

QUALITY OF SERVICE ANALYSIS ON THE STEAM LINK PLATFORM AS AN ALTERNATIVE TO ONLINE GAMING TECHNOLOGY

ANALISIS QUALITY OF SERVICE PADA PLATFORM STEAM LINK SEBAGAI ALTERNATIF LAIN DARI TEKNOLOGI GAME ONLINE

Gabriel Patandung¹, Christine Dewi²
Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro No.52-60, Salatiga, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga, Jawa Tengah
Patandung0@gmail.com¹, Christine.dewi@uksw.edu²

Abstract - Cloud gaming is a modern gaming option that has emerged as a result of technological advancements, offering users the convenience of playing games without requiring high-end hardware. This study aims to analyze the Quality of Service (QoS) of the Steam Link platform as an alternative to traditional cloud gaming technology. The evaluation focuses on two types of clients—Android devices and laptops—using quantitative methods, benchmarking, and TIPHON standardization. The tested parameters include throughput, delay, frame rate, and the usage of CPU, GPU, and RAM. Experiments were conducted for 15 minutes across three game genres (FPS, Racing, and Open World), using resolutions of 720p and 1080p, and bandwidth levels of 30, 40, and 50 Mbps. Each scenario was tested three times. The host device used a PC with an Intel Core i5-6400 processor and GTX 1070 GPU, while the clients included a Xiaomi 12 smartphone and an Acer TravelMate i3-1115G4 laptop. Test results showed throughput ranging from 14.542 to 33.920 Mbps, delay between 1.382 and 1.721 ms, and frame rates stable between 30 and 60 FPS. CPU and RAM usage remained under 30%, indicating efficient performance. However, issues such as host stuttering and performance differences between clients were observed. According to TIPHON standards, both throughput and delay were rated as very good. With a stable 50 Mbps network connection, Steam Link proves to be a practical and affordable alternative for cloud gaming.

Keywords - Steam Link, Cloud Gaming, Quality of Service, Throughput, Delay.

Abstrak - Cloud gaming adalah salah satu opsi permainan baru yang muncul sebagai hasil dari kemajuan teknologi, yang memberikan kemudahan bermain game tanpa memerlukan perangkat keras yang kuat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Quality of Service (QoS) pada platform *Steam Link* sebagai alternatif teknologi cloud gaming. Evaluasi difokuskan pada dua jenis klien, yaitu perangkat Android dan laptop, dengan menggunakan metode kuantitatif, benchmarking, dan standarisasi TIPHON. Parameter yang diuji meliputi *throughput*, *delay*, *frame rate*, serta penggunaan CPU, GPU, dan RAM. Eksperimen dilakukan selama 15 menit pada tiga genre game (FPS, Racing, dan Open World), menggunakan resolusi 720p dan 1080p, serta bandwidth 30, 40, dan 50 Mbps. Masing-masing skenario diuji sebanyak tiga kali. Perangkat host menggunakan PC dengan prosesor Intel Core i5-6400 dan GPU GTX 1070, sedangkan klien terdiri dari smartphone Xiaomi 12 dan laptop Acer TravelMate i3-1115G4. Hasil pengujian menunjukkan *throughput* antara 14,542–33,920 Mbps, *delay* 1,382–1,721 ms, dan *frame rate* stabil di kisaran 30–60 FPS. Penggunaan CPU dan RAM berada di bawah 30%. Namun, beberapa kendala seperti stuttering pada host dan perbedaan performa antar klien masih ditemukan. Berdasarkan kriteria TIPHON, hasil *throughput* dan *delay* dikategorikan sangat baik. Dengan jaringan 50 Mbps yang stabil, *Steam Link* terbukti layak menjadi alternatif cloud gaming yang praktis.

Kata Kunci - Steam Link, Cloud Gaming, Quality of Service, Throughput, Delay.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi signifikan dalam industri game, termasuk munculnya cloud gaming sebagai alternatif baru dalam menikmati permainan digital. Cloud gaming memungkinkan pengguna memainkan game tanpa memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi, karena proses rendering dilakukan di server jarak jauh dan hasilnya dikirim melalui jaringan internet ke perangkat pengguna[1]. Salah satu tantangan dalam game online konvensional adalah kebutuhan perangkat dengan performa tinggi dan kapasitas penyimpanan besar, terutama untuk game dengan kualitas grafis tinggi dan ukuran file besar[2]. Dalam model konvensional ini, pengguna harus mengunduh dan menginstal aset serta logika permainan terlebih dahulu (dikenal sebagai game client) sebelum dapat memainkan game[3]. Berbeda dengan itu, cloud gaming menyederhanakan proses ini dengan memindahkan beban pemrosesan ke server. Meskipun menawarkan kepraktisan, cloud gaming juga menghadapi kendala, terutama dalam hal kualitas layanan jaringan (Quality of Service/QoS)[4]. Parameter seperti throughput, delay, framerate, dan kestabilan koneksi sangat memengaruhi pengalaman bermain. Dalam kondisi jaringan yang kurang stabil, pengguna dapat mengalami lag, stuttering, atau penurunan kualitas gambar secara drastis[5].

