semakin jauh jarak *client* dengan router kuat sinyal yang diterima akan menurun sehingga menimbulkan *delay*.



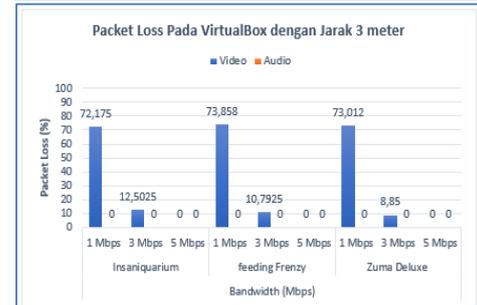
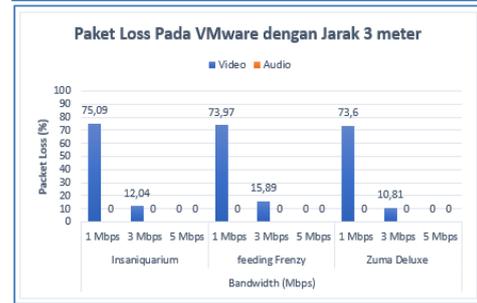
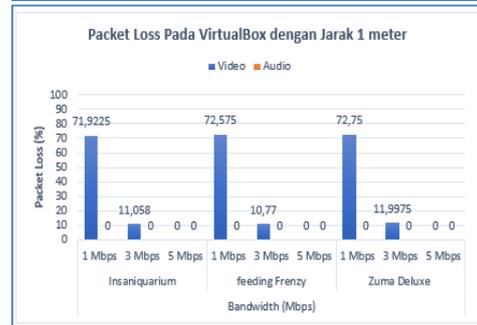
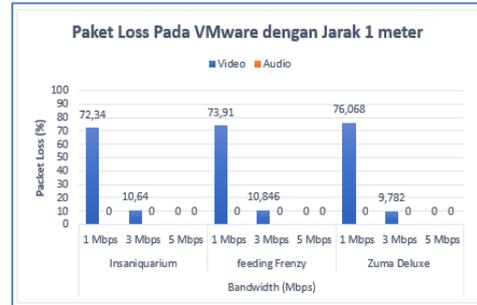
Gambar 12. Delay Pada Jarak 1 meter dan 3 meter

Hasil pengukuran *delay* pada jarak 1 meter dan 3 meter untuk ketiga *game* uji dengan *bandwidth* 1 Mbps lebih tinggi dibandingkan dengan *bandwidth* 3 Mbps dan 5 Mbps, karena dengan *bandwidth* yang kecil dapat menyebabkan tingginya *traffic* pada jaringan. Hal ini membuktikan bahwa pada ketiga *game* yang diuji *client* harus memiliki *bandwidth* yang besar agar dapat mengakses GamingAnywhere dengan lancar.



Gambar 13. Delay Pada Jarak 5 meter dan 7 meter

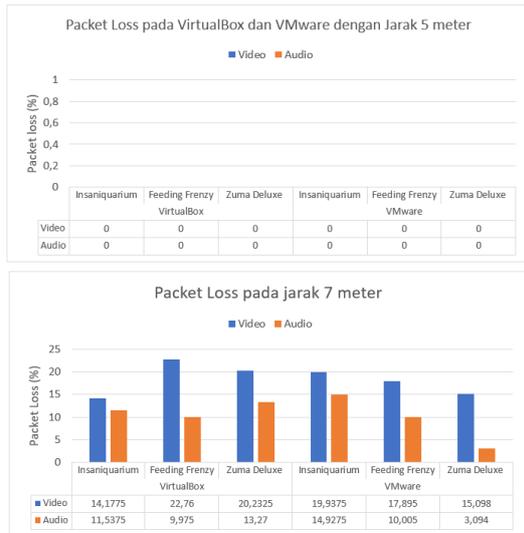
Hasil pengukuran *delay* pada jarak 5 meter dengan *bandwidth* 5 Mbps mendapatkan rata-rata 0.0029 detik



