

## Studi Komparatif Dampak Layanan Cloud Gaming terhadap Kinerja Jaringan Rumah Berbasis Ethernet dan WLAN

Falentino Firnanda<sup>1</sup>, Yoga Gymnasti Prama Putra<sup>2</sup>, Hesmi Aria Yanti<sup>3\*</sup>, Ahmad Fauzi Zayandra<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Informatika, Telkom University, Indonesia

<sup>1</sup>falentino@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>yogagymnastipp@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>hesmiariayanti@telkomuniversity.ac.id,

<sup>4</sup>fauzizay@student.telkomuniversity.ac.id

### Info Artikel

#### Riwayat Artikel:

Received 2025-06-25

Revised 2026-01-20

Accepted 2026-02-08

#### Corresponding Author:

Hesmi Aria Yanti

Email:

hesmiariayanti@telkomuniversity.ac.id



This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

**Abstract** – Cloud gaming has transformed the digital gaming landscape by offloading rendering and computational processes to cloud servers, enabling users to play resource-intensive games on low-specification devices. However, in practice, there remains a critical issue regarding differences in performance and stability of home network connections in supporting cloud gaming services, particularly between Ethernet and Wireless Local Area Network (WLAN) connections. This study aims to analyze the impact of cloud gaming services, using NVIDIA GeForce NOW as a case study, on the performance of home networks under two different configurations: high-speed Ethernet and low-speed WLAN. Network traffic data were captured in real time using Wireshark over a total of 18 hours of gameplay sessions conducted across three days for each network type. Quality of Service (QoS) parameters, including latency, jitter, packet loss, and throughput, were extracted and analyzed using Python-based scripts. The results indicate that Ethernet connections provide more stable latency and jitter, experience no packet loss, and deliver more consistent throughput. In contrast, WLAN exhibits higher variability in latency and jitter, with fluctuating and less stable throughput. These findings confirm that while both network types can support cloud gaming under certain conditions, Ethernet offers superior performance and consistency. This study contributes practical insights for selecting and optimizing home network configurations to ensure a more reliable and seamless cloud gaming experience.

**Keywords:** Cloud Gaming; GeForce Now; Quality of Service (QoS); Home Network; Network Performance.

**Abstrak** – Cloud gaming mengubah lanskap permainan digital dengan memindahkan proses rendering dan komputasi ke server cloud, memungkinkan pengguna memainkan game berat melalui perangkat dengan spesifikasi rendah. Namun, dalam praktiknya masih terdapat permasalahan terkait perbedaan performa dan stabilitas jaringan rumah dalam mendukung layanan cloud gaming, khususnya antara koneksi Ethernet dan Wireless LAN (WLAN). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak layanan cloud gaming dengan menggunakan platform NVIDIA GeForce NOW terhadap performa jaringan rumah pada dua konfigurasi berbeda, yaitu Ethernet berkecepatan tinggi dan WLAN berkecepatan rendah. Pengumpulan data dilakukan secara real-time menggunakan Wireshark selama total 18 jam sesi permainan yang tersebar dalam tiga hari untuk masing-masing jaringan. Parameter Quality of Service (QoS) seperti latensi, jitter, packet loss, dan throughput diekstraksi serta dianalisis menggunakan skrip Python. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koneksi Ethernet memberikan latensi dan jitter yang lebih stabil, tidak mengalami packet loss, dan menghasilkan throughput yang lebih konsisten. Sebaliknya, WLAN menunjukkan variabilitas yang lebih tinggi dalam latensi dan jitter, dengan throughput yang fluktuatif dan cenderung tidak stabil. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun kedua jenis jaringan dapat mendukung layanan cloud gaming dalam kondisi tertentu, koneksi Ethernet menawarkan performa dan konsistensi yang lebih unggul. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memberikan acuan pemilihan dan optimalisasi konfigurasi jaringan rumah untuk mendukung pengalaman bermain cloud gaming yang lebih andal.

**Kata Kunci:** Cloud Gaming, GeForce Now, Jaringan Rumah, Kinerja Jaringan, Quality of Service (QoS)

## I. PENDAHULUAN

Cloud gaming telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, dengan layanan seperti GeForce NOW dari Nvidia yang menjadi salah satu pemain utama di pasar. Layanan ini memungkinkan pengguna untuk memainkan game kelas atas pada hampir semua perangkat tanpa memerlukan perangkat keras yang mahal, dengan mengalihkan proses rendering game ke server cloud dan mengalirkan hasilnya sebagai video secara real-time [1].

Keberhasilan layanan cloud gaming sangat bergantung pada kualitas jaringan atau Quality of Service (QoS), yang mencakup parameter penting seperti bandwidth, latensi, jitter, dan packet loss. Berbeda dari game online konvensional yang hanya bertukar data masukan dan respons berukuran kecil, cloud gaming menuntut koneksi dengan

*throughput* tinggi dan stabilitas konsisten untuk menjamin kualitas visual serta responsivitas permainan. Sebagai standar, layanan seperti GeForce NOW mensyaratkan *bandwidth* minimum 15–20 Mbps disertai latensi yang rendah guna menghasilkan resolusi dan *frame rate* video yang optimal [1], [2].

Dalam konteks penelitian terdahulu, sejumlah studi telah mengkaji aspek teknis jaringan dan pengalaman pengguna dalam ekosistem *cloud gaming*. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa layanan *cloud gaming* memiliki karakteristik trafik jaringan yang kompleks, dengan kebutuhan *throughput* yang tinggi dan sensitivitas yang kuat terhadap gangguan jaringan, sehingga menempatkan jaringan sebagai komponen penting dalam menjaga kualitas layanan [1], [6], [12].

Dari perspektif pengalaman pengguna, berbagai penelitian telah mengembangkan dan membahas konsep *Quality of Experience* (QoE) pada *cloud gaming*. Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa persepsi kualitas layanan tidak hanya ditentukan oleh parameter teknis jaringan seperti latensi dan *packet loss*, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor subjektif pengguna, konteks penggunaan, serta interaksi pengguna dengan sistem secara keseluruhan [2].

Penelitian lain menekankan bahwa dampak kondisi jaringan terhadap QoE *cloud gaming* sangat bergantung pada karakteristik konten permainan. Hasil studi menunjukkan bahwa permainan dengan tempo cepat (*fast-paced*), seperti *First-Person Shooter* (FPS), memiliki tingkat sensitivitas yang lebih tinggi terhadap peningkatan latensi dibandingkan dengan permainan bertempo lambat atau berbasis giliran [3], [9], [11]. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa klasifikasi berdasarkan genre permainan saja masih bersifat terlalu umum, karena bahkan dalam satu permainan yang sama terdapat variasi kebutuhan jaringan antaradegan atau skenario permainan, misalnya antara fase pertempuran dan fase non-interaktif seperti menu atau persiapan permainan [4]. Pada kondisi jaringan yang tidak stabil, khususnya ketika beban trafik melampaui kapasitas *bandwidth* yang tersedia, variasi kebutuhan jaringan antar fase permainan tersebut dapat memperburuk performa layanan, yang ditandai dengan penurunan *throughput* serta peningkatan latensi, *jitter*, dan *packet loss*, sehingga mengindikasikan terjadinya kondisi overload pada jaringan [4], [5].

Meskipun penelitian-penelitian terdahulu telah memberikan pemahaman yang kuat mengenai pengaruh kondisi jaringan dan karakteristik konten terhadap QoE pada platform *cloud gaming*, sebagian besar studi dilakukan dalam lingkungan laboratorium yang terkontrol atau berfokus pada evaluasi subjektif berbasis persepsi pengguna, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan dinamika trafik dan ketidakstabilan jaringan yang terjadi pada penggunaan layanan *cloud gaming* di lingkungan jaringan rumah secara nyata [4], [10]. Kajian empiris yang mengevaluasi performa layanan *cloud gaming* dalam kondisi penggunaan jangka panjang di lingkungan jaringan rumah masih relatif terbatas, karena sebagian penelitian QoS sebelumnya lebih banyak berfokus pada layanan video streaming konvensional dibandingkan *cloud gaming* real-time [13].

Dalam praktiknya, jaringan rumah yang menggunakan koneksi kabel (Ethernet) maupun nirkabel (WLAN) memiliki karakteristik fluktuasi trafik, interferensi, dan ketidakstabilan yang sulit direpresentasikan secara akurat melalui simulasi atau pengujian sesaat. Selain itu, masih sedikit penelitian yang secara langsung membandingkan stabilitas kedua media transmisi tersebut dalam menghadapi trafik *cloud gaming* yang bersifat *real-time* dan fluktuatif pada kondisi penggunaan nyata. Permasalahan utama yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini adalah belum tersedianya analisis empiris berbasis data nyata yang membandingkan stabilitas dan performa koneksi Ethernet dan Wireless LAN (WLAN) dalam mendukung layanan *cloud gaming* pada lingkungan jaringan rumah.