Steam Link hadir sebagai salah satu solusi cloud gaming lokal yang memungkinkan pengguna melakukan streaming game dari perangkat host ke perangkat klien seperti laptop dan smartphone[6]. Aplikasi ini memanfaatkan jaringan lokal, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap infrastruktur cloud eksternal. Namun, meskipun berbasis lokal, pengguna Steam Link tetap menghadapi sejumlah kendala. Masalah utama yang sering dialami antara lain gangguan koneksi internet, kecepatan jaringan yang tidak stabil, serta framerate rendah pada perangkat dengan spesifikasi menengah ke bawah. Stuttering pada host saat framerate tinggi juga berdampak langsung terhadap kenyamanan bermain di klien[7]. Selain kendala teknis, adopsi Steam Link juga relatif terbatas karena pengguna harus membeli game terlebih dahulu melalui platform Steam.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas layanan (QoS) pada platform Steam Link menggunakan pendekatan kuantitatif, benchmarking, dan standar TIPHON. Evaluasi dilakukan terhadap dua jenis klien—laptop dan perangkat Android—dengan fokus pada parameter throughput, delay, framerate, serta konsumsi sumber daya seperti CPU, GPU, dan RAM. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana analisis QoS dapat digunakan untuk mengukur kinerja Steam Link? (2) Apakah terdapat perbedaan performa antara client laptop dan Android? (3) Apakah genre game memengaruhi QoS pada Steam Link? dan (4) Apakah Steam Link berpotensi menggantikan layanan game online di masa depan?

II. SIGNIFIKASI STUDI

Penelitian ini memiliki kontribusi yang khas dalam konteks pengukuran Quality of Service (QoS) pada platform Steam Link sebagai alternatif teknologi cloud gaming lokal. Berbeda dengan studi sebelumnya yang umumnya berfokus pada layanan cloud gaming berbasis internet seperti Stadia, GeForce Now, atau PS Now yang mengandalkan server jarak jauh dan bandwidth besar, penelitian ini menguji performa Steam Link yang berbasis jaringan lokal (in-home streaming) pada perangkat Android dan laptop. Keunikan lain dari penelitian ini terletak pada pendekatan evaluasi komprehensif yang menggabungkan metode kuantitatif, benchmarking sistem, dan standarisasi TIPHON dalam mengukur parameter teknis seperti throughput, delay, framerate, serta konsumsi CPU, GPU, dan RAM. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan variabel genre game (FPS, Racing, dan Open World), serta membandingkan performa antar jenis klien, sesuatu yang jarang dieksplorasi secara sistematis dalam literatur sebelumnya.

Kontribusi utama dari studi ini adalah memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana perangkat keras klien dan genre game memengaruhi pengalaman cloud gaming melalui Steam Link. Hasil penelitian ini tidak hanya memperkuat temuan tentang pentingnya jaringan stabil, tetapi juga menekankan pentingnya efisiensi sumber daya lokal dalam menghadirkan pengalaman bermain yang optimal tanpa ketergantungan penuh pada cloud server eksternal.

A. *Studi Literatur*

Penelitian terdahulu yang pertama adalah “A Network Analysis on Cloud Gaming : Stadia, Geforce Now and PSNow”. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis aspek penting dari adanya layanan cloud gaming Stadia, GeForce Now dan PSnow. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa layanan layanan tersebut akan terus berkembang seiring dengan berkembangnya teknologi. Layanan-layanan mengalirkan data hingga 44 Mbit/s dimana jaringan seperti 4G akan kesusahan untuk memuat data-data tersebut [8], Penelitian terdahulu yang kedua adalah “Analisis QoS pada Akses Game Online Menggunakan Standar Tiphon”. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kualitas layanan internet dari keenam kartu seluler. Dari penelitian tersebut ditemukan bahwa berdasarkan standarisasi TIPHON, terdapat tiga kartu seluler menawarkan layanan internet yang cocok untuk bermain game online[9]. Penelitian terdahulu yang ketiga adalah, “Implementasi dan Analisis Mobile Cloud Gaming Menggunakan Moonlight Pada Perangkat Smartphone”. Tujuan penelitian ini adalah melakukan penelitian pada platform moonlight dengan membandingkan performa antara Android dan Iphone. Dari penelitian tersebut ditemukan bahwa, Moonlight dapat berjalan baik pada kedua perangkat smartphon[10]. Penelitian terdahulu yang keempat adalah, “Penerapan Cloud Computing Pada Game Untuk Mengoptimalkan Performa”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan teknologi cloud computing dalam pengembangan game multiplayer online guna mengoptimalkan performa dan meningkatkan skalabilitas infrastruktur. Melalui studi literatur, penelitian ini membahas bagaimana cloud computing dapat mengurangi beban pemrosesan di perangkat pengguna, mempercepat waktu respon, meningkatkan kualitas grafis, serta mengoptimalkan penyimpanan data game. Selain menyoroti berbagai keuntungan, artikel ini juga mengidentifikasi tantangan seperti biaya infrastruktur yang tinggi dan ketergantungan pada koneksi internet stabil, sehingga diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi pengembang dalam memanfaatkan cloud computing untuk meningkatkan pengalaman bermain game online [11].

