

Analisis Kualitas Layanan (QoS) Jaringan 5G Telkomsel Pada Wilayah Suburban Berdasarkan Standar TIPHON

Shelvi Eka Tassia¹, Yolen Perdana Sari^{2*}

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹dosen01768@unpam.ac.id, ^{2*}dosen01705@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak – Perkembangan teknologi jaringan generasi kelima (5G) memberikan peningkatan kualitas layanan komunikasi data melalui kecepatan transmisi yang tinggi, latensi rendah, dan kapasitas jaringan yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas layanan (*Quality of Service/QoS*) jaringan 5G Telkomsel pada wilayah suburban menggunakan standar Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON). Pengukuran dilakukan pada tiga lokasi, yaitu Mall Bintaro Xchange, Bintaro Sektor 9, dan Bintaro Sektor 7. Data diperoleh menggunakan aplikasi Wireshark dengan parameter yang dianalisis meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa throughput tertinggi diperoleh di Bintaro Sektor 7 sebesar 3192 Kbps, sedangkan throughput terendah terdapat di Mall Bintaro Xchange sebesar 1554 Kbps. Nilai packet loss pada seluruh lokasi sebesar 0%, sementara nilai delay dan jitter masing-masing berada pada rentang 2,863–5,823 ms dan 2,877–5,806 ms. Berdasarkan evaluasi menggunakan standar TIPHON, seluruh lokasi memperoleh indeks QoS rata-rata sebesar 4 dengan kategori Sangat Baik. Namun, berdasarkan nilai parameter aktual, Bintaro Sektor 7 menunjukkan performa jaringan terbaik dibandingkan lokasi lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jaringan 5G Telkomsel pada wilayah suburban mampu memberikan kualitas layanan yang optimal dan stabil.

Kata Kunci: *Quality of Service*, Jaringan 5G, TIPHON, Wireshark, Telkomsel, Suburban

Abstract—The development of fifth-generation (5G) network technology has significantly improved communication services by providing higher data transmission speeds, lower latency, and greater network capacity. This study aims to analyze the *Quality of Service (QoS)* of the Telkomsel 5G network in suburban areas using the Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) standard. Measurements were conducted at three locations: Mall Bintaro Xchange, Bintaro Sector 9, and Bintaro Sector 7. Data were collected using the Wireshark application, focusing on four QoS parameters: throughput, delay, jitter, and packet loss. The results showed that the highest throughput was recorded at Bintaro Sector 7 with 3,192 Kbps, while the lowest throughput was observed at Mall Bintaro Xchange with 1,554 Kbps. Packet loss at all locations was 0%, indicating excellent network reliability. The delay values ranged from 2.863 ms to 5.823 ms, while jitter values ranged from 2.877 ms to 5.806 ms. Based on the TIPHON evaluation, all locations achieved an average QoS index of 4, categorized as Very Good. However, when comparing the actual parameter values, Bintaro Sector 7 demonstrated the best overall network performance among the tested locations. The findings indicate that the Telkomsel 5G network in suburban areas is capable of delivering stable, reliable, and high-quality services that meet the QoS standards defined by TIPHON.

Keywords: *Quality of Service (QoS)*, 5G Network, TIPHON, Wireshark, Telkomsel, Suburban

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah meningkatkan kebutuhan masyarakat terhadap layanan internet yang cepat, stabil, dan andal. Berbagai aktivitas digital seperti video streaming, game online, pembelajaran daring, dan komunikasi real-time memerlukan jaringan dengan kapasitas besar serta latensi rendah. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, teknologi jaringan generasi kelima (5G) dikembangkan dengan menawarkan kecepatan data yang lebih tinggi, kapasitas jaringan yang lebih besar, dan waktu tunda yang lebih rendah dibandingkan teknologi sebelumnya (Kardiyasa, 2026). Di Indonesia, implementasi jaringan 5G terus mengalami perkembangan dan telah mulai diterapkan oleh beberapa operator telekomunikasi, salah satunya adalah Telkomsel.

