

Implementasi Dan Analisis Personal *Cloud Gaming Server* Pada Platform Parsec

Implementation And Analysis Of Personal *Cloud Gaming Server* On Parsec Platform

1st Mohammad Kurnia Putra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mohammadkurniaputra@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rendy Munadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rendymunadi@telkomuniversity.co.id

3rd Sevierda Raniprima
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rsevierda@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Popularitas *Game* sebagai media hiburan meningkatkan ketertarikan konsumen untuk memainkan *video game* terbaru terutama *games high-end* dengan kualitas terbaik, namun berbagai keterbatasan seperti keterbatasan hardware PC konsumen menjadi kendala untuk menjalankan game PC high-end yang membutuhkan Computing Power yang besar. Namun, dengan menggunakan platform Cloud Gaming, perangkat client dengan spesifikasi rendah dapat menjalankan game PC dengan memanfaatkan host PC yang bekerja sebagai server host. Dengan memanfaatkan metode GPU Passthrough pada *virtual machine (VM) Hyper-V*, Personal Computer (PC) high-end akan bekerja sebagai server host dan untuk segi client akan menggunakan sebuah laptop low end yang akan memanfaatkan platform cloud gaming parsec sebagai media stream. Pengujian akan dilakukan dengan menjalankan game PC online dan offline, dan akan diukur parameter QoS serta performansi dari GPU Passthrough pada VM. Dapat disimpulkan bahwa, metode GPU Passthrough berjalan dengan baik pada VM, dengan framerate rata-rata bernilai 93 FPS dalam resolusi 720p dan 72 FPS dalam resolusi 1080p. Parsec sebagai media stream dapat menjalankan stream dengan lancar, dengan rata-rata throughput terbesar sebesar 6493 Kbps dan rata-rata delay terkecil sebesar 1,1 ms pada bandwidth terbesar yaitu 30 Mbps pada client 1. Mode koneksi game juga dapat mempengaruhi nilai throughput dimana rata-rata throughput yang tertinggi dapat ditemukan pada game dengan opsi multiplayer dengan rata-rata throughput sebesar 5987,3 kbps.

Kata Kunci— *game, cloud gaming, GPU passthrough, virtual machine Hyper-V, throughput, delay.*

Abstract—The popularity of games as an entertainment medium increases consumer interest in playing the latest video games, especially high-end games with the best quality but various limitations such as the consumer's PC hardware limitations are obstacles for running high-end PC games that require large computing power. However, by using the Cloud Gaming platform, client devices with low specifications can run PC games by utilizing a host PC that works as a host server. By utilizing the GPU Passthrough method on a Hyper-V virtual machine (VM), a high-end Personal Computer (PC) will work as a host server and for the client side it will use a low end laptop that will take advantage of the Parsec cloud gaming platform as a media stream. Tests will be carried out by running PC games online and offline, and QoS parameters and performance of GPU Passthrough on the VM will be measured. It can be concluded that the GPU Passthrough method runs well on the VM, with an average framerate of 93 FPS in 720p resolution and 72 FPS in 1080p resolution. Parsec as a media stream can run streams smoothly, with the largest throughput is 6493 Kbps and the smallest average delay is 1.1 ms at the largest bandwidth of 30 Mbps. Game connection mode can also affect the throughput value where the highest average throughput can be found in games with multiplayer options with an average throughput of 5987.3 kbps.

Keyword—*game, cloud gaming, GPU passthrough, virtual machine Hyper-V, throughput, delay.*

I. PENDAHULUAN

Video game sebagai media interaktif merupakan media baru yang populer di berbagai kalangan masyarakat, terutama game Personal

Computer (PC). Namun berbagai keterbatasan seperti tingginya harga hardware PC seperti GPU dan CPU umumnya menjadi kendala masyarakat untuk menjalankan game PC high-end yang umumnya membutuhkan Computing Power yang besar. Namun, dengan menggunakan platform Cloud Gaming, perangkat client dengan spesifikasi rendah dapat menjalankan game PC dengan memanfaatkan host PC yang bekerja sebagai host server sebuah virtual machine yang dapat diakses oleh client untuk menjalankan *game* yang diinginkan.

Cloud Gaming seperti cloud computing memanfaatkan resource sharing dimana sebuah server host akan melakukan rendering kepada thin client layanan video stream game secara real time yang akan digenerasi pada server host melalui internet lalu ditampilkan kepada client yang mengontrol input dan kontrol yang akan dikirim Kembali ke host server sebagai interaksi pada game yang di-stream. Pada segi client dan host dibutuhkan program platform cloud gaming yang menjadi jembatan antara interaksi dari segi client dan video stream dari host. Ada beberapa platform yang umumnya digunakan untuk media streaming cloud gaming, seperti Parsec, Moonlight, dan Steam remote.