B. *Landasan Teori*

1. *Cloud gaming*

Cloud gaming merupakan cara yang relatif baru untuk menikmati video game. Cloud gaming beroperasi dengan mengalirkan game dari pusat data ke perangkat dan layar milik konsumen. Hasilnya, konsumen tidak perlu membeli perangkat keras konsol apa pun untuk dapat berfungsi [12]. Kualitas pengalaman bermain game cloud dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor seperti kecepatan internet, latensi, dan kapasitas server [13].

2. *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service merupakan sekumpulan teknik dan mekanisme yang menjamin performansi dari jaringan komputer di dalam penyediaan layanan kepada aplikasi aplikasi di dalam jaringan komputer. Adapun dasar QoS yang digunakan adalah throughput dan delay. QoS dapat dianggap sebagai kapasitas untuk memberikan prioritas kepada pengguna atau pengguna akhir tertentu, program, dan aliran data [14].

3. *Wireshark*

Wireshark adalah aplikasi open-source untuk mengambil dan menganalisis data jaringan. Alat ini membantu memecahkan masalah jaringan dan dapat digunakan untuk pengujian perangkat lunak dengan membaca isi setiap paket data. Wireshark juga bisa mengungkap informasi penting seperti password email selama analisis kinerja jaringan [15].

4. *RivaTunerStatistic*

RivaTunerStatistic adalah sebuah aplikasi buatan Alexey Nicolaychuk yang dapat digunakan untuk mendapatkan data performa suatu aplikasi atau videogame.

5. *Steam Link*

Steam Link adalah sebuah aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk memainkan game secara cloud. Teknologi ini memanfaatkan host untuk melakukan streaming ke beberapa device.

6. *Delay*

Delay didefinisikan sebagai lamanya waktu yang diperlukan oleh paket data untuk sampai ke tujuan.

7. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Metode Penelitian

C. *Metode Penelitian*

1. *Metode Penelitian Standarisasi TIPHON*

Metode penelitian TIPHON atau Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks adalah standarisasi yang dapat digunakan untuk mengevaluasi parameter QOS. Standar tersebut dikeluarkan oleh badan standar ETSI atau European Telecommunications Standards Institute”.

2. *Metode Penelitian Kuantitatif*

Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang mengumpulkan dan menganalisis data berdasarkan jumlah data yang telah di kumpulkan. Metode ini berfokus pada data angka yang dapat diperoleh dari survey, analisis statistic dan lain lain.

3. *Metode Penelitian Benchmark dan Simulasi*

Metode penelitian benchmark dan simulasi adalah dua pendekatan yang sering digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan melakukan analisis perbandingan dalam berbagai bidang, terutama dalam konteks teknologi dan komputasi. Benchmarking bertujuan untuk menentukan kinerja optimal serta perbandingan dengan produk lainnya. Simulasi bertujuan untuk mengidentifikasi parameter dan melakukan percobaan untuk mendapatkan hasil yang dapat dianalisis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan beberapa konfigurasi yang akan di test pada aplikasi Steam Link :

- Resolusi yang digunakan pada platform Steam Link adalah 720p dan 1080p.
- Bandwidth yang di test berkisar 30 Mbps, 40 Mbps dan 50 Mbps,
- Resource yang akan di ujicoba adalah Ram Usage, CPU usage, GPU Usage dan Frame rate setiap game dengan kondisi setting tertentu
- Pengujian *Quality of Service* terdiri dari delay, dan throughput
- Pengujian tambahan lainnya adalah *frame rate* pada Host, client 1 dan client 2

Hasil penelitian ini didapatkan dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*, *RivaTuner Statistik* dan data performance log yang telah di sediakan oleh Steam Link. Berikut merupakan hasil pengukuran pada *Resource Usage* (CPU, GPU, RAM), *Quality of Service* (*Throughput*, *delay*), dan *Frame rate*.

1. Hasil Pengujian Resource Usage

Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan durasi permainan 5 menit untuk mengambil rata ratanya. Pengukuran dilakukan pada resolusi game yang berbeda yaitu 720p dan 1080p. CPU dan GPU tetap bekerja karena Steam Link menggunakan Hardware Encoding yang bertujuan untuk meningkatkan performa dan efisiensi game pada host ke client. Format encoding yang digunakan adalah *NVENC H264*. Berikut merupakan hasilnya :

Tabel I.
Hasil pengujian resource usage

Game	Resolusi	Client 1 Host	Client 2 Laptop	Client 3 Android
Counter Strike 2	720p	44%	13%	8%
The Witcher 3	720p	68%	14%	6%
Need For Speed Unbound	720p	53%	23%	10%
Counter Strike 2	1080p	47%	16%	8%
The Witcher 3	1080p	69%	24%	13%
Need For Speed Unbound	1080p	67%	22%	20%