Meskipun jaringan 5G memiliki berbagai keunggulan, kualitas layanan yang diterima pengguna dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi wilayah dan infrastruktur jaringan yang tersedia (Putra F.P.E dkk, 2024). Salah satu wilayah yang menarik untuk diteliti adalah daerah suburban, karena memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan wilayah perkotaan dalam hal kepadatan pengguna dan cakupan jaringan. Perbedaan karakteristik tersebut berpotensi



memengaruhi kualitas layanan jaringan yang diterima pengguna. Oleh sebab itu, pengukuran performa jaringan 5G pada wilayah suburban menjadi penting untuk memperoleh gambaran kondisi layanan yang lebih representatif (Hamidovic et al., 2023).

Kualitas layanan jaringan dapat diukur menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss (Sunandar et al., 2023; Wahyudi et al., 2024). Salah satu standar yang banyak digunakan untuk evaluasi QoS adalah Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) (M.Kolhar, 2021). Melalui parameter tersebut, performa jaringan dapat dianalisis secara objektif untuk mengetahui kualitas layanan yang diberikan kepada pengguna (Hidayat et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas layanan jaringan 5G Telkomsel di wilayah suburban menggunakan metode TIPHON. Pengukuran dilakukan dengan bantuan aplikasi Wireshark untuk memperoleh data lalu lintas jaringan yang kemudian dianalisis berdasarkan parameter QoS (Alamin et al., 2024; Ulumuddin et al., 2025). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai performa jaringan 5G Telkomsel pada wilayah suburban serta menjadi bahan evaluasi dalam peningkatan kualitas layanan jaringan.

2. METODE

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Metode kuantitatif digunakan karena penelitian berfokus pada pengukuran dan analisis data numerik yang diperoleh dari parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu throughput, delay, jitter, dan packet loss. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kualitas layanan jaringan 5G Telkomsel berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di wilayah suburban.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada wilayah suburban yang telah terjangkau layanan jaringan 5G Telkomsel. Lokasi penelitian dipilih karena mewakili daerah pinggiran kota yang memiliki karakteristik berbeda dengan wilayah perkotaan dalam hal kepadatan pengguna dan ketersediaan infrastruktur jaringan.

Pengambilan data dilakukan menggunakan metode monitoring statis, yaitu pengukuran yang dilakukan pada satu titik lokasi tanpa perpindahan perangkat selama proses pengujian berlangsung. Pengukuran dilakukan pada beberapa waktu yang berbeda untuk memperoleh data yang lebih representatif terhadap kondisi jaringan sebenarnya.

2.3 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah kualitas layanan jaringan 5G yang disediakan oleh operator Telkomsel. Penilaian atau evaluasi dilakukan dengan mengacu pada parameter *Quality of Service* (QoS) yang mencakup throughput, delay, jitter, dan packet loss. Seluruh parameter tersebut dianalisis menggunakan standar TIPHON sebagai acuan untuk mengukur performa dan kualitas jaringan secara kuantitatif.

2.4 Perangkat dan Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini, perangkat dan instrumen penelitian digunakan untuk melakukan pengukuran kinerja jaringan 5G pada operator telekomunikasi seluler. Perangkat yang digunakan terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang saling mendukung dalam proses pengujian jaringan. Perangkat keras berfungsi sebagai media untuk mengakses jaringan dan menjalankan proses pengukuran, sedangkan perangkat lunak digunakan untuk menangkap, memantau, serta menganalisis data lalu lintas jaringan yang diperoleh selama proses pengujian berlangsung.

2.4.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Smartphone yang telah mendukung jaringan 5G sebagai perangkat utama dalam pengujian.
2. Laptop atau komputer yang digunakan untuk proses pemantauan, pengolahan, dan analisis data hasil pengukuran.
3. Kartu SIM dari operator seluler yang telah mendukung layanan jaringan 5G.
4. Koneksi jaringan melalui hotspot atau tethering sebagai media penghubung antara perangkat pengujian dan perangkat analisis jika diperlukan.

2.4.4 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Wireshark, digunakan untuk melakukan penangkapan (*capture*) dan analisis paket data jaringan selama pengujian berlangsung.
2. Microsoft Excel, digunakan untuk pengolahan, perhitungan, serta penyajian data hasil pengukuran kinerja jaringan.
3. Sistem Operasi Windows 10/11, sebagai platform utama dalam menjalankan perangkat lunak analisis dan pengolahan data.