Pada Tugas Akhir ini, penulis akan merancang sebuah personal computer yang akan disimulasikan sebagai cloud gaming host server akan menjadi host sebuah Virtual machine yang memanfaatkan metode virtualisasi GPU passthrough pada PC High end dan dua laptop low end sebagai thin client. Dengan memanfaatkan metode virtualisasi GPU bernama GPU-Passthrough, penulis akan membuat sebuah virtual machine pada windows Hyper-V dan metode virtualisasi tersebut akan memungkinkan virtual machine tersebut dapat mengakses GPU pada PC yang akan dijadikan host server. Media streaming game menggunakan platform parsec dan akan diuji dengan menjalankan game pengujian yang bersifat offline dan online.

II. KAJIAN TEORI

A. Cloud Computing

Cloud computing adalah metode komputasi yang pada dasarnya merupakan sebuah layanan yang memungkinkan daya komputasi sebuah sistem computer contohnya seperti: computing power, storage, server, dan aplikasi untuk diakses oleh berbagai user melalui internet secara on demand. Pada saat yang sama, cloud computing juga merupakan metode manajemen infrastruktur yang memanfaatkan sumber daya yang tervirtualisasi untuk membentuk sebuah resource pool yang dapat menyediakan sumber daya hardware dan software dengan kemampuan untuk mengalokasikan sumber daya komputasi secara dinamis[1].

B. Cloud Gaming

Cloud gaming merupakan penerapan cloud computing untuk menjalankan video game. Dengan layanan cloud gaming, pengguna dapat menjalankan game pada perangkatnya tanpa harus memiliki hardware minimum yang dibutuhkan pada spesifikasi game tersebut. Game yang membutuhkan computing power yang kompleks akan dijalankan pada cloud server, lalu game yang telah di render di cloud server tersebut akan di-stream melalui internet kepada pemain pada device thin client, lalu input dan kontrol dari game tersebut akan dikirim kembali ke server cloud sebagai interaksi pada game yang dijalankan[2].

C. Parsec

Parsec adalah aplikasi penangkapan desktop yang utamanya digunakan untuk bermain game melalui streaming video. Dengan menggunakan Parsec, pengguna dapat melakukan streaming cuplikan video game melalui koneksi Internet, memungkinkan seseorang untuk menjalankan game di satu komputer tetapi memainkannya dari jarak jauh melalui perangkat lain. Meskipun fokus utamanya adalah bermain game, Parsec juga dapat digunakan sebagai perangkat lunak berbagi desktop dengan latensi rendah[3].

D. GPU Passthrough

GPU-Passthrough merupakan metode GPU-Virtualization yang memungkinkan sebuah virtual machine untuk mendapatkan akses ke koneksi PCI GPU, dimana GPU akan bertindak seolah-olah digerakkan langsung oleh VM, dan VM mendeteksi perangkat PCI seolah-olah terhubung secara fisik. Teknik ini dapat mencapai 96–100% kinerja asli GPU dan fidelitas tinggi[4].

E. Virtual Machine

Virtual machine (VM) adalah versi digital dari komputer fisik. Sebuah Software Virtual machine dapat menjalankan program dan sistem operasi, menyimpan data, terhubung ke jaringan, dan melakukan fungsi komputasi lainnya. Beberapa VM dapat di-host pada satu mesin fisik, umumnya sebuah server server, dan kemudian dikelola menggunakan Software Virtual machine. Penerapan VM memberikan fleksibilitas untuk alokasi sumber daya komputasi (komputasi, penyimpanan, jaringan) untuk didistribusikan di antara VM sesuai kebutuhan, sehingga meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Arsitektur ini menyediakan blok bangunan dasar untuk sumber daya tervirtualisasi canggih yang kita gunakan saat ini, termasuk Cloud Computing[5].

F. Video Game

Video game merupakan bentuk hiburan modern yang bersifat interaktif. Berbeda dengan hiburan audiovisual lainnya seperti film dan teater dimana seorang penonton hanya dapat berinteraksi secara pasif, interaktifitas pada video game memungkinkan pemainnya untuk berinteraksi dan mengontrol secara aktif dimana tindakan dari pemain dapat menghasilkan efek tertentu pada video game tersebut[11].

Sebuah video game, seperti kebanyakan bentuk media lainnya, dapat dikategorikan ke dalam genre. Namun, tidak seperti film atau televisi yang menggunakan elemen visual atau naratif, video game umumnya dikategorikan ke dalam genre berdasarkan interaksi gameplay-nya, karena ini adalah sarana utama seseorang berinteraksi dengan video game. Contoh dari berbagai genre game adalah: Action Game, Role-Playing Game, dan Simulation Game, [6].