Pada pemeriksaan penggunaan CPU antara Client 2 (Laptop) dan Client 3 (Android) menunjukkan berbagai pola berdasarkan data yang diperoleh saat bermain game di Steam Link pada resolusi 720p dan 1080p. Di semua judul yang diuji, termasuk NFS Unbound, The Witcher 3, dan Counter-Strike 2, Klien 2 secara konsisten menunjukkan penggunaan CPU yang lebih tinggi daripada Klien 3 pada kedua resolusi. Misalnya, Klien 2 menggunakan 13% sumber daya CPU di Counter-Strike 2 pada 720p, sedangkan Klien 3 menggunakan 8%. Pola ini berlaku untuk berbagai judul dan resolusi, termasuk NFS Unbound dan The Witcher 3, yang menunjukkan bahwa laptop memerlukan kecepatan prosesor yang lebih tinggi untuk menjalankan game-game ini melalui Steam Link.

Resolusi yang lebih tinggi seperti 1080p menyebabkan perbedaan penggunaan CPU menjadi lebih terlihat. Di The Witcher 3, misalnya, Klien 2 menggunakan 24% CPU sedangkan Klien 3 hanya menggunakan 13%. Demikian pula, NFS Unbound menggunakan lebih banyak daya CPU pada Klien 2 (22%) dibandingkan pada Klien 3 (20%). Hasil ini menyoroti bagaimana sumber daya CPU dipengaruhi oleh resolusi, dengan resolusi yang lebih tinggi memerlukan lebih banyak kekuatan pemrosesan untuk memastikan gameplay yang lancar dan fidelitas visual.

1) *Gpu usage*

Tabel II
Pengukuran Gpu Usage Pada Ketiga Client

Game	Resolusi	Client 1 Host	Client 2 Laptop	Client 3 Android
Counter Strike 2	720p	33%	22%	7%
The Witcher 3	720p	56%	15%	8%
Need For Speed Unbound	720p	63%	20%	6%
Counter Strike 2	1080p	42%	25%	9%
The Witcher 3	1080p	73%	16%	24%
Need For Speed Unbound	1080p	9%	11%	7%

Data dari sesi gameplay Steam Link dengan jelas menunjukkan bahwa, di berbagai judul dan resolusi, Klien 2 (Laptop) sering kali memerlukan lebih banyak penggunaan GPU daripada Klien 3 (Android). Meskipun penggunaan GPU Klien 3 tetap lebih rendah pada 9%, 11%, dan 7% untuk judul yang sama, penggunaan GPU Klien 2 mencapai puncaknya pada 25% untuk Counter Strike 2, 16% untuk The Witcher 3, dan 24% untuk NFS Unbound pada 1080p. Demikian pula, di setiap game yang diuji, konsumsi GPU Klien 2 pada resolusi 720p masih jauh lebih tinggi dibandingkan Klien 3.

2) *Ram usage*

Tabel III
Pengukuran ram usage pada ketiga client

Game	Resolusi	Client 2 Laptop	Client 3 Android
Counter Strike 2	720p	9%	3%
The Witcher 3	720p	9%	2%
Need For Speed Unbound	720p	9%	8%
Counter Strike 2	1080p	10%	5%
The Witcher 3	1080p	15%	2%
Need For Speed Unbound	1080p	12%	7%

Variasi signifikan dalam penggunaan RAM antara Klien 2 (Laptop) dan Klien 3 (Android) di berbagai game dan resolusi diungkapkan oleh data dari sesi gameplay Steam Link. Saat membandingkan Klien 2 (Laptop) dengan Klien 3 (Android), semua game yang diuji (Counter Strike 2, The Witcher 3, dan NFS Unbound) menunjukkan penggunaan RAM yang lebih besar secara konsisten pada resolusi 1080p. Misalnya, The Witcher 3 menggunakan 15% RAM laptop sedangkan Android hanya menggunakan 2%. Perbedaan ini menyoroti peningkatan kebutuhan sumber daya laptop, yang mungkin disebabkan oleh perangkat kerasnya yang lebih mumpuni yang ditujukan untuk game kelas atas. Di sisi lain, Client 3 (Android) menunjukkan manajemen sumber daya yang efektif, menjaga pengurangan penggunaan RAM sambil tetap memberikan pengalaman bermain game yang menyenangkan pada resolusi 1080p dan 720p. Selain itu, menganalisis penggunaan RAM pada berbagai resolusi lebih lanjut menyoroti tren kinerja. Kedua klien umumnya menunjukkan penurunan kebutuhan RAM pada 720p dibandingkan dengan 1080p, dengan Klien 3 (Android).