2.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang menjadi objek pengamatan dan pengukuran dalam suatu penelitian. Variabel digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan guna menjawab rumusan masalah serta mencapai tujuan penelitian. Melalui variabel penelitian, hubungan antara faktor-faktor yang diteliti dapat dianalisis secara sistematis sehingga menghasilkan kesimpulan yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan terdiri atas variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Kedua variabel tersebut digunakan untuk menganalisis kualitas layanan jaringan 5G berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) pada operator telekomunikasi seluler yang menjadi objek penelitian.

2.5.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi atau menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan pada variabel terikat. Pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah jaringan 5G dari operator telekomunikasi seluler, yaitu Telkomsel dan Indosat Ooredoo Hutchison. Variabel ini menjadi objek utama yang dianalisis untuk mengetahui performa dan kualitas layanan jaringan yang diberikan oleh masing-masing operator.

2.5.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan menjadi hasil pengamatan dalam penelitian. Pada penelitian ini, variabel terikat berupa parameter *Quality of Service* (QoS) yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja jaringan 5G, yaitu:

1. Throughput, yaitu jumlah data yang berhasil ditransmisikan dalam periode waktu tertentu.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang diterima}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (1)$$

Keterangan:

- Throughput = Kecepatan transfer data (bps)
- Jumlah Data = Total data yang diterima
- Waktu Pengiriman = Lama pengiriman data

2. Delay, yaitu waktu yang diperlukan paket data untuk mencapai tujuan dari sumber pengiriman.

$$\text{Delay} = \text{Waktu terima} - \text{Waktu kirim} \quad (2)$$

Keterangan:

- Delay = Waktu tunda (ms)

3. Jitter, yaitu variasi waktu tunda yang terjadi antar paket data selama proses transmisi.

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ delay}{Jumlah\ paket-1} \quad (3)$$

Keterangan:

- Jitter = Variasi waktu tunda (ms)

4. Packet Loss, yaitu persentase paket data yang gagal diterima atau hilang selama proses pengiriman.

$$Packet\ Loss = \frac{paket\ hilang}{total\ paket\ dikirim} \times 100\% \quad (4)$$

Keempat parameter tersebut digunakan sebagai indikator dalam menilai kualitas layanan jaringan 5G. Hasil pengukuran masing-masing parameter kemudian dianalisis dan dibandingkan berdasarkan standar TIPHON untuk menentukan kategori kualitas jaringan, yaitu sangat baik, baik, sedang, atau buruk. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai variabel yang digunakan dalam penelitian ini, disajikan tabel variabel penelitian pada bagian berikut.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variabel	Jenis Variabel	Indikator
1	Jaringan 5G Berbasis IPv6	Variabel Bebas	Koneksi jaringan 5G dan alamat IPv6
2	Throughput	Variabel Terikat	Kecepatan transfer data (bps/Mbps)
3	Delay	Variabel Terikat	Waktu tunda pengiriman data (ms)
4	Jitter	Variabel Terikat	Variasi delay (ms)
5	Packet Loss	Variabel Terikat	Persentase kehilangan paket (%)

2.6 Standar TIPHON

Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) merupakan standar yang dikembangkan oleh European Telecommunications Standards Institute (ETSI) untuk mengukur dan mengevaluasi kualitas layanan pada jaringan telekomunikasi berbasis Internet Protocol (IP). Standar ini banyak digunakan dalam penelitian terkait kinerja jaringan karena menyediakan parameter pengukuran beserta kategori penilaian yang dapat digunakan untuk menilai kualitas layanan secara objektif dan terstruktur.

Dalam penelitian ini, standar TIPHON digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi performa jaringan 5G berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS). Penggunaan standar tersebut bertujuan untuk menghasilkan penilaian yang lebih sistematis, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Selain itu, penerapan standar TIPHON memungkinkan hasil penelitian dibandingkan dengan penelitian lain yang menggunakan metode evaluasi serupa.

Penilaian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran setiap parameter QoS dengan kategori penilaian yang telah ditetapkan dalam standar TIPHON. Nilai yang diperoleh dari pengukuran *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* akan diklasifikasikan ke dalam kategori kualitas tertentu. Semakin baik nilai parameter yang dihasilkan, semakin tinggi pula kualitas layanan jaringan yang ditunjukkan. Sebaliknya, nilai parameter yang berada pada kategori rendah mengindikasikan adanya penurunan kualitas layanan yang dapat memengaruhi kinerja jaringan dan kenyamanan pengguna.