Berdasarkan *gap* penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik QoS layanan NVIDIA GeForce NOW pada lingkungan jaringan rumah. Fokus utama penelitian diarahkan pada perbandingan performa jaringan dalam dua skenario koneksi yang berbeda, yaitu koneksi berkecepatan tinggi dan koneksi berkecepatan rendah. Analisis dilakukan dengan mengamati parameter QoS utama, meliputi latensi, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* selama sesi *gameplay* berlangsung, serta mengidentifikasi parameter yang paling signifikan memengaruhi kestabilan layanan *cloud gaming*.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah penyajian hasil berbasis data mengenai pengaruh kualitas jaringan rumah terhadap performa layanan *cloud gaming*, khususnya GeForce NOW. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis bagi pengguna dalam menentukan konfigurasi jaringan yang optimal untuk *cloud gaming*, sehingga gangguan visual, penurunan respons kontrol, dan ketidakstabilan sesi permainan dapat diminimalkan selama proses bermain. Selain itu, temuan mengenai perbandingan karakteristik trafik antara koneksi Ethernet dan WLAN diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan serta evaluasi QoS dan QoE yang lebih akurat pada platform *cloud gaming* di masa mendatang.

Kebaruan utama dari penelitian ini terletak pada penerapan metode pengujian *real-time* multi-hari yang dilakukan secara langsung pada lingkungan jaringan rumah dengan menganalisis trafik UDP spesifik dari layanan NVIDIA GeForce NOW. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada evaluasi QoS berbasis simulasi, pengujian laboratorium, atau studi pada platform streaming yang berbeda seperti Steam Link dan layanan video *streaming* konvensional [12], [13], penelitian ini mengombinasikan penangkapan paket jaringan menggunakan Wireshark dan analisis statistik berbasis Python untuk mengevaluasi parameter QoS secara objektif dalam kondisi penggunaan nyata. Pendekatan ini memungkinkan pengamatan fluktuasi performa jaringan secara lebih representatif

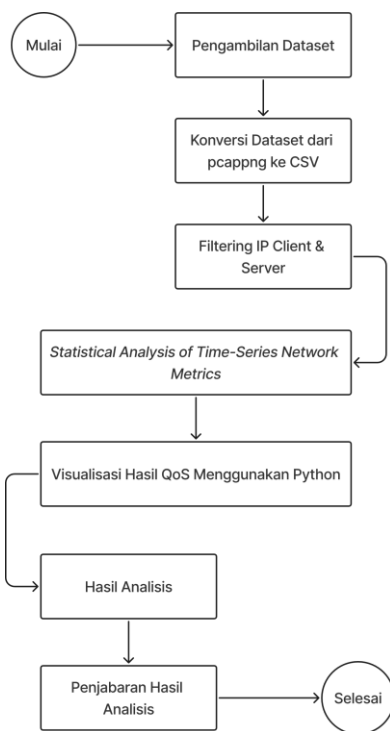
serta memberikan kontribusi empiris terhadap studi *cloud gaming* pada lingkungan jaringan rumah yang masih relatif terbatas dalam literatur sebelumnya.

## II. METODE

Bagian ini menyajikan metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi dampak *cloud gaming* pada kinerja jaringan rumah. Hal tersebut mencakup pengaturan eksperimental, lingkungan pengujian, pengumpulan data menggunakan Wireshark, dan model evaluasi berbasis *Quality of Service* (QoS).

### A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental komparatif untuk menyelidiki pengaruh kondisi jaringan internet rumah tangga yang berbeda terhadap *Quality of Service* (QoS) yang dialami saat menggunakan *cloud gaming*. Layanan *cloud gaming* yang digunakan dalam penelitian ini adalah NVIDIA GeForce NOW, yang memanfaatkan arsitektur *thin-client*. Pada sistem tersebut, semua pemrosesan dan rendering *game* dijalankan di *cloud*, sementara aliran video yang dihasilkan akan dikirimkan ke perangkat pengguna dan input dari pengguna dikirimkan kembali ke server. Mengingat betapa pentingnya pertukaran data yang lancar dan stabil dalam pengalaman bermain *game*, kualitas jaringan lokal pengguna, terutama pada berbagai kondisi *bandwidth*, dapat menjadi faktor penentu yang signifikan terhadap pengalaman bermain *game* [6]. Rincian penelitian yang dilakukan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart metode penelitian

Metodologi penelitian ini dirancang untuk secara sistematis mengevaluasi performa QoS dari sesi *cloud gaming* pada dua jenis lingkungan jaringan perumahan. Prosesnya dimulai dengan pengumpulan data trafik jaringan selama bermain *game* menggunakan Wireshark, yang menangkap pertukaran paket lengkap dalam format pcapng selama tiga jam per hari selama tiga hari berturut-turut untuk setiap jenis jaringan. Setelah akuisisi data, file pcapng dikonversi ke dalam format *csv* untuk memfasilitasi pemrosesan dan analisis lebih lanjut menggunakan Python. Kumpulan data tersebut kemudian difilter untuk mengisolasi hanya paket yang relevan, khususnya yang ditransmisikan melalui protokol UDP antara klien dan server GeForce NOW, menggunakan penyaringan berbasis IP. Langkah ini memastikan bahwa hanya trafik yang terkait langsung dengan sesi *cloud gaming* yang dipertahankan. Selanjutnya, kumpulan data yang difilter menjalani analisis deret waktu statistik, dengan fokus pada parameter QoS utama termasuk *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Metrik ini dihitung menggunakan skrip Python khusus dan pustaka pemrosesan data standar. Setelah dihitung, hasilnya divisualisasikan melalui diagram garis dan boxplot, yang memungkinkan perbandingan antara sesi Ethernet dan *Wireless LAN* (WLAN) selama beberapa hari. Data yang divisualisasikan menjadi dasar interpretasi analitis, di mana tren, anomali, dan pola kinerja diperiksa. Akhirnya,

hasilnya diuraikan dan didiskusikan dalam konteks kondisi *cloud gaming* di dunia nyata untuk mengidentifikasi kekuatan dan keterbatasan setiap konfigurasi jaringan, yang mengarah pada kesimpulan dan rekomendasi yang berarti.

**B. Pengaturan Jaringan**

Percobaan dilakukan pada dua konfigurasi internet berbeda yang terletak di lingkungan perumahan yang terpisah. Lingkungan pertama menggunakan koneksi Ethernet berkecepatan tinggi, sedangkan lingkungan kedua menggunakan koneksi *Wireless LAN* (WLAN/Wi-Fi) berkecepatan rendah. Kedua konfigurasi ini dipilih untuk mencerminkan variasi umum dalam infrastruktur jaringan rumah tangga, dengan maksud untuk mengamati kontras dalam perilaku jaringan di bawah *bandwidth* yang optimal dan terbatas. Setiap koneksi diverifikasi menggunakan <https://www.speedtest.net/> sebelum setiap sesi perekaman. Rincian konfigurasi dirangkum dalam Tabel 1.

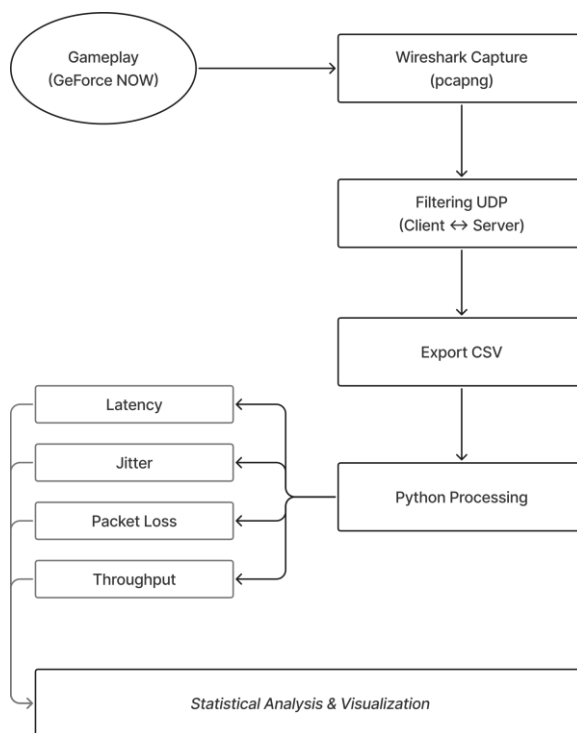
TABEL 1  
 PERBANDINGAN LINGKUNGAN PENGUJIAN

Parameter	Lingkungan A (Ethernet)	Lingkungan B (WLAN)
Koneksi	Ethernet (LAN kabel)	Wi-Fi (WLAN 2.4 GHz)
Kecepatan Unduh	50 Mbps (diukur melalui speedtest)	5 Mbps (diukur melalui speedtest)
Kecepatan Unggah	30 Mbps	5 Mbps
Durasi Tes Harian	3 jam	3 jam
Total Durasi Tes	3 hari x 3 jam = 9 jam per lingkungan (total 18 jam)	
Alat Pemantauan	Wireshark	

**C. Pengumpulan Data**

Trafik jaringan selama sesi *cloud gaming* ditangkap menggunakan Wireshark, sebuah penganalisis paket open-source yang memungkinkan pemantauan trafik jaringan secara *real-time*. Pada setiap sesi, layanan NVIDIA GeForce NOW digunakan untuk memainkan game yang telah ditentukan secara kontinu selama tiga jam. Proses ini dilakukan selama tiga hari pada masing-masing jenis jaringan, sehingga menghasilkan total 18 jam data trafik jaringan.