2. *Quality of Service (Throughput, Delay dan Jitter)*

Berikut merupakan hasil pengukuran QoS pada Host, client 1 dan client 2. Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan durasi permainan 3 menit untuk mengambil rata ratanya. Pengukuran dilakukan pada bandwidth berbeda yaitu 30, 40 dan 50 Mbps. Berikut merupakan hasilnya:

1) Hasil pengukuran throughput pada ketiga game

Tabel IV
Rata – rata throughput pada ketiga game

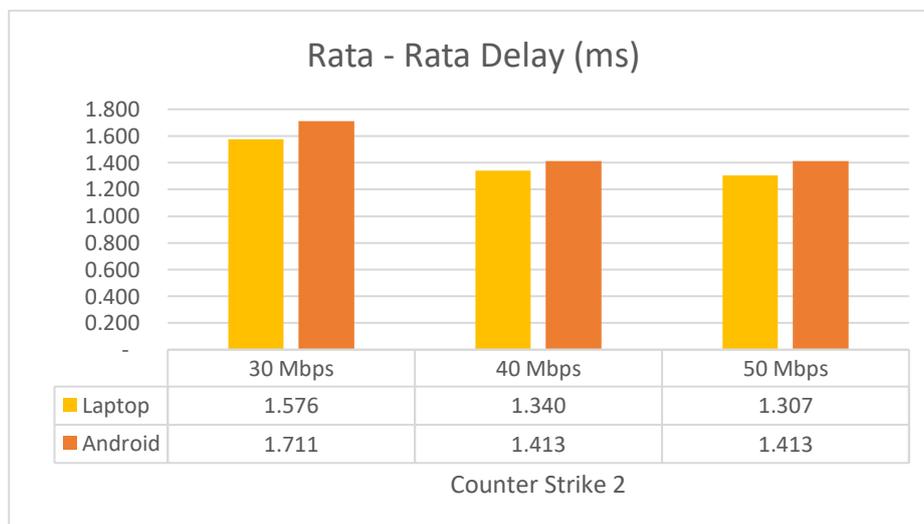
Bandwidth	CS 2 (Laptop)	CS 2 (Android)	NFS Unbound (Laptop)	NFS Unbound (Android)	The Witcher 3 (Laptop)	The Witcher 3 (Android)
30 Mbps	14.542	13.618	12.644	16.855	27.027	18.274
40 Mbps	26.754	33.920	16.103	22.849	30.053	20.428
50 Mbps	27.361	29.140	18.521	27.608	32.108	25.515

Tabel throughput menunjukkan perbedaan performa antara klien Laptop dan Android saat menjalankan tiga game berbeda pada berbagai tingkat bandwidth. Pada game Counter Strike 2, throughput klien Android mencapai 26.754 Mbps di 40 Mbps, sementara klien Laptop mencatat throughput lebih tinggi di 33.920 Mbps pada bandwidth yang sama. Menariknya, saat bandwidth masih di angka 30 Mbps, klien Android justru sedikit lebih cepat (14.542 Mbps) dibandingkan Laptop (13.618 Mbps). Namun, di bandwidth 50 Mbps, throughput Laptop mengalami penurunan menjadi 27.361 Mbps, sedangkan Android turun sedikit ke 29.140 Mbps.

Pada game Need For Speed Unbound, tabel menunjukkan bahwa di semua tingkat bandwidth yang diuji (30 Mbps, 40 Mbps, dan 50 Mbps), klien Laptop secara konsisten mengungguli klien Android. Hal ini menandakan bahwa NFS Unbound lebih optimal dimainkan di klien Laptop saat menggunakan platform Steam Link, baik pada bandwidth rendah maupun tinggi. Hal serupa juga terjadi pada game The Witcher 3, di mana klien Laptop menunjukkan throughput yang lebih besar pada semua level bandwidth. Dengan grafis yang lebih berat dan kebutuhan data yang lebih tinggi, The Witcher 3 menegaskan bahwa klien Laptop mampu mengelola throughput lebih baik dibandingkan klien Android.

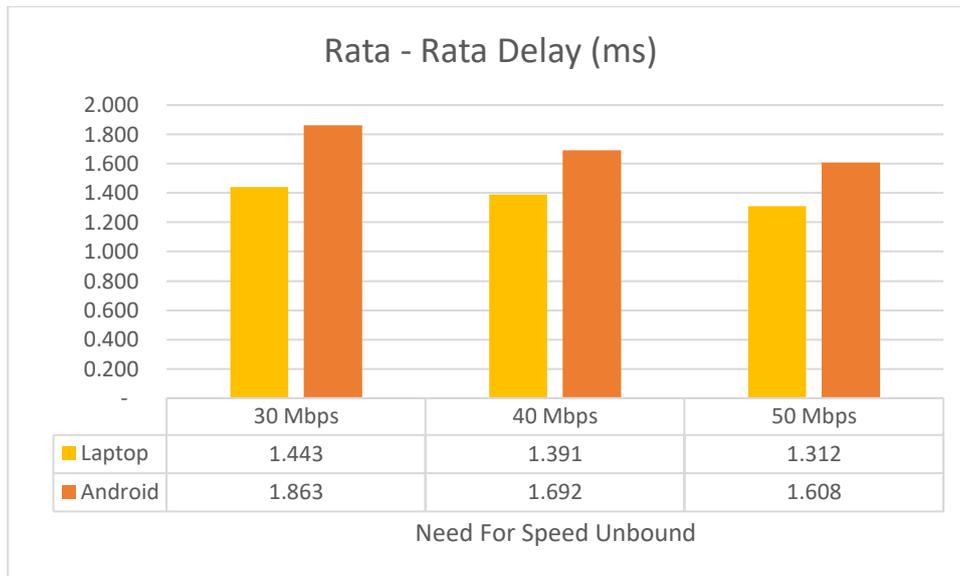
Hasil pengujian throughput ini mengindikasikan bahwa platform klien Laptop lebih stabil dan unggul dalam mengelola data saat bermain game menggunakan Steam Link, khususnya pada game dengan grafis berat seperti NFS Unbound dan The Witcher 3. Sementara itu, klien Android sesekali dapat mencatat throughput lebih tinggi di bandwidth menengah, namun cenderung mengalami ketidakstabilan saat bandwidth meningkat. Hal ini menjadi pertimbangan penting bagi pengguna yang ingin mendapatkan pengalaman streaming game yang optimal di jaringan lokal.