Tabel 2. Kategori Delay Berdasarkan Standar TIPHON

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Baik	< 150	4
Baik	150 – 300	3
Sedang	300 – 450	2
Buruk	> 450	1

Tabel 3. Kategori Jitter Berdasarkan Standar TIPHON

Kategori	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Baik	0 – 75	4
Baik	75 – 125	3
Sedang	125 – 225	2
Buruk	> 225	1

Tabel 4. Kategori Packet Loss Berdasarkan Standar TIPHON

Kategori	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Baik	0 – 2	4
Baik	3 – 14	3
Sedang	15 – 24	2
Buruk	≥ 25	1

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian memuat penjelasan mengenai data yang diperoleh selama proses pengambilan dan pengukuran parameter jaringan. Pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi Wireshark untuk menangkap dan menganalisis paket data yang melintas pada jaringan. Pengujian dilakukan pada tiga lokasi yang berbeda, yaitu Bintaro Sektor 9, Bintaro Sektor 7, dan Mall Bintaro Xchange, guna mengetahui kualitas jaringan pada masing-masing lokasi pengamatan.

Setelah proses pengambilan data selesai dilaksanakan, diperoleh nilai-nilai parameter *Quality of Service* (QoS) yang kemudian dihitung dan dianalisis. Hasil pengukuran dari setiap lokasi dibandingkan untuk mengetahui lokasi yang memiliki performa jaringan terbaik berdasarkan parameter yang diuji. Seluruh proses analisis mengacu pada standar penilaian QoS yang ditetapkan oleh metode TIPHON.

Data hasil pengamatan selanjutnya disusun dalam bentuk tabel dan diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel agar proses perhitungan menjadi lebih sistematis dan akurat. Hasil pengolahan data tersebut menghasilkan nilai numerik yang menggambarkan kualitas jaringan pada masing-masing lokasi penelitian.

Parameter yang dianalisis meliputi *delay*, *packet loss*, *jitter*, dan *throughput*. Data dari setiap parameter dikelompokkan berdasarkan lokasi pengujian, kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk memperoleh gambaran umum mengenai kinerja jaringan pada masing-masing area. Nilai rata-rata yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan kategori kualitas layanan berdasarkan standar TIPHON. Dengan demikian, dapat diketahui tingkat kualitas jaringan serta dilakukan evaluasi

terhadap performa jaringan 5G pada Bintaro Sektor 9, Bintaro Sektor 7, dan Mall Bintaro Xchange selama periode penelitian berlangsung.

Tabel 5. Hasil Pengambilan Data QoS Menggunakan Wireshark

Lokasi	Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Mall Bintaro ExChange	1554	0	5,823	5,806
Bintaro Sektor 9	3010	0	4,312	4,313
Bintaro Sektro 7	3192	0	2,863	2,877

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil pengukuran throughput, packet loss, delay, dan jitter, Bintaro Sektor 7 memiliki kualitas jaringan 5G terbaik dibandingkan dua lokasi lainnya. Hal ini ditunjukkan oleh nilai throughput tertinggi serta nilai delay dan jitter terendah, dengan packet loss sebesar 0%. Sementara itu, Mall Bintaro Xchange menunjukkan performa yang relatif lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya, meskipun masih berada dalam kategori kualitas layanan yang sangat baik berdasarkan standar TIPHON. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan 5G pada ketiga lokasi penelitian tergolong sangat baik, namun Bintaro Sektor 7 memberikan performa jaringan yang paling optimal selama pengujian berlangsung.

Tabel 6. Rekapitulasi Indeks QoS TIPHON

Lokasi	Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter	Total Indeks	Rata-rata Indeks	Kategori
Mall Bintaro Exchange	4	4	4	4	16	4	Sangat Baik
Bintaro Sektor 9	4	4	4	4	16	4	Sangat Baik
Bintaro Sektor 7	4	4	4	4	16	4	Sangat Baik