Seluruh paket yang terekam disimpan dalam format pcapng, kemudian difilter untuk mengisolasi trafik UDP dua arah antara klien dan server GeForce NOW. Data hasil penyaringan selanjutnya diekspor ke dalam format CSV untuk memudahkan proses analisis menggunakan Python. Alur pengumpulan dan pengolahan data QoS ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alur proses pengumpulan, penyaringan, dan analisis data QoS pada sesi *cloud gaming*

Estimasi latensi dilakukan dengan memasangkan paket permintaan dari klien dengan paket respons yang sesuai dari server berdasarkan urutan waktu. Selisih waktu antar pasangan paket tersebut dihitung sebagai nilai latensi. Untuk mengurangi *noise* dan *outlier*, hanya nilai latensi dalam rentang 0 hingga 1 detik yang dipertahankan. *Jitter* dihitung sebagai selisih absolut antara nilai latensi yang berurutan dalam urutan temporal, yang merepresentasikan variabilitas waktu kedatangan paket.

Analisis *packet loss* dilakukan dengan membandingkan jumlah total paket yang dikirim dan diterima selama setiap sesi berdasarkan alamat IP sumber dan tujuan. Sementara itu, *throughput* dihitung dengan mengakumulasi total ukuran paket yang diterima dalam interval satu detik dan mengonversinya ke satuan Megabit per detik (Mbps). Seluruh metrik QoS dianalisis secara statistik dan divisualisasikan untuk membandingkan performa jaringan Ethernet dan WLAN.

#### *D. Justifikasi Metodologis*

Metrik yang dipilih konsisten dengan penelitian sebelumnya yang memodelkan kinerja *cloud gaming* menggunakan indikator teknis. Latensi dan *jitter* diketahui berdampak pada responsifitas input dan stabilitas *streaming* [7], [8]. Sedangkan *packet loss* berkorelasi kuat dengan degradasi visual dan interaktivitas yang terganggu [9]. *Throughput* berfungsi sebagai *proxy* untuk adaptasi pengkodean video sistem di bawah batasan *bandwidth* [10]. Desain ini juga didukung oleh kerangka kerja evaluasi *Quality of Experience* (QoE) yang menghubungkan metrik ini dengan pengalaman pengguna, serta studi validasi subjektif dengan menggunakan kondisi eksperimental yang terkendali [11].

Penelitian ini mengikuti model evaluasi berbasis *Quality of Service* (QoS), di mana parameter teknis seperti latensi, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* digunakan untuk menyimpulkan dampak *cloud gaming* terhadap pengalaman pengguna. Model ini mengacu pada kerangka kerja QoE yang telah banyak dibahas dalam literatur terkait [9], [10]. Proses analisis tidak melibatkan survei pengguna, tetapi sepenuhnya bergantung pada perilaku jaringan yang terukur untuk menarik kesimpulan tentang kualitas layanan.

Secara singkat, kombinasi antara pengujian multi-hari yang terkontrol, konfigurasi jaringan yang kontras, dan pemantauan trafik yang mendalam memberikan pendekatan yang komprehensif untuk mengevaluasi dampak nyata layanan *cloud gaming* terhadap jaringan rumah. Metodologi ini memungkinkan perbandingan yang dapat diandalkan antar lingkungan jaringan dan menghasilkan data objektif untuk menilai pengaruh *bandwidth* serta jenis koneksi terhadap performa *cloud gaming*.

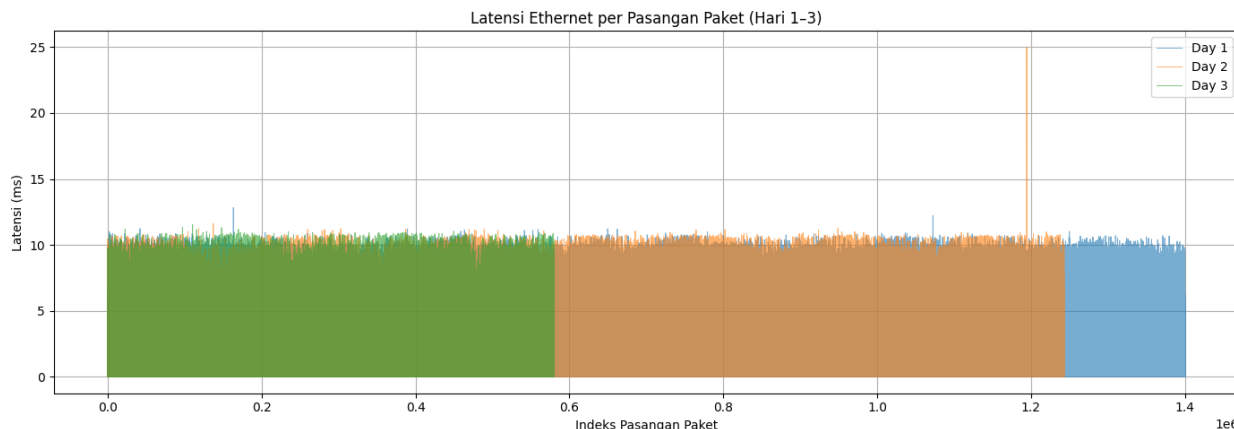
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil yang diperoleh dari evaluasi eksperimental kinerja *cloud gaming* pada dua konfigurasi jaringan perumahan yang berbeda: Ethernet berkecepatan tinggi dan *Wireless LAN* (WLAN) berkecepatan rendah. Berbagai metrik *Quality of Service* (QoS) dianalisis, termasuk latensi, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*, untuk menilai bagaimana kondisi jaringan memengaruhi pengalaman pengguna saat menggunakan layanan *cloud gaming*. Pembahasan disusun berdasarkan metrik, dengan setiap subbagian menjelaskan temuan yang didukung oleh visualisasi dan interpretasi komparatif antara dua lingkungan.

#### *A. Evaluasi Kinerja Latensi dalam Berbagai Kondisi Jaringan*

Latensi berfungsi sebagai salah satu parameter paling penting dalam menilai daya tanggap sistem *cloud gaming*. Dalam penelitian ini, latensi diperkirakan dengan menghitung perbedaan waktu antara paket keluar yang dikirim dari klien ke server dan respons yang masuk. Pengukuran dilakukan dalam dua pengaturan jaringan perumahan yang berbeda, yaitu Ethernet berkecepatan tinggi dan *Wireless LAN* (WLAN) berkecepatan rendah. Setiap jenis jaringan diuji selama tiga hari terpisah, dengan setiap sesi berlangsung selama tiga jam, sehingga menghasilkan total 18 jam trafik permainan yang ditangkap per jenis jaringan.

Data yang diambil kemudian dianalisis untuk memvisualisasikan tren latensi di semua sesi. Latensi per pasangan paket selama tiga hari untuk koneksi berbasis Ethernet ditampilkan pada Gambar 3.



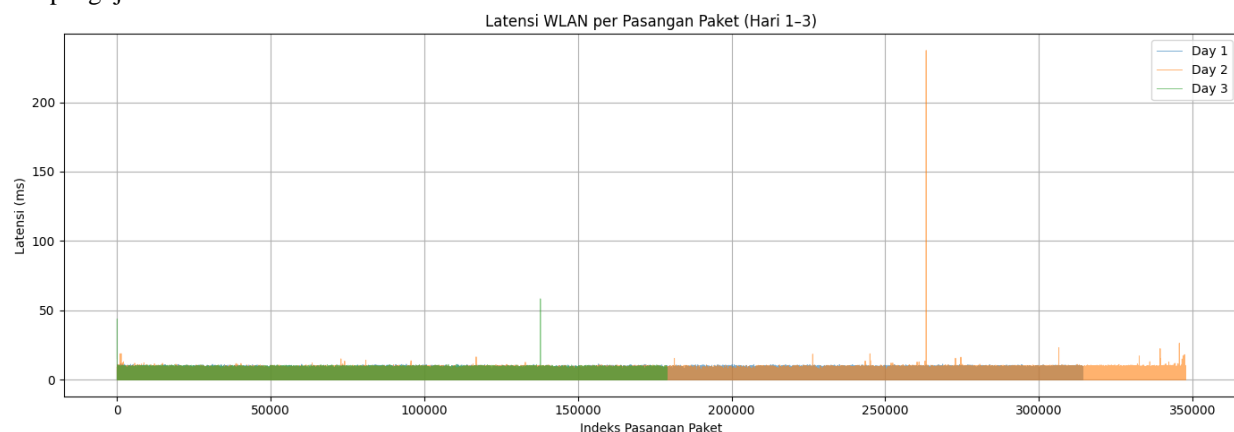
Gambar 3. Latensi per pasangan paket selama sesi Ethernet pada hari 1–3

Gambar 3 mengilustrasikan pengukuran latensi untuk koneksi Ethernet selama tiga hari pengujian berturut-turut. Sumbu x mewakili indeks sekuensial dari setiap pasangan paket yang diambil selama sesi permainan, sedangkan sumbu y menunjukkan latensi dalam milidetik (ms) untuk setiap pasangan. Data tersegmentasi menjadi tiga wilayah berwarna berbeda, yaitu bagian hijau (paling kiri) sesuai dengan hari ke-1, bagian oranye mewakili hari ke-2, dan bagian biru di sebelah kanan menunjukkan hari ke-3. Segmen-segmen ini mencerminkan alur kronologis dari garis waktu percobaan, dengan masing-masing segmen mencakup sekitar 3 jam data permainan.