Gambar 14. Packet Loss Pada Jarak 1 meter dan 3 meter

Pada *bandwidth* 1 Mbps dengan jarak 1 meter dan 3 meter *packet loss* yang didapat oleh VirtualBox lebih rendah dibandingkan VMware. *Packet loss* yang dihasilkan pada kedua *virtual machine* untuk *video* mencapai lebih dari 70% sedangkan *audio* sebesar 0%. Hal ini dikarenakan, *audio* pada ketiga *game* uji memiliki ukuran *packet* yang sangat kecil sehingga dapat diterima tanpa ada *packet* yang hilang. Pada

kondisi ini *video* disisi *client* sangat tidak beraturan namun suara yang dihasilkan tetap jelas, akan tetapi *game* tetap tidak dapat dimainkan. Dalam kondisi 3 Mbps, *packet loss* yang dihasilkan jauh lebih kecil sehingga *game* dapat dimainkan, namun masih ada *packet* yang hilang disebabkan karena ukuran *packet video* yang besar. Pada kondisi ini *client* masih dapat bermain akan tetapi terkadang mengalami penurunan FPS akibat *packet* yang hilang. Sedangkan *packet loss* yang dihasilkan pada *bandwidth* 5 Mbps untuk kedua *virtual machine* adalah 0% sehingga *game* dapat dimainkan tanpa adanya gangguan.



Gambar 15. Packet Loss Pada Jarak 5 meter dan 7 meter

Pada Gambar 15, untuk jarak 5 meter dengan *bandwidth* 5 Mbps *packet loss* yang dihasilkan pada VirtualBox dan VMware untuk ketiga *game* adalah 0%. Hal ini disebabkan karena dengan *bandwidth* yang tinggi membuat *traffic* jaringan menjadi rendah sehingga tidak ada *packet* yang hilang. Pada kondisi ini *client* masih bisa bermain dengan jarak 5 meter, akan tetapi nilai *throughput* mengalami penurunan dan *delay* mengalami peningkatan. Sedangkan pada jarak 7 meter *packet loss* pada *video* maupun *audio* mengalami peningkatan yang sangat tinggi sehingga tidak dapat dimainkan dengan baik dikarenakan banyak *packet* dan *frame* yang hilang. Dengan demikian jarak antara *client* dengan router serta adanya penghalang seperti tembok atau kaca juga dapat mempengaruhi nilai QoS.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem *cloud gaming* dengan menggunakan GamingAnywhere pada VirtualBox dan VMware dapat digunakan dengan baik, dikarenakan penggunaan CPU dan GPU pada kedua *virtual machine* tidak terlalu tinggi.

Sistem *cloud gaming* dengan menggunakan GamingAnywhere mampu mengurangi *resource usage* di sisi *client*, dimana *client* hanya menggunakan sekitar 8-10% untuk CPU *usage*, 40-42% untuk *memory usage*, dan 3-4% untuk GPU *usage* untuk ketiga *game* uji. Hal ini dikarenakan, *client* hanya melakukan *stream video* dan *audio* serta memberikan input.

Untuk mendapatkan QoS yang optimal, klien memerlukan *bandwidth* yang besar saat mengakses *game* pada GamingAnywhere dan hasil dari pengukuran QoS juga dipengaruhi oleh *signal strength* dan *high traffic* pada jaringan.

Berdasarkan pengujian pada *client*, *bandwidth* yang digunakan lebih dari 3 Mbps. Ketika *client* menggunakan *bandwidth* kurang dari 3 Mbps, *game* yang dijalankan akan mengalami penurunan FPS dan mempengaruhi nilai QoS, dimana *throughput* semakin rendah, *delay* yang dihasilkan semakin tinggi serta *packet loss* yang dihasilkan semakin tinggi mencapai 76% untuk *video* dan 0% untuk *audio*. Hal ini dikarenakan *packet audio* lebih kecil, namun dengan *bandwidth* 3 Mbps *game* tidak dapat dimainkan dengan baik karena masih ada *frame* dan *packet* yang hilang.