G. Frame Rate

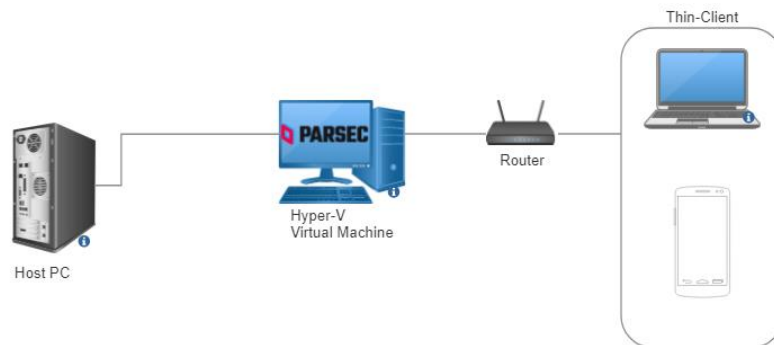
Frame Rate atau frame per second adalah frekuensi dimana sebuah gambar yang berurutan ditangkap atau ditampilkan pada sebuah layar. Istilah ini biasa digunakan untuk mengukur frekuensi frame sebuah video, animasi 3D grafik komputer dan motion capture. Pada video atau film

umumnya tiap frame dirender secara prematur dan ditampilkan pada frame rate 24fps. Namun pada video game 3D yang mengutamakan interaktifitas dari pemain menggunakan sistem real-time rendering, Interaksi pada game harus ditampilkan di layar secara cepat, oleh karena itu sebuah kartu grafis atau GPU akan membuat sebuah frame dengan cepat berdasarkan interaksi pemain pada lingkungan game, sehingga pada video game yang berjalan dengan lancar umumnya frame rate berada pada 30 sampai dengan 60fps. Pada game 3D, jika frame rate berada dibawah 30fps akan mempengaruhi secara buruk performansi dari pemain, terutama pada game online yang lebih kompetitif[7].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

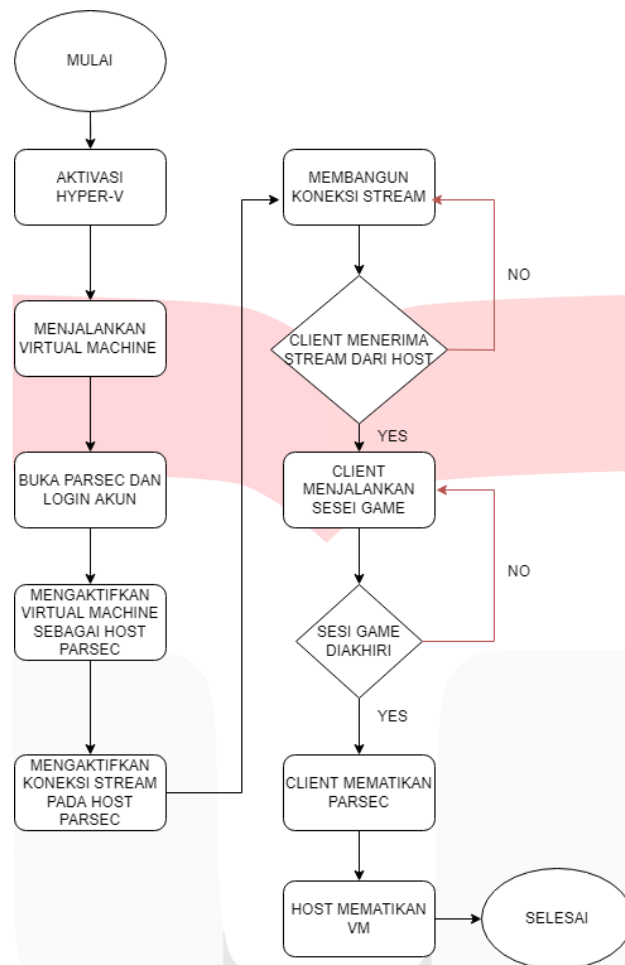
A. Desain Sistem

Pada tugas akhir ini, perancangan gaming cloud server akan sesuai dengan ilustrasi pada gambar 3.1. Pada Host PC akan dirancang sebuah virtual machine yang telah diterapkan metode GPU Virtualization tipe GPU-Passthrough/PCI-Passthrough, sehingga virtual machine tersebut dapat mengakses dan berinteraksi dengan GPU dedicated pada host pc. Pada sisi thin client akan mengakses virtual machine melalui media streaming parsec untuk melakukan kegiatan gaming melalui akses internet.



GAMBAR 3.1
DESAIN SISTEM

B. Diagram Alir



GAMBAR 3.2
DIAGRAM ALIR SISTEM

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat diagram alir dari sistem cloud gaming server yang dirancang pada tugas akhir ini. Pertama-tama, host PC yang bekerja sebagai server harus mengaktifkan Microsoft Hyper-V untuk menjalankan virtual machine. Pada awal proses ini, host PC dan virtual machine harus dikonfigurasi melalui metode virtualisasi GPU Passthrough agar virtual machine mendapatkan akses ke GPU yang ada pada host pc. Setelah semuanya telah diaktifkan, virtual machine akan menjalankan aplikasi Parsec sebagai platform cloud streaming. Kemudian VM akan mengaktifkan koneksi stream dan enable host pada VM agar client dapat mengakses VM melalui kode yang akan di share dari Parsec. Klien dan host akan membangun koneksi, jika tampilan stream tidak muncul, pembangunan koneksi harus

diulang, jika client telah menerima tampilan stream, pembangunan koneksi sudah berhasil dan client dapat menggunakan VM layaknya sebuah PC dan menjalankan sesi game. Jika sesi game selesai, client dapat mematikan koneksi parsec ke vm dan dari host pc akan menonaktifkan sesi Hyper-V.