Plot menunjukkan bahwa nilai latensi untuk Ethernet tetap dikelompokkan secara ketat antara sekitar 9 hingga 12 milidetik, dengan sebagian besar titik data membentuk pita horizontal yang padat. Pola ini menyiratkan bahwa waktu yang dibutuhkan paket data untuk melakukan perjalanan dari klien ke server dan sebaliknya tetap sangat konsisten. Kestabilan latensi pada tingkat ini sangat diinginkan dalam *cloud gaming*, karena memastikan bahwa input pemain dan respons server ditransmisikan dengan penundaan minimal. Hanya satu anomali singkat yang terlihat selama hari ke-2, di mana lonjakan mencapai sekitar 25 ms, tetapi ini terisolasi dan tidak memengaruhi tren secara keseluruhan.

Dalam konteks jaringan, latensi di bawah 20 ms dianggap sangat baik untuk aplikasi interaktif, khususnya layanan *real-time* seperti *cloud gaming*. Konsistensi yang diamati selama tiga hari menegaskan bahwa Ethernet menyediakan koneksi yang sangat andal dan latensi rendah, yang sangat penting untuk menjaga kelancaran permainan, kontrol yang responsif, dan penundaan visual yang minimal. Tidak adanya lonjakan atau volatilitas yang sering terjadi semakin mendukung kesimpulan bahwa Ethernet mampu menangani permintaan *cloud gaming* dalam waktu yang lama tanpa penurunan *Quality of Service* (QoS).

Sebaliknya, Gambar 4 menampilkan perilaku latensi trafik *cloud gaming* melalui koneksi WLAN selama tiga hari pengujian berturut-turut.



Gambar 4. Latensi per pasangan paket selama sesi WLAN pada hari 1–3

Seperti halnya visualisasi Ethernet, sumbu x mewakili indeks pasangan paket berurutan, sedangkan sumbu y menunjukkan latensi yang diukur dalam milidetik (ms). Plot dibagi berdasarkan warna untuk membedakan sesi setiap hari, yakni hijau untuk hari ke-1, oranye untuk hari ke-2, dan biru untuk hari ke-3, disusun dari kiri ke kanan sesuai dengan urutan pengumpulan data.

Sekilas, latensi rata-rata dalam WLAN tampaknya berada dalam kisaran yang sama dengan Ethernet, berkisar antara 9 dan 12 ms untuk sebagian besar data yang diambil. Namun, jika diamati lebih dekat, latensi WLAN jauh lebih tidak stabil. Dibandingkan dengan pola padat dan seragam yang terlihat pada Gambar 3, Gambar 4 menunjukkan lonjakan yang sering terjadi dan pencilan yang tersebar, terutama pada hari ke-2, di mana satu pencilan ekstrim mencapai di atas 230 ms. Ketidakteraturan ini sangat mengindikasikan adanya gangguan WLAN yang terputus-putus, seperti gangguan, penurunan sinyal, atau kemacetan dari perangkat atau jaringan lain di sekitarnya.

Tidak adanya pita yang padat secara konsisten seperti pada plot Ethernet menunjukkan bahwa pengiriman paket melalui WLAN kurang seragam, dengan peningkatan penundaan yang terputus-putus. Meskipun penyimpangan ini tidak selalu terjadi pada frekuensi tinggi, namun cukup signifikan sehingga berpotensi menyebabkan gangguan pada responsivitas permainan, terutama dalam skenario *real-time*. Pola keseluruhan menegaskan bahwa WLAN, meskipun mampu mendukung *cloud gaming*, lebih rentan terhadap ketidakstabilan latensi dibandingkan dengan Ethernet, terutama dalam penggunaan intensif data yang terus menerus.

Ringkasan numerik karakteristik latensi di semua sesi ditunjukkan pada Tabel 2. Koneksi Ethernet menghasilkan lebih dari satu juta sampel latensi per hari dengan nilai rata-rata antara 2,42 dan 2,60 ms. Latensi tertinggi yang tercatat hanya kurang dari 25 ms, yang mengindikasikan penundaan yang rendah secara konsisten dan keandalan yang kuat. Di sisi lain, lingkungan WLAN mengumpulkan lebih sedikit sampel karena *bandwidth* yang terbatas dan menunjukkan variabilitas latensi yang lebih besar. Meskipun latensi rata-rata berkisar antara 2,61 hingga 2,73 ms, hanya sedikit lebih tinggi daripada Ethernet, nilai latensi maksimum secara signifikan lebih besar, mencapai lebih dari 237 ms dalam satu sesi.

TABEL 2  
RINGKASAN LATENSI PER SESI

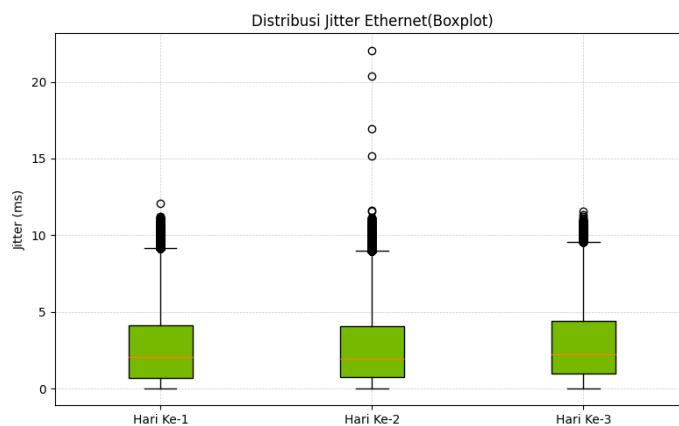
Jenis Jaringan	Hari Ke-	Jumlah Pasangan Paket	Rata-rata Latensi (ms)	Latensi Minimal (ms)	Latensi Maksimal (ms)
Ethernet	1	1.400.136	2,46	0,00	12,83
	2	1.242.894	2,42	0,00	24,98
	3	580.220	2,60	0,00	11,55
Wireless LAN	1	314.287	2,73	0,00	11,47
	2	347.780	2,67	0,00	237,30
	3	178.900	2,61	0,00	58,36

Di bagian Ethernet, total pasangan paket yang ditangkap per sesi secara signifikan lebih tinggi, dengan lebih dari 1,4 juta paket yang tercatat pada hari ke-1 saja. Nilai latensi rata-rata tetap rendah secara konsisten, berkisar antara 2,42 ms hingga 2,60 ms. Khususnya, semua sesi pada Ethernet menunjukkan latensi minimum 0,00 ms, yang dapat mewakili paket yang ditransmisikan dengan penundaan yang dapat diabaikan karena kondisi transmisi yang optimal. Latensi maksimum pada Ethernet mencapai 24,98 ms pada hari ke-2, meskipun sebagian besar puncaknya tetap di bawah 13 ms. Nilai-nilai ini mengonfirmasi bahwa Ethernet memberikan kinerja latensi yang sangat stabil dan dapat diprediksi yang cocok untuk *cloud gaming*.

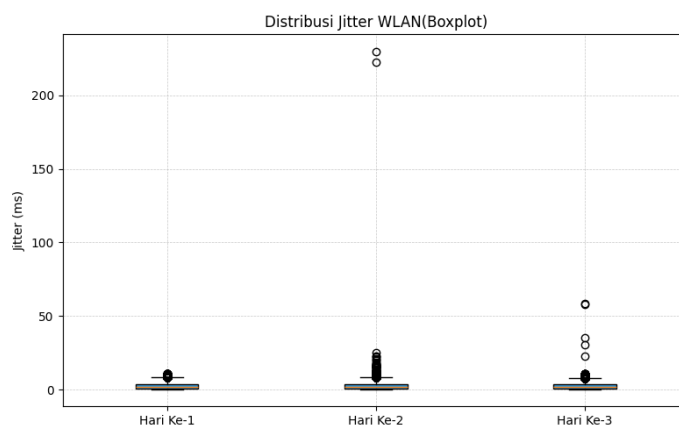
Sebaliknya, hasil WLAN menunjukkan profil yang sangat berbeda. Meskipun nilai latensi rata-rata sedikit lebih tinggi-antara 2,61 ms dan 2,73 ms, jumlah total pasangan paket secara signifikan lebih rendah, yang mengindikasikan kemungkinan variasi volume trafik atau pemfilteran paket karena transmisi *wireless* yang kurang konsisten. Nilai latensi maksimum sangat menonjol: hari ke-2 mencapai puncak 237,30 ms, dan hari ke-3 menunjukkan lonjakan 58,36 ms. Nilai yang tinggi ini menunjukkan bahwa lonjakan latensi lebih sering terjadi pada WLAN, kemungkinan disebabkan oleh gangguan sinyal, perebutan *bandwidth*, atau faktor lingkungan yang mempengaruhi komunikasi *wireless*. Secara keseluruhan, meskipun kedua jenis jaringan memberikan latensi rata-rata yang sama, perbedaan dalam nilai maksimum menyoroti ketidakstabilan WLAN, memperkuat keuntungan menggunakan Ethernet untuk aplikasi yang peka terhadap latensi seperti *cloud gaming*.