2) Hasil pengukuran delay pada ketiga game



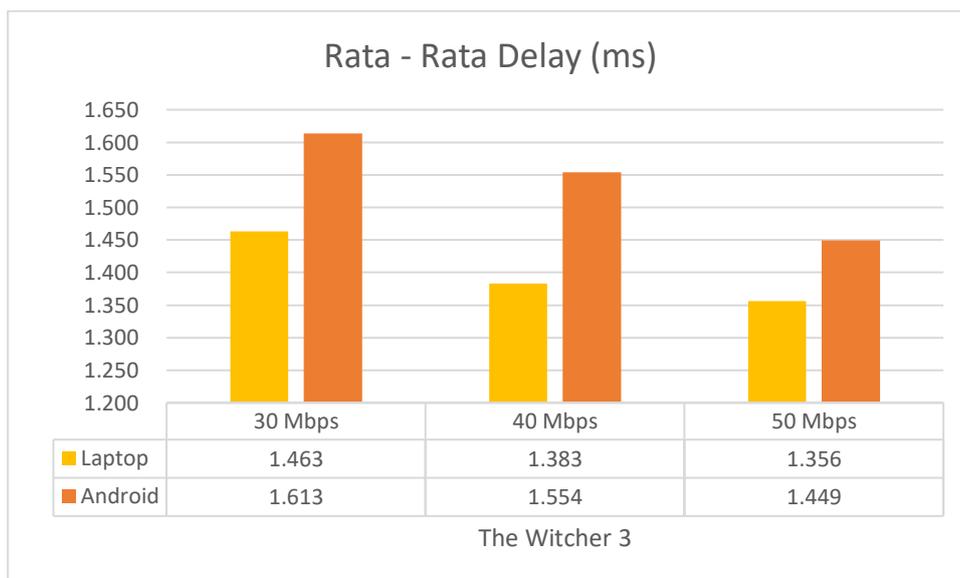
Gambar 1. Rata – rata delay pada game Counter Strike 2

Pada platform Android dan laptop, game CSGO 2 menunjukkan penurunan latensi yang stabil seiring dengan peningkatan throughput. Pengalaman bermain game yang lebih lancar dan respons yang lebih cepat ditunjukkan dengan berkurangnya penundaan yang dicatat bersamaan dengan throughput yang lebih tinggi.



Gambar 2. Rata – rata delay pada game NFS Unbound

Di kedua platform, Need For Speed Unbound juga menunjukkan penurunan latensi dengan throughput yang lebih tinggi. Pada setiap tingkat throughput, Android memiliki latensi yang lebih besar dibandingkan laptop, meskipun tren penurunan penundaan secara keseluruhan tetap dipertahankan.



Gambar 3 Rata – rata delay pada game The Witcher 3

Witcher 3 menunjukkan penurunan latensi yang signifikan seiring dengan peningkatan throughput di kedua platform. Pada setiap tingkat throughput, laptop sekali lagi menampilkan latensi yang lebih kecil dibandingkan perangkat Android, hal ini menunjukkan bahwa game tersebut mungkin memerlukan lebih banyak data atau lebih cocok untuk perangkat keras laptop.

3. *Frame rate*

Berikut merupakan hasil pengukuran Framerate pada Host, client 1 dan client 2. Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan durasi permainan 3 menit untuk mengambil rata ratanya. Pengukuran dilakukan pada 3 game dengan uji coba sebanyak tiga kali dengan genre masing masing. Pengukuran ini menggunakan pengaturan 1080p. Berikut merupakan hasilnya:

Tabel V
Rata rata frame rate

Game	Resolusi	Client 1 Host	Client 2 Laptop	Client 3 Android
Counter Strike 2	720p	60	60	60
The Witcher 3	720p	60	60	60
Need For Speed Unbound	720p	48	47	44
Counter Strike 2	1080p	60	60	59
The Witcher 3	1080p	59	55	53
Need For Speed Unbound	1080p	46	44	38