C. Skenario Pengujian

Pada pengukuran resource usage, pengukuran akan dilakukan pada kedua client dan host server. Parameter yang diukur adalah CPU Usage, GPU Usage, dan RAM Usage. Resource usage diukur dengan menggunakan program performance monitor windows. performansi game juga akan diukur dengan mengukur Frame rate pada game yang dijalankan. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 10 kali dengan durasi pengukuran 120 detik dengan variasi resolusi high definition (720p) dan full high

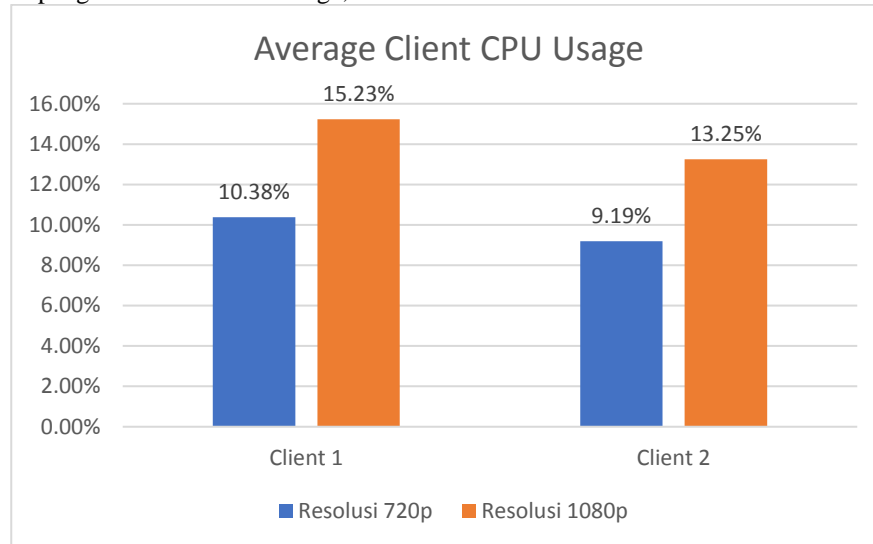
definition (1080p) pada stream dan game yang dijalankan. Framerate akan diukur dengan program RTSS Rivatuner dan MSI Afterburner, dan untuk pengukuran QoS akan dilakukan berdasarkan bandwidth yang digunakan yaitu 10 Mb, 20 Mb, dan 30 Mb.

framerate dan QoS. Pengukuran resource usage dilakukan pada virtual machine pada host PC dan thin client, sedangkan pengukuran framerate merupakan hasil performansi framerate game yang di stream dari virtual machine ke thin client dan akan dibandingkan dengan performansi framerate pada native host pc. untuk pengukuran QoS akan dilakukan pada thin client.

1. Pengukuran rata-rata CPU usage pada client

D. Hasil Pengujian dan Analisis

Berikut merupakan hasil pengujian berdasarkan skenario pengukuran resource usage,

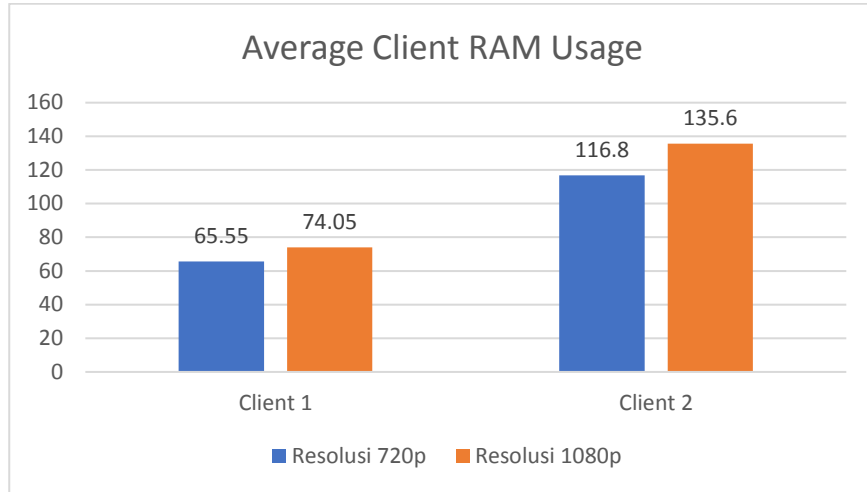


GAMBAR 3.3
CPU USAGE RATA-RATA

Terdapat peningkatan penggunaan CPU pada segi client dimana terjadi peningkatan sebesar 5% pada client 1 dan 4% pada client 2. Peningkatan CPU usage itu terjadi karena jumlah pixel yang harus di decode oleh CPU client meningkat seiring dengan besarnya resolusi dari stream yang dijalankan. Peningkatan pixel yang terjadi dari 720p ke 1080p cukup signifikan, dimana 720p terdiri dari 1.049.088 pixel sedangkan 1080p terdiri dari 2.073.600 pixel. Berdasarkan data yang telah

dikumpulkan, dapat disimpulkan dalam menjalankan stream pada platform parsec pada segi client, processor termasuk sebagai komponen utama untuk melakukan proses streaming tersebut seperti sebagai media sekunder untuk decoding video dari host dan juga pengiriman user input yang berupa interaksi dari pemain pada game ke host..