#### B. Distribusi Jitter dalam Berbagai Kondisi Jaringan

*Jitter* mewakili variabilitas dalam waktu kedatangan paket dan secara signifikan dapat memengaruhi kualitas *cloud gaming* dengan menyebabkan *frame stuttering* atau ketidakkonsistenan pemutaran. Pola *jitter* yang konsisten sangat penting untuk menjaga kelancaran *streaming* waktu nyata, terutama dalam *game* yang bergerak cepat. Distribusi *jitter* yang terekam dari pengujian jaringan Ethernet dan *Wireless LAN* (WLAN) selama tiga hari diilustrasikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Distribusi *jitter* Ethernet selama tiga hari dalam tampilan boxplot



Gambar 6. Distribusi *jitter* WLAN selama tiga hari dalam tampilan boxplot

Gambar 5 menunjukkan distribusi *jitter* untuk koneksi Ethernet selama tiga hari pengujian terpisah, divisualisasikan menggunakan boxplot. Setiap boxplot menunjukkan variasi penundaan antara paket-paket yang berurutan selama sesi permainan selama tiga jam. Kotak hijau menunjukkan rentang interkuartil, dengan garis horizontal di dalam kotak mewakili nilai median. Hasilnya menunjukkan bahwa *jitter* pada sesi Ethernet tetap rendah secara konsisten dan dikelompokkan secara ketat. Median *jitter* untuk ketiga hari berada di antara 2 dan 3 milidetik, dengan lebar kotak yang relatif sempit yang mencerminkan variabilitas yang rendah. Meskipun ada beberapa outlier yang muncul, terutama di hari ke-2 di mana beberapa nilai melebihi 20 milidetik, hal ini jarang terjadi dan tidak mempengaruhi stabilitas koneksi secara keseluruhan. Temuan ini mengonfirmasi bahwa Ethernet memberikan waktu pengiriman paket yang sangat stabil, yang sangat penting untuk mempertahankan pengalaman bermain *cloud gaming* yang lancar dan responsif.

Sementara itu, Gambar 6 mengilustrasikan distribusi *jitter* untuk sesi WLAN pada periode yang sama, dan perbedaan konsistensi segera terlihat. Meskipun nilai rata-rata *jitter* tetap sama rendahnya, biasanya di bawah 3 milidetik, namun penyebaran datanya jauh lebih luas. Pada hari ke-2, terdapat beberapa pencilan ekstrem dengan *jitter* yang mencapai lebih dari 220 milidetik, dan pada hari ke-3, lonjakan di atas 50 milidetik terlihat. Ketidakteraturan ini merupakan indikator ketidakstabilan kinerja yang sering ditemukan di lingkungan *wireless*, yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti gangguan sinyal, kualitas jaringan yang berfluktuasi, atau perangkat yang bersaing. Meskipun nilai tengah masih dalam batas yang dapat diterima, adanya lonjakan yang besar dan sering menunjukkan bahwa WLAN lebih rentan terhadap penundaan yang tiba-tiba. Tingkat ketidakkonsistenan *jitter* ini dapat menyebabkan kelambatan input, gangguan permainan, atau desinkronisasi visual, sehingga WLAN kurang dapat diandalkan untuk *cloud gaming* dibandingkan dengan kinerja Ethernet yang lebih dapat diprediksi.

Ringkasan metrik *jitter* yang ditunjukkan pada Tabel 3, yang menyoroti perbandingan antara kedua jenis jaringan.

TABEL 3  
RINGKASAN ANALISIS JITTER

Jenis Jaringan	Hari Ke-	Jumlah Sampel	Rata-rata Jitter (ms)	Jitter Minimal (ms)	Jitter Maksimal (ms)
Ethernet	1	1.400.135	2,70	0,00	12,07
	2	1.242.893	2,66	0,00	22,06
	3	580.219	2,89	0,00	11,54
Wireless LAN	1	314.286	2,51	0,00	11,00
	2	347.779	2,52	0,00	230,04
	3	178.899	2,44	0,00	58,36

Untuk Ethernet, jumlah sampel *jitter* secara signifikan lebih tinggi di ketiga hari, dengan lebih dari 1,4 juta sampel di hari pertama. Nilai *jitter* rata-rata berkisar dari 2,66 ms hingga 2,89 ms, yang mengindikasikan waktu pengiriman paket yang stabil dan konsisten di seluruh sesi. *Jitter* minimum secara konsisten tetap berada di 0,00 ms, yang menunjukkan bahwa banyak paket yang hampir tidak mengalami variasi penundaan. *Jitter* maksimum cukup rendah, dengan nilai tertinggi 22,06 ms pada hari ke-2. Rentang yang sempit antara *jitter* minimum dan maksimum ini memperkuat kesimpulan bahwa Ethernet menawarkan stabilitas yang sangat baik dengan fluktuasi penundaan yang minimal, yang ideal untuk aplikasi yang peka terhadap latensi seperti *cloud gaming*.

Sebaliknya, hasil WLAN menunjukkan variabilitas yang lebih besar. Meskipun nilai rata-rata *jitter* sedikit lebih rendah daripada Ethernet, mulai dari 2,44 ms hingga 2,52 ms-nilai *jitter* maksimum secara signifikan lebih tinggi. Pada hari ke-2, *jitter* melonjak hingga 230,04 ms, dan pada hari ke-3 mencapai 58,36 ms, yang mengindikasikan adanya ketidakstabilan yang parah tetapi jarang terjadi. Meskipun nilai rata-rata yang rendah mungkin menunjukkan kinerja yang dapat diterima secara umum, nilai maksimum yang ekstrim ini menunjukkan kerentanan WLAN terhadap penurunan kinerja sesekali, kemungkinan disebabkan oleh gangguan lingkungan, fluktuasi sinyal, atau trafik jaringan yang bersaing. *Jitter* minimum yang konsisten sebesar 0,00 ms menunjukkan bahwa dalam kondisi ideal, WLAN dapat mengirimkan paket tanpa variasi penundaan, tetapi sulit untuk mempertahankan konsistensi ini dari waktu ke waktu. Meskipun kedua jaringan dapat mencapai rata-rata *jitter* yang rendah, Ethernet menunjukkan konsistensi yang jauh lebih unggul dengan fluktuasi yang lebih sedikit dan lebih kecil. Puncak *jitter* yang tinggi yang diamati pada sesi WLAN menyoroti ketidakstabilannya dalam kondisi dunia nyata, yang dapat menyebabkan gangguan yang nyata dalam responsifitas *cloud gaming* dan pengalaman keseluruhan.

### C. Pengukuran Packet Loss dalam Berbagai Kondisi Jaringan

*Packet loss* merupakan metrik penting dalam mengevaluasi kualitas layanan *cloud gaming*, karena *packet loss* dapat menyebabkan gangguan visual, lag, atau penurunan pengalaman bermain *game* secara keseluruhan. *Packet loss* terjadi ketika paket yang dikirim oleh klien tidak sampai ke *server* atau tidak menerima balasan dari *server*.

Perhitungan untuk setiap sesi dilakukan dengan mencari selisih antara jumlah paket yang dikirim dan jumlah paket yang diterima kembali. Jika jumlah paket yang diterima sama atau lebih besar dari yang dikirim, maka *packet loss* diasumsikan nol. Hasil pengukuran untuk *packet loss* dapat dilihat dalam Tabel 4.

TABEL 4  
HASIL PENGUKURAN PACKET LOSS

Jenis Jaringan	Hari Ke-	Dikirim	Diterima	Loss (%)
Ethernet	1	2.006.154	3.769.496	0,0
	2	1.727.454	3.258.937	0,0
	3	740.168	1.526.751	0,0
Wireless LAN	1	1.151.369	4.020.158	0,0
	2	601.987	2.434.778	0,0
	3	516.141	1.556.119	0,0

Tabel 4 menyajikan hasil pengukuran kehilangan paket selama tiga hari pengujian untuk koneksi Ethernet dan Wireless LAN (WLAN). Setiap entri mencakup jumlah total paket yang dikirim dan diterima, serta persentase *packet loss* yang dihitung per sesi. Kehilangan paket mengacu pada kegagalan satu atau beberapa paket untuk mencapai tujuannya, dan dalam konteks *cloud gaming*, bahkan kehilangan paket yang kecil pun dapat menyebabkan gagapnya video, kelambatan input, atau terputusnya koneksi dari server.