Dari hasil rekapitulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa seluruh lokasi pengujian memiliki kualitas jaringan 5G yang sangat baik berdasarkan standar TIPHON. Akan tetapi, jika dilakukan perbandingan berdasarkan nilai parameter aktual, Bintaro Sektor 7 merupakan lokasi dengan performa jaringan terbaik, diikuti oleh Bintaro Sektor 9, kemudian Mall Bintaro Xchange. Oleh karena itu, standar TIPHON dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas jaringan secara umum, sedangkan nilai parameter aktual dapat digunakan untuk menentukan lokasi yang memiliki performa jaringan paling optimal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis *Quality of Service* (QoS) jaringan 5G Telkomsel pada wilayah suburban menggunakan metode TIPHON, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran QoS yang dilakukan di Mall Bintaro Xchange, Bintaro Sektor 9, dan Bintaro Sektor 7 menunjukkan bahwa kualitas jaringan 5G Telkomsel berada pada kategori Sangat Baik berdasarkan standar TIPHON.
2. Nilai throughput tertinggi diperoleh pada lokasi Bintaro Sektor 7 sebesar 3192 Kbps, diikuti Bintaro Sektor 9 sebesar 3010 Kbps, dan Mall Bintaro Xchange sebesar 1554 Kbps. Hal ini

menunjukkan bahwa Bintaro Sektor 7 memiliki kemampuan transfer data yang lebih baik dibandingkan lokasi lainnya.

3. Parameter packet loss pada seluruh lokasi menunjukkan nilai 0%, yang menandakan tidak adanya kehilangan paket data selama proses pengujian dan menunjukkan tingkat keandalan jaringan yang sangat tinggi.
4. Nilai delay dan jitter pada seluruh lokasi berada jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh standar TIPHON, sehingga mendukung layanan komunikasi real-time seperti video conference, streaming, dan aplikasi berbasis internet lainnya.
5. Berdasarkan perbandingan nilai parameter aktual, Bintaro Sektor 7 merupakan lokasi dengan performa jaringan terbaik karena memiliki throughput tertinggi serta nilai delay dan jitter terendah dibandingkan lokasi lainnya.
6. Secara keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa jaringan 5G Telkomsel pada wilayah suburban mampu memberikan kualitas layanan yang optimal, stabil, dan memenuhi standar QoS berdasarkan metode TIPHON.

REFERENCES

- Kardiyasa, K. A. P., Putra, A. A. A. W., & Suprianingsih, N. W. (2026). *A Systematic Literature Review on Quality of Service in 5G Cellular Networks: Challenges and Opportunities in the Indonesian Context*. Jurnal JTIC.
- Putra, F. P. E., Romadona, L., & Rohmah, S. F. (2024). *Implementasi dan Evaluasi Protokol QUIC untuk Optimalisasi Kinerja Streaming Video Real-Time pada Jaringan 5G*. Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer.
- Hamidovic, D., Hadziaganovic, A., Muzaffar, R., & Bernhard, H. P. (2023). *5G campus network factory floor measurements with varying channel and QoS flow priorities*. arXiv.
- Sunandar, M. A., Pratiwi, H., & Muhyidin, Y. (2023). Analisis perbandingan performa jaringan pada ISP Indihome, Hypernet, dan HSPNet menggunakan aplikasi Wireshark berdasarkan parameter QoS standar TIPHON. *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis*, 14(2A), 166–173.
- Wahyudi, D., Mujiono, M., & Fu'ad, M. N. (2024). Analisis *Quality of Service* (QoS) pada jaringan nirkabel berdasarkan standar parameter TIPHON: Studi kasus Program Studi Administrasi Server dan Jaringan Komputer. *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 5(2).
- Kolhar, M. (2021). *Zeroize: A New Method to Improve the Utilization of 5G Networks When Running VoIP over IPv6*. Applied System Innovation, 4(4), 72.
- Hidayat, R. B. N., Oktaviana, L. D., & Kuncoro, A. P. (2024). *Quality of Service analysis of WiCo network GraPARI Telkom Purwokerto using TIPHON standard*. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 5(4).
- Alamin, M. M., Firmansyah, A. R., Bittuqoh, A., Adzimi, C. B., Wahyudi, M. I., & Zulfikar, M. (2024). Pengukuran performa jaringan internet menggunakan *Quality of Service* dengan Wireshark. *Nusantara Computer and Design Review*, 3(1).
- Ulumuddin, M. F., Alamin, M. M., Farizki, D. A., Rasyidin, M. H., Firmansyah, M., Mauliddin, R. A., & Al Haq, A. K. (2025). *Quality of Service* (QoS) jaringan internet di PT penyedia instalasi fiber optik berbasis Wireshark. *Nusantara Computer and Design*