2. Pengukuran rata-rata RAM usage pada client

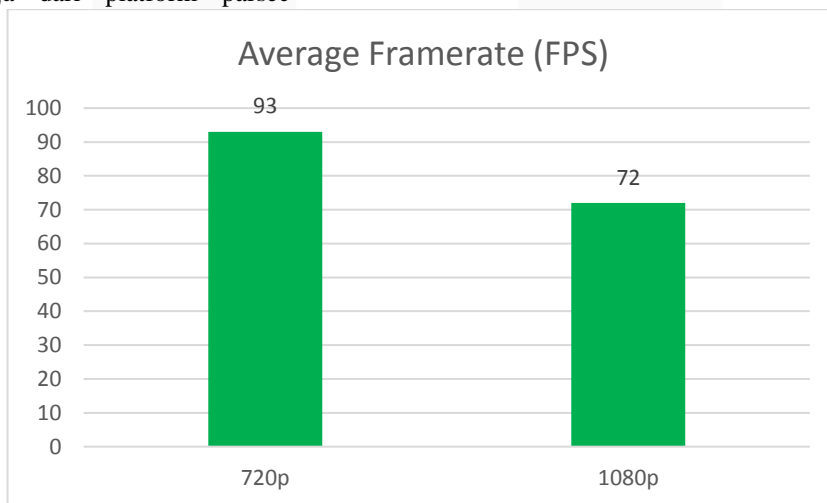


GAMBAR 3.4
RAM USAGE RATA-RATA

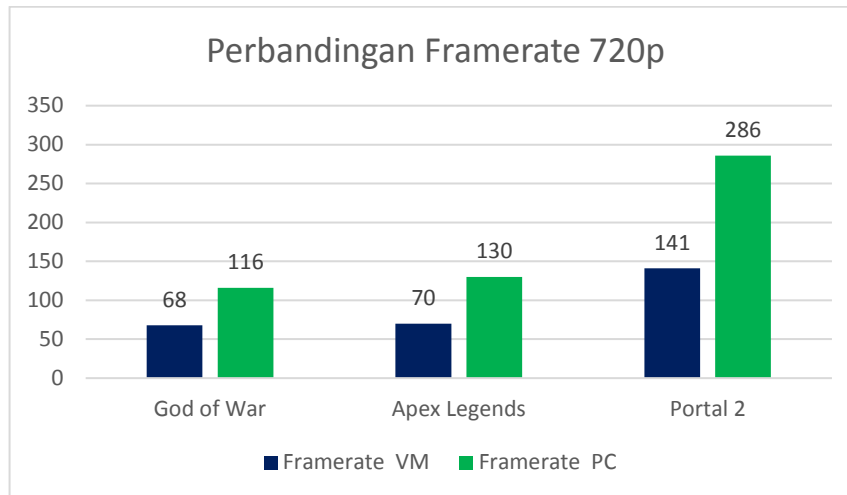
Dapat dilihat pada grafik rata-rata RAM Usage pada resolusi 720p dan 1080p, terjadi kenaikan sebesar 10-20 Mb yang kurang lebih kenaikan dibawah 1% dari RAM Usage pada kedua device client. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan resolusi tidak mempengaruhi RAM Usage pada client secara signifikan. Berbeda dengan RAM Usage di host, alokasi RAM pada client tidak mempengaruhi performansi proses kerja dari platform parsec

dimana client 2 yang hanya memiliki memori RAM sebesar 2GB masih dapat menjalankan platform parsec tanpa kendala dari segi memori. Penerapan parsec sebagai media stream cloud gaming tidak memberatkan client pada segi RAM Usage.

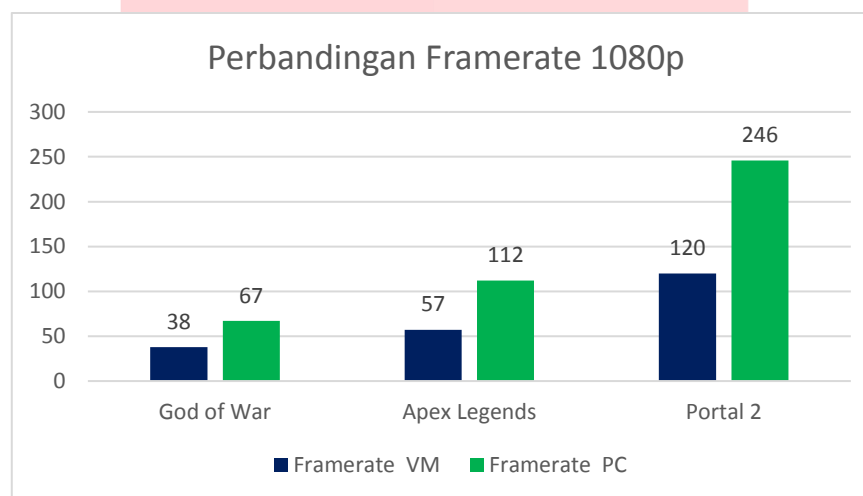
3. Perbandingan Framerate rata-rata host dan VM