Data menunjukkan bahwa untuk Ethernet dan WLAN, persentase kehilangan paket tercatat sebesar 0,0% di seluruh sesi, yang mengindikasikan bahwa tidak ada paket terukur yang hilang selama pengujian. Hasil ini berlaku secara konsisten di seluruh enam sesi, tiga untuk Ethernet dan tiga untuk WLAN. Jumlah total paket yang dipertukarkan bervariasi di seluruh hari, mencerminkan perbedaan dalam aktivitas sesi atau perilaku pengkodean, tetapi dalam setiap kasus, jumlah paket yang diterima sesuai atau melebihi ekspektasi relatif terhadap jumlah yang dikirim. Sebagai contoh, pada Ethernet hari ke-1, lebih dari 2 juta paket dikirim, dan lebih dari 3,7 juta paket diterima,

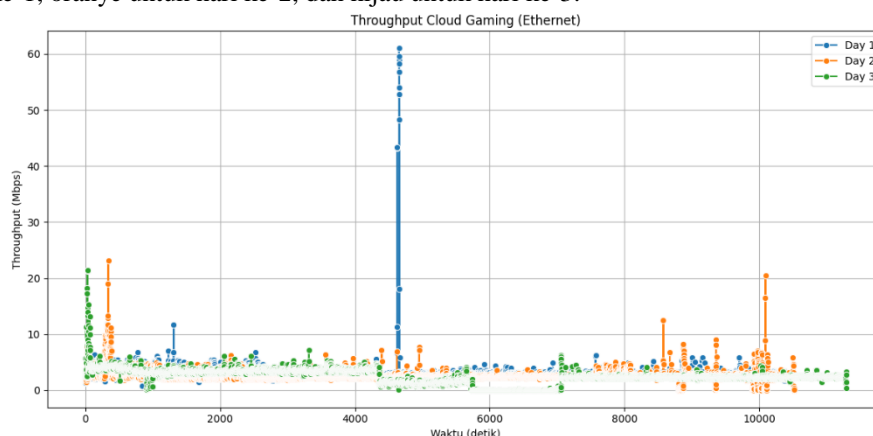
tanpa kehilangan data. Tren serupa muncul pada pengujian WLAN, dengan hari ke-2 menerima lebih dari 2,4 juta paket dan masih melaporkan 0% kehilangan.

Temuan ini menunjukkan bahwa kedua jenis koneksi mampu mempertahankan aliran data yang dapat diandalkan sepenuhnya selama sesi *cloud gaming*. Penting untuk dicatat bahwa hasil *zero-loss* juga dapat dipengaruhi oleh mekanisme *buffering* dan transmisi ulang internal platform GeForce NOW, yang dirancang untuk mengimbangi jaringan yang tidak stabil. Namun demikian, dalam lingkungan yang terkendali ini, tidak adanya *packet loss* menegaskan bahwa hambatan kinerja utama dalam penelitian ini terkait dengan latensi dan *jitter*, bukan keandalan transmisi data.

#### D. Analisis Throughput dalam Berbagai Kondisi Jaringan

*Throughput* merupakan indikator utama dalam mengukur performa jaringan karena menunjukkan seberapa besar volume data yang berhasil ditransmisikan dalam satuan waktu tertentu. Dalam konteks *cloud gaming*, *throughput* yang tinggi dan stabil sangat penting untuk memastikan aliran data grafik *game* yang lancar dan bebas dari *buffering*.

Gambar 7 mengilustrasikan perilaku *throughput* trafik *cloud gaming* melalui koneksi Ethernet selama tiga hari pengujian. Sumbu x menunjukkan waktu dalam detik selama sesi 3 jam, sedangkan sumbu y menampilkan *throughput* terukur dalam megabit per detik (Mbps). Setiap set penanda dengan kode warna mewakili data dari hari tertentu, yaitu biru untuk hari ke-1, oranye untuk hari ke-2, dan hijau untuk hari ke-3.

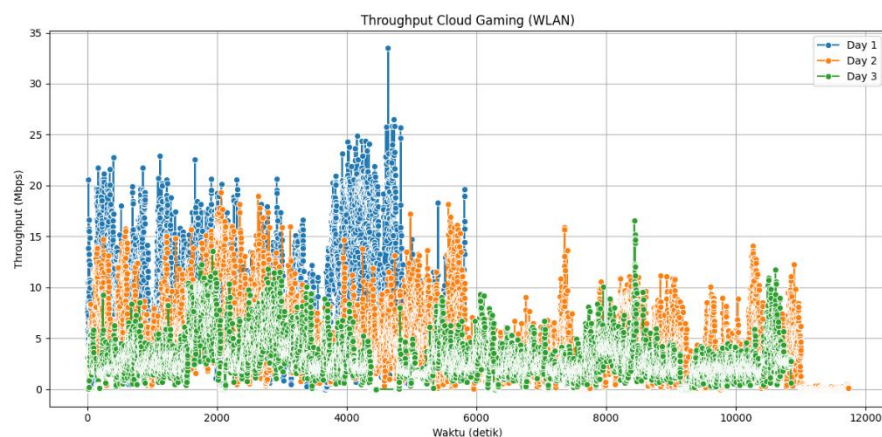


Gambar 7. Analisis *throughput* pada jaringan ethernet selama tiga hari

Di seluruh sesi, *throughput* melalui Ethernet sebagian besar tetap stabil dan konsisten. Mayoritas titik data berada dalam kisaran 3 hingga 8 Mbps, dengan lonjakan sesekali-khususnya pada hari ke-1, di mana *throughput* mencapai puncaknya di atas 60 Mbps. Puncak yang serupa, meskipun lebih kecil, diamati pada hari ke-2 dan ke-3, umumnya antara 15 dan 25 Mbps. Lonjakan ini merupakan perilaku yang diharapkan dalam *cloud gaming*, sering kali dipicu oleh perubahan adegan dalam *game*, gerakan tiba-tiba, atau penyesuaian bitrate adaptif yang diprakarsai oleh server untuk menjaga kualitas video.

Dalam hal interpretasi praktis, layanan *cloud gaming* seperti GeForce NOW biasanya merekomendasikan setidaknya 15 Mbps untuk *gameplay* 1080p, dengan 20-25 Mbps lebih disukai untuk mempertahankan frame rate yang tinggi dan kejernihan visual. Meskipun *throughput* Ethernet rata-rata tampak sedikit di bawah ambang batas ini, kestabilan dan fluktuasinya yang rendah jauh lebih penting. Aliran stabil 5 hingga 10 Mbps yang konsisten dan tidak terputus masih dapat mendukung *game* yang lancar dan dapat diterima secara visual, terutama bila digabungkan dengan algoritme kompresi video yang efisien dan latensi minimal. Yang paling penting, tidak adanya penurunan yang signifikan ke *throughput* nol atau mendekati nol di seluruh garis waktu menunjukkan bahwa koneksi Ethernet dapat terus memasok data tanpa terhenti atau terputus. Ini adalah indikator kuat dari *Quality of Service* (QoS) yang kuat, memastikan bahwa *gameplay* tetap lancar bahkan selama momen-momen aksi yang intens atau ketika resolusi video beradaptasi secara dinamis. Kestabilan *throughput* yang teramati menegaskan kesesuaian Ethernet untuk menghadirkan pengalaman *cloud gaming* yang konsisten dan berkualitas tinggi.

Sebaliknya, Gambar 8 menampilkan hasil *throughput* untuk jaringan *Wireless LAN* (WLAN). Grafik menunjukkan variabilitas *throughput* yang jauh lebih tinggi, dengan banyak nilai *throughput* berada di bawah 10 Mbps. Hari ke-3 mencatat *throughput* yang lebih rendah dan tersebar tidak merata. Nilai puncak masih dapat mencapai 20–30 Mbps, namun distribusi data *throughput* yang tersebar dan tidak konsisten ini mencerminkan tantangan dari koneksi *wireless*, seperti interferensi dan kekuatan sinyal yang fluktuatif.



Gambar 8. Analisis *throughput* pada jaringan WLAN selama tiga hari

Tidak seperti pola stabil yang terlihat pada Ethernet, nilai *throughput* untuk WLAN sangat bervariasi dan berfluktuasi tajam. Pada hari pertama, *throughput* sebagian besar berkisar antara 10 dan 25 Mbps, dengan puncaknya mencapai 33 Mbps. Nilai-nilai ini cukup untuk mendukung *cloud gaming* pada resolusi 1080p, yang biasanya membutuhkan 15-25 Mbps *bandwidth* berkelanjutan tergantung pada kompleksitas adegan dan *frame rate*. Hal ini menunjukkan bahwa hari ke-1 memberikan performa *streaming* yang dapat diterima dengan penurunan kualitas yang minimal.