Melihat dari table di atas, data performa dari penggunaan Steam Link untuk memainkan NFS Unbound, The Witcher 3, dan Counter-Strike 2 menunjukkan bagaimana berbagai genre game dan platform perangkat keras berinteraksi untuk memengaruhi gameplay. FPS yang bergerak cepat Counter-Strike 2 menunjukkan ketergantungannya pada rendering cepat dan lingkungan sederhana untuk mempertahankan gameplay yang lancar pada frame per detik tinggi di semua perangkat, bahkan pada resolusi 1080p. Di sisi lain, karena kebutuhannya untuk menghasilkan grafik yang besar dan kaya, efek cuaca yang dinamis, dan lanskap yang luas dan realistis, The Witcher 3 sebuah permainan role-playing atau Open World yang luas menampilkan frame per detik yang lebih rendah di semua platform, khususnya perangkat Android.

Di antara ketiga genre tersebut, NFS Unbound yang merupakan game racing multiplayer memiliki FPS paling rendah, apalagi jika dimainkan pada resolusi 1080p di perangkat Android. Penekanan pada animasi yang cepat, pengaturan yang rumit, dan efek pencahayaan yang canggih dalam genre ini menempatkan banyak permintaan pada sumber daya GPU, yang biasanya lebih terbatas pada perangkat seluler dibandingkan pada PC dan laptop. Perbedaan frame per detik yang diamati antara game-game ini menunjukkan bagaimana desain game dan kemampuan perangkat keras berinteraksi untuk memengaruhi kinerja. Karena kemampuan CPU dan GPU yang unggul, PC dan laptop biasanya memberikan kinerja yang lebih stabil untuk semua game. Sebaliknya, perangkat seluler, meskipun masih mumpuni, mungkin akan lebih kesulitan mempertahankan frame rate tinggi yang stabil, terutama saat memainkan game yang lebih menuntut grafis seperti NFS Unbound dan The Witcher 3.

4. *Analisis pengukuran QoS menggunakan standarisasi TIPHON*

1) *Throughput*

Tabel VI
Pengukuran throughput sesuai dengan standar tiphon

Client	Game	Kategori	Throughput	Indeks
Client 1	Counter Strike 2	Sangat Bagus	22.886 Mbps	4
	Need For Speed Unbound	Sangat Bagus	15.756 Mbps	4
	The Witcher 3	Sangat Bagus	21.406 Mbps	4
Client 2	Counter Strike 2	Sangat Bagus	25.559 Mbps	4
	Need For Speed Unbound	Sangat Bagus	22.437 Mbps	4
	The Witcher 3	Sangat Bagus	29.729 Mbps	4

Tabel ini menunjukkan pengukuran throughput yang tepat dan peringkat indeks untuk Counter Strike 2, Need For Speed Unbound, dan The Witcher 3 pada dua klien. Klien 1 dan Klien 2. Klien 1 memiliki throughput yang lebih tinggi daripada Klien 2 di semua game. Misalnya pada Counter-Strike 2, Klien 1 memiliki throughput tertinggi sebesar 22,886 Mbps, sedangkan Klien 2 memiliki maksimum 25,559 Mbps. Need For Speed Unbound secara konsisten memiliki throughput tertinggi secara keseluruhan, dengan Klien 1 mencatat minimum 15,756 Mbps dan Klien 2 mencapai maksimum 22,437 Mbps.

2) Delay

Tabel VII
Pengukuran delay sesuai dengan standar tiphon

Client	Game	Kategori	Delay	Indeks
Client 1	Counter Strike 2	Sangat Bagus	1,512 ms	4
	Need For Speed Unbound	Sangat Bagus	1,721 ms	4
	The Witcher 3	Sangat Bagus	1,539 ms	4
Client 2	Counter Strike 2	Sangat Bagus	1,408 ms	4
	Need For Speed Unbound	Sangat Bagus	1,382 ms	4
	The Witcher 3	Sangat Bagus	1,401 ms	4

Berdasarkan table di atas, dapat disimpulkan bahwa semuanya mendapatkan kategori sangat bagus. Pengukuran delay untuk tiga game CSGO, NFS, dan The Witcher 3 menunjukkan tingkat kinerja berbeda dalam data yang disediakan. Dengan delay maksimum sebesar 1,408 ms untuk CSGO dan terendah sebesar 1,382 ms untuk NFS, Klien 2 selalu memiliki delay paling sedikit di semua game. Di sisi lain, Klien 1 menunjukkan penundaan yang jauh lebih besar; Delay maksimum untuk NFS adalah 1,721 ms, sedangkan delay terendah adalah 1,512 ms untuk CSGO. Meskipun Klien 2 memberikan pengalaman bermain game yang lebih baik karena waktu delay yang lebih rendah, kedua klien mempertahankan kinerja tingkat tinggi dengan indeks “4” di semua game, yang menunjukkan kondisi permainan yang sangat baik.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Steam Link mampu berjalan baik di perangkat laptop maupun Android, dengan performa stabil pada resolusi 720p dan 1080p, serta penggunaan CPU dan GPU yang relatif rendah (maksimal 30%). Frame rate pada klien cenderung mengikuti host, meskipun host terkadang mengalami stuttering, terutama saat menjalankan game berat seperti The Witcher 3 yang membutuhkan throughput tinggi. Game bergenre Open World dan Racing juga terbukti lebih membebani resource. Berdasarkan standar TIPHON, semua pengujian menunjukkan hasil throughput dan delay dengan indeks “sangat baik”. Meski demikian, performa Steam Link masih sangat bergantung pada kualitas jaringan. Oleh karena itu, disarankan pemanfaatan teknologi seperti Wi-Fi 6, edge computing, codec AV1/H.265, serta pengembangan model hybrid lokal-cloud. Dukungan lintas platform, antarmuka ramah pengguna, dan sistem distribusi game yang lebih fleksibel juga penting untuk meningkatkan daya saing dan adopsi Steam Link sebagai solusi cloud gaming yang efisien dan adaptif di masa depan.