GAMBAR 3.5
FRAMERATE VM RATA-RATA



GAMBAR 3.6
PERBANDINGAN FRAMERATE VM DAN HOST PADA RESOLUSI 720P



GAMBAR 3.7
PERBANDINGAN FRAMERATE VM DAN HOST PADA RESOLUSI 1080P

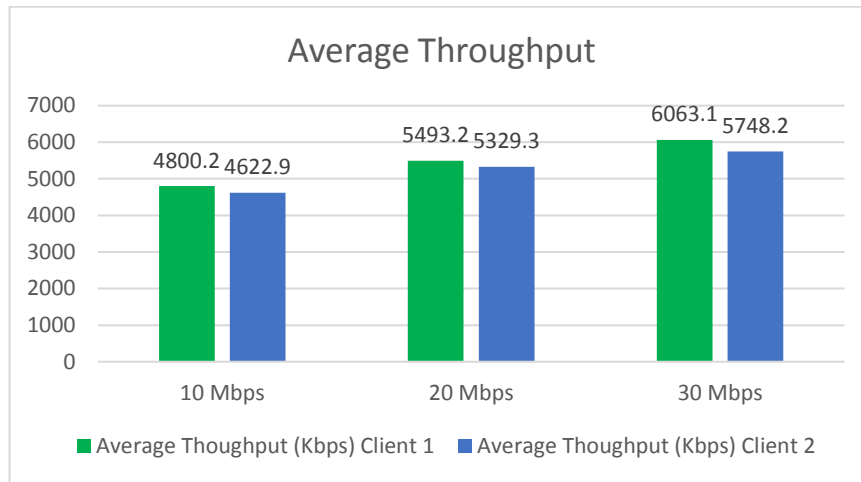
Dapat dilihat perbandingan performansi framerate yang didapat. Berdasarkan grafik tersebut, dari resolusi 720p maupun 1080p pada ketiga game pengujian framerate yang didapat dari host PC berjumlah kurang lebih dua kali lipat dari framerate yang didapat oleh VM.

Dalam menjalankan game pengujian, berdasarkan Gambar 3.5, performansi rata-rata framerate pada VM cukup baik dan memadai untuk menjalankan sebuah game, dengan rata-rata framerate pada setiap game pengujian pada kedua jenis resolusi, framerate tetap konsisten mencapai di atas 60fps. Namun jika

dibandingkan dengan performansi pada rata-rata framerate PC asli, perbedaannya cukup jauh.

Berdasarkan konsepnya, metode GPU-Passthrough seharusnya bisa mencapai 96–100% kinerja asli GPU, namun banyak parameter yang dapat mempengaruhi kinerja GPU, contohnya limitasi threads processor yang hanya menggunakan 6 dari 12 threads pada VM yang dijalankan, serta limitasi memory RAM yang dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan VM.

4. Hasil Pengukuran throughput terhadap bandwidth.



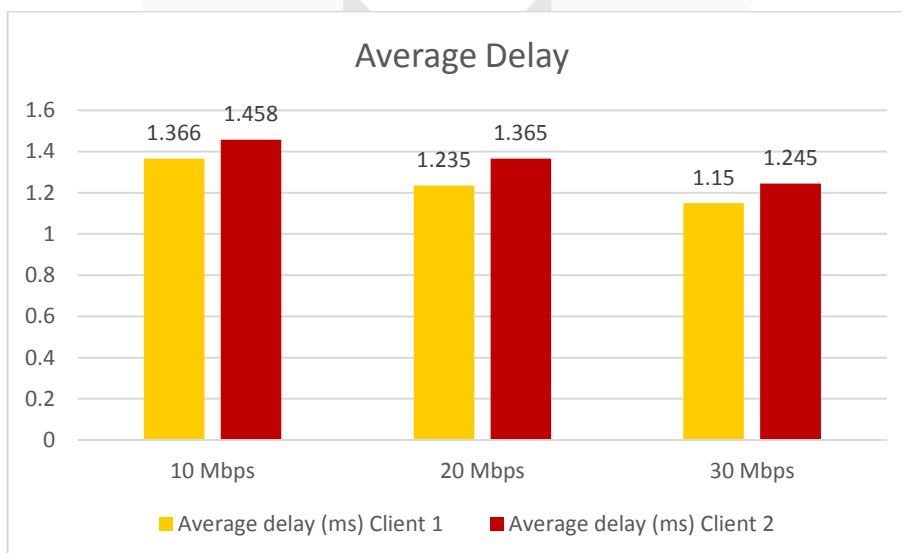
GAMBAR 3.8
THROUGHPUT RATA-RATA TERHADAP BANDWIDTH

Pada Grafik di Gambar 3.8 dapat dilihat bahwa alokasi bandwidth 30 Mbps memiliki nilai rata-rata throughput tertinggi sedangkan bandwidth 10 Mbps memiliki rata-rata throughput paling rendah. Dalam perbandingan throughput antara kedua client, nilai rata-rata throughput pada setiap bandwidth tidak berbeda jauh, dimana selisih antara client 1 yang merupakan laptop berspesifikasi medium memiliki nilai throughput yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan client 2 yang merupakan laptop low end, namun secara keseluruhan kedua client dapat menjalankan stream aplikasi parsec

pada setiap pengujian tanpa ada kendala jaringan..