Berdasarkan pengujian jarak antara *client* dengan router juga dapat mempengaruhi QoS dan FPS yang dihasilkan di sisi *client*. Hal ini dikarenakan semakin jauh jarak antara *client* dengan router dapat mempengaruhi kuat sinyal yang diterima oleh *client* yang dibuktikan dengan menggunakan *bandwidth* 5 Mbps dengan jarak 7 meter. Nilai *throughput* yang dihasilkan mengalami penurunan dan *delay* mengalami peningkatan serta *packet loss* yang dihasilkan sangat tinggi sehingga *game* tidak bisa dimainkan. Hal ini membuktikan pada jarak 7 meter merupakan jarak maksimum antara *client* dan router untuk bisa mengakses GamingAnywhere dan bermain dengan nyaman.

Saran yang diberikan untuk penelitian ini agar dapat dikembangkan selanjutnya adalah melakukan penambahan spesifikasi komputer *server* sehingga dalam satu *server* dapat menjalankan lebih dari satu *virtual machine* untuk digunakan sebagai *server* GamingAnywhere agar dapat melayani lebih dari satu *client*.

Daftar Rujukan

- [1] Cai, W., Shea, R., Huang, C. Y., Chen, K. T., Liu, J., Leung, V. C. M., & Hsu, C. H., 2016. The future of cloud gaming. Proceedings of the IEEE, vol. 104, no. 4, pp. 687–691. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2016.2539418>
- [2] Shirmohammadi, S., Abdalla, M., Ahmed, D. T., Chen, K. T., Lu, Y., & Snyatkov, A., 2015. Introduction to the Special Section on Visual Computing in the Cloud: Cloud Gaming and Virtualization. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 25, no. 12, pp. 1955–1959. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2015.2473075>
- [3] Cai, W., Chen, M., & Leung, V. C. M., 2014. Toward gaming as a service. IEEE Internet Computing, vol. 18, no. 3, pp. 12–18.

- <https://doi.org/10.1109/MIC.2014.22>
- [4] Shea, R., Liu, J., Ngai, E., & Cui, Y., 2013. Cloud gaming: Architecture and performance. *IEEE Network*, vol. 27, no. 4, pp. 16–21. <https://doi.org/10.1109/MNET.2013.6574660>
- [5] Huang, C. Y., Chen, K. T., Chen, D. Y., Hsu, H. J., & Hsu, C. H., 2014. GamingAnywhere: The first open source cloud gaming system. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications*, vol. 10, no. 1 SUPPL, pp. 1–25. <https://doi.org/10.1145/2537855>
- [6] Hong, H. J., Chen, D. Y., Huang, C. Y., Chen, K. T., & Hsu, C. H., 2015. Placing virtual machines to optimize cloud gaming experience. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 42–53. <https://doi.org/10.1109/TCC.2014.2338295>
- [7] . S., Munadi, R., Fitriyanti, N., & Perdana Putra Sutejo, I., 2019. Cpu Usage Dari Penggunaan Cloud Gaminganywhere Pada Game Dengan Speech Recognition System Sebagai Command Input. *TEKTRIKA - Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, Dan Elektronika*, vol. 4, no. 1, p. 40. <https://doi.org/10.25124/tektrika.v4i1.1597>
- [8] . S. ., . R. M., . N. F., & Putra Sutejo, I. P., 2019. the Quality of Services (Qos) of Gaminganywhere on a Game With Speech Recognition System As Command Input. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, vol. 5, no. 2, p. 682. <https://doi.org/10.25124/jett.v5i2.1371>
- [9] A. Wiryadinata, 2018. “Faktor apa yang membuat game PC menjadi lebih lancar? - Getective.” [Online]. Available: <https://getective.com/faktor-apa-yang-membuat-game-pc-menjadi-lebih-lancar/>. [Accessed: 09-Aug-2020].
- [10] R. Hermawan, 2019. “Pengertian FPS dalam Game Beserta FPS Normal untuk Bermain Game.” [Online]. Available: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-fps/>. [Accessed: 27-Jul-2020].
- [11] Wulandari, R., 2016. ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i2.454>