Namun, hari ke-2 dan ke-3 menyajikan cerita yang berbeda. Pada hari ke-2, sebagian besar pembacaan *throughput* berada di antara 3 dan 12 Mbps, dan pada hari ke-3, bahkan lebih rendah lagi-banyak titik yang mengelompok di sekitar 2 hingga 5 Mbps, dengan penurunan yang sering kali mendekati 0 Mbps. *Throughput* di bawah 10 Mbps mungkin masih memungkinkan untuk bermain *game*, tetapi dengan resolusi dan kualitas video yang lebih rendah. Yang lebih penting lagi, ketika nilainya turun di bawah 5 Mbps, pengguna mungkin mengalami *buffering*, pikselasi, atau penurunan daya tanggap. Penurunan yang terputus-putus yang terlihat menjelang akhir hari ke-2 dan sepanjang hari ke-3 mengindikasikan perilaku jaringan yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh kemacetan, gangguan, atau kondisi sinyal yang lemah.

Secara praktis, ini berarti bahwa meskipun WLAN terkadang dapat memberikan performa *cloud gaming* yang dapat diterima, namun tidak memiliki konsistensi dan keandalan yang dibutuhkan untuk pengalaman yang mulus. Ketidakmampuan untuk mempertahankan *throughput* di atas 10 Mbps untuk waktu yang lama membuatnya rentan terhadap artefak video, penundaan kontrol, atau bahkan pemutusan sesi-khususnya pada *game* beraksi tinggi atau bergerak cepat yang membutuhkan aliran data yang stabil.

Tabel 5 merangkum nilai *throughput* rata-rata, minimum, dan maksimum dari setiap sesi pengujian untuk kedua jenis jaringan.

TABEL 5  
RINGKASAN NILAI *THROUGHPUT*

Jenis Jaringan	Hari Ke-	Rata-rata <i>Throughput</i> (Mbps)	<i>Throughput</i> Minimal (Mbps)	<i>Throughput</i> Maksimal (Mbps)
Ethernet	1	2,82	0,72	61,03
	2	2,61	0,0	23,09
	3	2,58	0,0	21,36
Wireless LAN	1	9,20	0,0	33,49
	2	4,35	0,0	19,34
	3	3,10	0,0	16,58

Tabel 5 merangkum nilai *throughput* yang diukur pada tiga sesi pengujian terpisah untuk koneksi Ethernet dan WLAN. Setiap baris mencakup *throughput* rata-rata, minimum, dan maksimum dalam megabit per detik (Mbps) per hari, yang memberikan perbandingan yang jelas tentang konsistensi dan kapasitas kinerja jaringan.

Di sisi Ethernet, nilai *throughput* rata-rata relatif stabil, berkisar antara 2,58 hingga 2,82 Mbps. *Throughput* maksimum bervariasi berdasarkan hari, dengan hari 1 mencapai puncak 61,03 Mbps, jauh lebih tinggi daripada hari ke-2 (23,09 Mbps) dan hari ke-3 (21,36 Mbps). Adanya lonjakan ini menunjukkan adanya lonjakan *bitrate* sesekali, mungkin selama adegan gerakan tinggi atau transisi resolusi. *Throughput* minimum, meskipun tidak nol, turun serendah 0,72 Mbps pada hari ke-1 dan mencapai 0,0 Mbps pada hari-hari berikutnya, yang mengindikasikan periode tidak aktif atau *buffering frame* yang singkat, meskipun hal ini mungkin terlalu singkat untuk memengaruhi *gameplay*

secara signifikan. Meskipun rata-rata yang relatif rendah, konsistensi dan tidak adanya penurunan yang berkepanjangan memperkuat bahwa Ethernet mempertahankan aliran data yang memadai dan stabil sepanjang sesi.

Sebaliknya, WLAN menunjukkan perilaku yang sangat berbeda. Sementara hari ke-1 melaporkan *throughput* rata-rata yang tinggi yaitu 9,20 Mbps dan maksimum 33,49 Mbps, hari ke-2 dan ke-3 menunjukkan penurunan yang progresif. Rata-rata turun menjadi 4,35 Mbps di Hari ke-2 dan hanya 3,10 Mbps di hari ke-3, dengan *throughput* minimum tercatat 0,0 Mbps di ketiga hari tersebut. Nilai nol ini menunjukkan penurunan konektivitas yang nyata atau terhentinya data secara total, yang dapat menyebabkan *buffering* yang terlihat, kelambatan kontrol, atau *frame skipping* dalam *cloud gaming*. Nilai maksimum yang tinggi (hingga 33,49 Mbps) mencerminkan potensi WLAN untuk memberikan *throughput* yang memadai dalam kondisi ideal, tetapi rata-rata yang menurun dengan cepat dan nilai minimum yang tidak stabil menyoroti ketidakkonsistennya di bawah beban yang terus menerus.

Berdasarkan hasil pengukuran *throughput*, terlihat bahwa WLAN dan Ethernet menunjukkan karakteristik performa yang berbeda dalam mendukung layanan *cloud gaming*. WLAN pada beberapa sesi mampu mencapai nilai *throughput* puncak yang lebih tinggi dibandingkan Ethernet, namun performa tersebut tidak konsisten dan disertai dengan penurunan nilai rata-rata serta minimum yang signifikan pada sesi tertentu. Sebaliknya, Ethernet menunjukkan nilai *throughput* rata-rata yang lebih rendah, tetapi dengan tingkat kestabilan yang lebih baik dan fluktuasi yang relatif kecil. Perbedaan karakteristik ini menunjukkan bahwa pada konteks *cloud gaming*, stabilitas *throughput* menjadi faktor yang lebih krusial dibandingkan capaian *throughput* puncak sesaat, terutama untuk menjaga kelancaran transmisi data secara berkelanjutan selama sesi permainan.

#### E. Diskusi Komparatif, Analisis Kritis, dan Implikasi Praktis

Berdasarkan analisis hasil pengujian, penelitian ini menunjukkan bahwa tujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan performa jaringan Ethernet dan WLAN pada layanan *cloud gaming* NVIDIA GeForce NOW telah tercapai dengan baik. Meskipun nilai rata-rata latensi dan *jitter* pada kedua jenis jaringan berada pada kisaran yang relatif serupa, perbedaan yang signifikan terlihat pada tingkat stabilitas, khususnya pada nilai maksimum dan variasi ekstrem. Koneksi Ethernet secara konsisten menunjukkan latensi dan *jitter* yang lebih stabil tanpa lonjakan yang signifikan, sedangkan WLAN cenderung mengalami fluktuasi dan *outlier* yang besar pada kondisi tertentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa stabilitas koneksi dan konsistensi waktu transmisi memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap *Quality of Experience (QoE) cloud gaming* dibandingkan sekadar nilai *throughput* puncak. Dengan demikian, hasil penelitian ini menguatkan literatur terdahulu bahwa koneksi kabel atau Ethernet masih menjadi solusi yang lebih andal untuk aplikasi *real-time* seperti *cloud gaming*.

Keunggulan Ethernet dalam penelitian ini terutama dipengaruhi oleh karakteristik media transmisi yang lebih stabil dan minim interferensi dibandingkan WLAN. Fluktuasi performa pada WLAN kemungkinan besar disebabkan oleh faktor lingkungan seperti interferensi frekuensi, kualitas sinyal, serta kompetisi *bandwidth* dengan perangkat lain. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain pengujian yang hanya dilakukan pada lingkungan jaringan rumah dengan satu layanan *cloud gaming* dan tanpa melibatkan evaluasi subjektif pengguna. Selain itu, variasi perangkat keras jaringan dan kondisi trafik eksternal belum sepenuhnya dieksplorasi. Dari sisi implikasi praktis, hasil penelitian ini memberikan panduan bagi pengguna rumah tangga dan *gamer* untuk memprioritaskan koneksi Ethernet guna memperoleh pengalaman bermain yang lebih stabil. Bagi penyedia layanan internet (ISP), temuan ini menegaskan pentingnya menjaga kualitas jaringan *last-mile* dan stabilitas koneksi, khususnya untuk mendukung layanan berbasis *real-time*. Secara akademis, penelitian ini berkontribusi dalam memperkuat pemahaman mengenai hubungan antara parameter QoS dan performa *cloud gaming* pada skenario jaringan rumah.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, pola performa jaringan yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang sejalan dengan karakteristik layanan *cloud gaming* berbasis *streaming*. Studi pada platform Steam Link melaporkan bahwa stabilitas *throughput* dan rendahnya *packet loss* menjadi faktor utama dalam menjaga kualitas pengalaman bermain, meskipun terjadi fluktuasi trafik pada kondisi tertentu [12]. Selain itu, penelitian QoS pada layanan video *streaming* menunjukkan bahwa nilai *delay* dan *jitter* yang rendah berkorelasi dengan kualitas layanan yang lebih stabil [13]. Dalam penelitian ini, koneksi Ethernet memperlihatkan nilai *jitter* yang lebih konsisten dan tidak menunjukkan *packet loss* yang signifikan, sehingga pola performa yang diperoleh menunjukkan konsistensi dengan temuan penelitian sebelumnya dan sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya. Sebaliknya, fluktuasi *jitter* yang lebih tinggi pada WLAN memperkuat temuan literatur bahwa jaringan nirkabel lebih rentan terhadap interferensi dan variasi performa pada layanan berbasis *streaming real-time* [3], [9].