Dengan mengamati kenaikan rata-rata throughput tersebut, dapat disimpulkan bahwa naiknya bandwidth dapat mempengaruhi rata-rata throughput pada sebuah koneksi jaringan. Jika bandwidth semakin besar maka jumlah packet yang dapat dikirim juga akan lebih banyak. Pengaruh bandwidth juga dapat dilihat pada kualitas gambar dari stream, dimana kualitas stream 20 Mbps dan 30 Mbps lebih terlihat jernih.

5. Hasil Pengukuran Delay terhadap bandwidth



GAMBAR 3.9
DELAY RATA-RATA

Terhadap Bandwidth

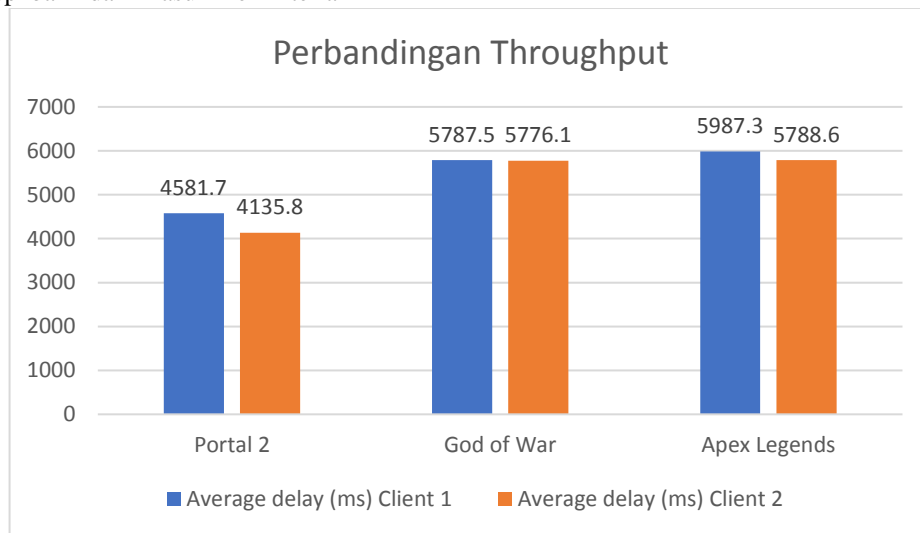
Berdasarkan Gambar 3.9, rata-rata delay terbesar ada pada bandwidth 10 Mbps dengan nilai

1,304 ms, pada bandwidth 20 Mbps terjadi penurunan delay menjadi 0,8376 ms dan pada bandwidth 30 Mbps, delay kembali turun ke nilai 0,788ms.

Berdasarkan data yang didapat, rata-rata delay akan terjadi penurunan jika ada kenaikan dari bandwidth. Dengan jarak antara server dan client sejauh 10 KM nilai delay yang dicapai oleh kedua client cukup baik dan masuk ke kriteria

sangat baik pada standar TIPHON, namun meskipun nilai rata-rata delay yang didapat masuk ke kriteria baik, delay masih dapat mempengaruhi performansi dan kualitas dari proses streaming game pada platform parsec.

6. Perbandingan Performansi terhadap Game Penguji



GAMBAR 3.10
PERBANDINGAN THROUGHPUT TERHADAP GAME PENGUJI

Berdasarkan Gambar 3.10, Apex Legends yang merupakan game online only memiliki rata-rata throughput yang paling tinggi yang bernilai 12414 Kbps. Portal 2 yang merupakan game single player, namun memiliki opsi multiplayer memiliki throughput sebesar 9567 Kbps dan throughput terkecil dimiliki oleh God of War yang merupakan game offline single player. Apex Legends yang merupakan game online only memiliki rata-rata throughput yang paling tinggi dengan nilai 5987 Kbps dan 5788,6. Throughput terkecil dimiliki oleh Portal 2 dengan nilai rata-rata 4581,7 kbps dan 4135,8 kbps, God of War yang merupakan game offline single player dengan perspektif third person mendapat nilai throughput rata-rata 5787,5 kbps dan 5776,1 kbps. Data tersebut membuktikan bahwa game yang memiliki fitur online akan memiliki nilai throughput yang lebih besar dari game offline single player. Interaktifitas seperti user input yang lebih banyak pada game online dapat mempengaruhi jumlah throughput.

Dalam menjalankan game online, sisi host juga harus terhubung ke server game online tersebut dengan stabil agar game dapat berjalan

lancar, hal tersebut juga membeberatkan host dari segi jaringan, sehingga delay dari game dan delay dari stream akan mempengaruhi pemain dari sisi client.