REFERENSI

- [1] T. Tue, "Cloud Gaming Platforms: Their impact on the future of the video game industry," *Master's thesis, OsloMet-Storbyuniversitetet*, 2020, [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11250/2824063>
- [2] J. Rietveld, "Cloud Gaming Is Not A Distinct Market A Typology of Cloud Gaming Services and What It Means for Microsoft's Proposed Acquisition of Activision Blizzard," 2023.
- [3] F. Asri, A. Rizqa, and M. Maisura, "Implementasi Dan Analisis Cloud Gaming Skyegrid Pada Perangkat Android," *Cybersp. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, p. 59, 2020, doi: 10.22373/cj.v4i1.7092.
- [4] A. Wahab, N. Ahmad, M. G. Martini, and J. Schormans, "Subjective Quality Assessment for Cloud Gaming," *J.*, vol. 4, no. 3, pp. 404–419, 2021, doi: 10.3390/j4030031.
- [5] N. T. Prakash, Prithwiraj; Kumar and Neetha, "Cloud Gaming: Architecture and Performance," *ICACC*, vol. 8, no. 3, 2023, [Online]. Available: image processing, cloud gaming, interaction delay, image quality
- [6] H. Iqbal, A. Khalid, and M. Shahzad, "Dissecting Cloud Gaming Performance with DECAF," *Perform. Eval. Rev.*, vol. 50, no. 1, pp. 13–14, 2022, doi: 10.1145/3489048.3522628.
- [7] B. Baldovino, "An Overview of the Networking Issues of Cloud Gaming," *J. Innov. I nf. Technol. Appl.*, vol. 4, no. 2, pp. 120–132, 2022, doi: 10.35970/jinita.v4i2.1581.
- [8] A. Di Domenico, G. Perna, M. Trevisan, L. Vassio, and D. Giordano, "A Network Analysis on Cloud Gaming: Stadia, GeForce Now and PSNow," *Network*, vol. 1, no. 3, pp. 247–260, 2021, doi: 10.3390/network1030015.
- [9] B. Nakulo, C. B. Setiawan, R. Sahtyawan, and M. A. A. Al Badawi, "Analisis Quality of Service (QOS) pada Akses Game Online Menggunakan Standar Tiphon," *Teknomatika J. Inform. dan Komput.*, vol. 15, no. 1, pp. 17–22, 2021, doi: 10.30989/teknomatika.v15i1.1130.
- [10] N. W. Purba, I. R. Munadi, and S. Si, "Implementasi Dan Analisis Mobile Cloud Gaming Menggunakan Moonlight Pada Perangkat Smartphone Implementation and Analysis of Mobile Cloud Gaming Using Moonlight in Smartphone Device," vol. 7, no. 1, pp. 684–690, 2020.
- [11] I. N. Sadrif and I. Afrianto, "Penerapan Cloud Computing Pada Game Untuk Mengoptimalkan Performa," no. February, pp. 1–5, 2023.
- [12] P. Zimmermann, "Success Factors of Cloud-Gaming Services," p. 73, 2021.
- [13] S. Philip, C. Nasa, and Y. Sharma, "Cloud Gaming : Future of Computer Games," vol. 110078, 2021, [Online]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjE3p2Gwv39AhXGSGwGHQSbDu44KBAWegQICBAB&url=https%3A%2F%2Fcore.ac.uk%2Fdownload%2Fpdf%2F324199430.pdf&usg=AOvVaw2ADKfg21TgJvtXVyNNjm5f>
- [14] A. G. De Castro, F. L. Verdi, and C. E. Rothenberg, "CGReplay : Capture and Replay of Cloud Gaming Traffic for QoE / QoS Assessment," pp. 5–8, 2025.
- [15] P. Graff, X. Marchal, T. Cholez, B. Mathieu, and O. Festor, "Efficient Identification of Cloud Gaming Traffic at the Edge," *Proc. IEEE/IFIP Netw. Oper. Manag. Symp. 2023, NOMS 2023*, no. M1, 2023, doi: 10.1109/NOMS56928.2023.10154417.