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil yang diperoleh. Pengujian hanya dilakukan pada satu layanan *cloud gaming* dan terbatas pada lingkungan jaringan rumah tertentu, sehingga variasi perangkat keras jaringan, jumlah pengguna simultan, serta kondisi trafik eksternal belum sepenuhnya terwakili. Selain itu, penelitian ini berfokus pada analisis parameter QoS tanpa melibatkan evaluasi subjektif pengguna, sehingga hubungan langsung antara QoS dan persepsi QoE belum dapat dianalisis secara menyeluruh.

Meskipun demikian, temuan penelitian ini memberikan implikasi praktis yang signifikan, khususnya bagi pengguna rumah tangga dan *gamer* dalam memilih konfigurasi jaringan yang lebih stabil untuk layanan *cloud gaming* berbasis *streaming*. Bagi penyedia layanan internet, hasil ini menegaskan pentingnya stabilitas koneksi *last-mile* untuk mendukung aplikasi *real-time*. Dari sisi akademis, penelitian ini berkontribusi sebagai studi empiris berbasis data nyata yang dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang mengintegrasikan analisis QoS dan QoE secara lebih komprehensif.

#### IV. SIMPULAN

Penelitian ini telah mengevaluasi karakteristik *Quality of Service* (QoS) pada layanan *cloud gaming* dengan membandingkan dua jenis jaringan rumah, yaitu koneksi Ethernet berkecepatan tinggi dan koneksi *Wireless LAN* (WLAN) berkecepatan rendah. Dengan menggunakan NVIDIA GeForce NOW sebagai studi kasus, data selama total 18 jam permainan dikumpulkan dan dianalisis berdasarkan parameter QoS utama, yaitu latensi, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Hasil menunjukkan bahwa koneksi Ethernet mampu memberikan performa yang lebih stabil dengan latensi rendah, *jitter* minimal, dan tanpa adanya *packet loss*. *Throughput* pada Ethernet juga menunjukkan konsistensi yang mendukung kenyamanan bermain. Sebaliknya, koneksi WLAN memperlihatkan variabilitas performa yang lebih tinggi, terutama dalam bentuk lonjakan latensi dan *jitter* yang tidak stabil. Meskipun nilai rata-rata antar jaringan tidak terlalu berbeda, keberadaan nilai ekstrem pada WLAN menunjukkan sensitivitas yang lebih besar terhadap gangguan lingkungan dan kualitas sinyal. Tidak adanya *packet loss* pada kedua koneksi menunjukkan bahwa sistem masih mampu menjaga integritas data secara keseluruhan. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa koneksi Ethernet menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan WLAN dalam mendukung layanan *cloud gaming*. Keunggulan tersebut terutama terlihat pada aspek stabilitas latensi dan *jitter* yang lebih konsisten, meskipun nilai *throughput* puncak pada WLAN dalam beberapa kondisi dapat lebih tinggi. Oleh karena itu, koneksi Ethernet lebih direkomendasikan untuk penggunaan *cloud gaming* pada lingkungan jaringan rumah, sementara koneksi WLAN memerlukan optimalisasi tambahan agar mampu memberikan performa yang setara. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji performa jaringan di kondisi yang lebih dinamis seperti jaringan publik atau seluler, serta melibatkan evaluasi berbasis persepsi pengguna untuk memahami keterkaitan antara kondisi jaringan dan kualitas pengalaman bermain secara menyeluruh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Lyu, S. C. Madanapalli, A. Vishwanath, and V. Sivaraman, "Network Anatomy and Real-Time Measurement of Nvidia GeForce NOW Cloud Gaming," vol. 14537, 2024, pp. 61–91. doi: 10.1007/978-3-031-56249-5\_3.
- [2] A. A. Laghari, H. He, K. A. Memon, R. A. Laghari, I. A. Halepoto, and A. Khan, "Quality of experience (QoE) in cloud gaming models: A review," *Multiaagent Grid Syst.*, vol. 15, no. 3, pp. 289–304, Oct. 2019, doi: 10.3233/MGS-190313.
- [3] S. S. Sabet, S. Schmidt, S. Zadtootaghaj, C. Griwodz, and S. Möller, "Delay sensitivity classification of cloud gaming content," in *Proceedings of the 12th ACM International Workshop on Immersive Mixed and Virtual Environment Systems*, Istanbul Turkey: ACM, Jun. 2020, pp. 25–30. doi: 10.1145/3386293.3397116.
- [4] S. S. Sabet, S. Schmidt, C. Griwodz, and S. Moller, "Towards the Impact of Gamers' Adaptation to Delay Variation on Gaming Quality of Experience," in *2019 Eleventh International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, Berlin, Germany: IEEE, Jun. 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/QoMEX.2019.8743239.
- [5] R. Fauzan, S. Ikhwan, and J. G. A. Ginting, "ANALYSIS PERFORMANCE IN SOFTWARE DEFINED NETWORK (SDN) USING ARUBA VAN CONTROLLER," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 5, no. 3, pp. 64–69, Sep. 2020, doi: 10.30591/jpit.v5i3.1937.
- [6] B. Mariano and S. G. M. Koo, "Is cloud gaming the future of the gaming industry?," in *2015 Seventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks*, Sapporo, Japan: IEEE, Jul. 2015, pp. 969–972. doi: 10.1109/ICUFN.2015.7182690.
- [7] Y. Lin and H. Shen, "CloudFog: Leveraging Fog to Extend Cloud Gaming for Thin-Client MMOG with High Quality of Service," *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.*, vol. 28, no. 2, pp. 431–445, Feb. 2017, doi: 10.1109/TPDS.2016.2563428.
- [8] S. Ladewig, S. Lins, and A. Sunyaev, "Are We Ready to Play in the Cloud? Developing new Quality Certifications to Tackle Challenges of Cloud Gaming Services," in *2019 IEEE 21st Conference on Business Informatics (CBI)*, Moscow, Russia: IEEE, Jul. 2019, pp. 231–240. doi: 10.1109/CBI.2019.00033.
- [9] S. Flinck Lindstrom, M. Wetterberg, and N. Carlsson, "Cloud Gaming: A QoE Study of Fast-paced Single-player and Multiplayer Gaming," in *2020 IEEE/ACM 13th International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC)*, Leicester, UK: IEEE, Dec. 2020, pp. 34–45. doi: 10.1109/UCC48980.2020.00023.
- [10] S. Zadtootaghaj, S. Schmidt, and S. Moller, "Modeling Gaming QoE: Towards the Impact of Frame Rate and Bit Rate on Cloud Gaming," in *2018 Tenth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, Cagliari: IEEE, May 2018, pp. 1–6. doi: 10.1109/QoMEX.2018.8463416.
- [11] S. S. Sabet, S. Schmidt, S. Zadtootaghaj, C. Griwodz, and S. Moller, "Towards the Impact of Gamers Strategy and User Inputs on the Delay Sensitivity of Cloud Games," in *2020 Twelfth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, Athlone, Ireland: IEEE, May 2020, pp. 1–3. doi: 10.1109/QoMEX48832.2020.9123138.
- [12] G. Patandung and C. Dewi, "Quality of Service Analysis on the Steam Link Platform as an Alternative to Online Gaming Technology," *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, vol. 10, no. 2, pp. 1143–1153, Jul. 2025, doi: 10.35314/rk0s3v40.
- [13] K. X. Auliya and D. W. Chandra, "Analisis hubungan antara kualitas layanan jaringan dan pengalaman pengguna pada layanan video streaming youtube," *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 4, no. 3, pp. 272–281, Oct. 2025, doi: 10.24246/itexplore.v4i3.2025.pp272-281.
- [14] A. Yusuf and E. P. Rohmawan, "Analisa Quality Of Service Jaringan VSAT Menggunakan Wireshark".

- [15] U. Achlison, Joseph Teguh Santoso, Khoirur Rozikin, and Fujjama Diapoldo, "Analisis Latensi Video Streaming Antara Jaringan Berbasis Local Area Network dan Web," *Pixel J. Ilm. Komput. Graf.*, vol. 15, no. 2, pp. 473–477, Jan. 2023, doi: 10.51903/pixel.v15i2.1037.
- [16] M. Hasbi and N. R. Saputra, "ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) JARINGAN INTERNET KANTOR PUSAT KING BUKOPIN DENGAN MENGGUNAKAN WIRESHARK".
- [17] D. A. Rachman, Y. Muhyidin, and M. A. Sunandar, "ANALYSIS QUALITY OF SERVICE OF INTERNET NETWORK FIBER TO THE HOME SERVICE PT. XYZ USING WIRESHARK," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, Sep. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3436.
- [18] M. N. Hamidah, R. F. Tias, and R. F. Zainal, "Quality of Service (QoS) Analysis using Wireshark on the LAN Network at An Najiyah High School Surabaya," vol. 12, no. 4, 2024.
- [19] M. N. Wirawan, M. Lubis and M. T. Kurniawan, "Evaluating Quality of Service: Throughput, Packet Loss, and Delay in Tree Topology with Ryu and Pox Controllers in Software-Defined Network," *2024 4th International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration (ICSINTESA)*, Balikpapan, Indonesia, 2024, pp. 457–462, doi: 10.1109/ICSINTESA62455.2024.10748026.