7. Analisis Performansi Bandwidth

Dalam percobaan streaming, device client terhubung pada router wifi dengan frequency band 2.4 GHz, sehingga kadang stream yang berjalan tidak stabil, sehingga pada saat melakukan streaming aplikasi parsec menganjurkan penggunaan router wifi 5GHz yang umumnya lebih sedikit terjadi interferensi dari device lain. Dalam bandwidth yang lebih kecil, seperti 10 Mbps, koneksi stream berjalan lebih stabil, namun kualitas kejernihan stream lebih kecil dibandingkan dengan bandwidth besar.

Selain itu, jika game yang di stream berjalan dengan framerate yang tinggi, akan terjadi peningkatan CPU usage pada host sehingga akan muncul input lag atau telatnya masukan input pemain dari device client ke host sehingga hasil stream game akan menjadi

sangat tidak nyaman karena pada stream tersebut juga sudah terdapat delay. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan bandwidth besar seperti 20 Mbps dan 30 Mbps diperlukan framerate limiter untuk membatasi framerate pada nilai 60fps agar terhindar dari input lag tersebut.

IV. KESIMPULAN

- A. Implementasi dari platform Parsec layak digunakan untuk media streaming untuk melakukan desktop sharing dan juga sebagai media stream cloud gaming pada sebuah virtual machine yang dihost pada sebuah server.
- B. Implementasi metode GPU Passthrough dapat dilakukan untuk memungkinkan sebuah GPU dapat dipartisi dan diakses oleh sebuah virtual machine.
- C. Perbandingan antara kinerja asli GPU dengan GPU Passthrough melalui VM dapat dilihat pada rata-rata framerate yang didapat, dimana rata-rata framerate yang dicapai bernilai 93 FPS pada resolusi 720p dan 72 FPS pada resolusi 1080p.
- D. Resolusi stream yang dijalankan oleh client akan mempengaruhi CPU usage client dimana kenaikan resolusi akan mempengaruhi CPU usage dikarenakan jumlah pixel yang bertambah jika resolusi naik, sedangkan alokasi RAM yang hanya naik kurang dari 10% bisa dibilang tidak terpengaruh oleh perubahan resolusi.
- E. Alokasi RAM tidak mempengaruhi performansi platform parsec, hal ini dibuktikan oleh client 2 yang hanya memiliki memori RAM 2GB mengalokasikan RAM hanya sebesar 135,6 MB atau 6,78% dari keseluruhan RAM
- F. Dengan rata-rata CPU Usage terbesar yang bernilai 10,38% pada resolusi 720p dan 15,23% pada resolusi 1080p, dan nilai GPU Usage dimana pada kedua client mencapai nilai diatas 30%, dapat disimpulkan CPU dan GPU merupakan komponen utama yang digunakan untuk menjalankan proses streaming pada Parsec.
- G. Spesifikasi dari VM seperti processor dan memory RAM dapat mempengaruhi kinerja GPU yang di passthrough, hal ini dapat mempengaruhi perbandingan rata-rata framerate, dimana pada host PC, didapatkan nilai 177 Fps untuk resolusi 720p dan 141 FPS untuk resolusi 1080p, dibandingkan dengan rata-rata pada VM, performansi asli dari GPU dapat mencapai angka rata-rata kurang lebih dua kali lipat dari jumlah framerate rata-rata yang didapat pada VM.
- H. Pengaturan Bandwidth dari stream Parsec dapat mempengaruhi throughput dan delay dengan nilai rata-rata throughput paling tinggi dan delay terkecil terdapat pada pengaturan bandwidth terbesar, Dengan nilai 6493 Kbps untuk throughput dan 1,1 ms untuk delay pada device client 1.
- I. Kualitas perangkat jaringan seperti router wifi dapat mempengaruhi kestabilan stream pada bandwidth besar.
- J. Framerate dapat mempengaruhi naiknya CPU Usage pada device host dan menyebabkan terjadinya input lag pada pengaturan bandwidth tinggi.
- K. Mode koneksi dan perspektif game dapat mempengaruhi throughput dengan rata-rata throughput yang lebih tinggi pada game dengan opsi multiplayer dibandingkan dengan game single player.

REFERENSI

- [1] Wenqing Ma and Jing Zhang "The Survey and Research on Application of Cloud Computing", The 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), 2012.
- [2] Wei Cai et al "A Survey on Cloud Gaming: Future of Computer Games", IEEE, 2016.
- [3] <https://blog-api.parsec.app/>, "Creative companies see huge potential in distributed teams", <https://blog-api.parsec.app/creative-companies-see-huge-potential-in-distributed-teams-84ba739faaec/> (accessed April 23, 2022).
- [4] Ryan Shea et al "Cloud Gaming: Understanding the Support From Advanced Virtualization and Hardware", IEEE, 2015.
- [5] <https://cloud.google.com/>, "What is a Virtual machine?", <https://cloud.google.com/learn/what-is-a-virtual-machine> (accessed April 6, 2022).
- [6] Torben Grodal "Video games and the Pleasures of Control", University of Copenhagen, Denmark, 2000.
- [7] Rickard Hagström "Frame That Matter: The Importance of Frame per Second in Games", Uppsala Universitet, 2015.