

ANALISIS DAN EVALUASI KINERJA JARINGAN INTERNET BERDASARKAN *QUALITY OF SERVICE (QoS)*

Faiqah Anissabilla^{1*}, Ririn Kusumarani²

^{1,2}*Program Studi Sistem Informasi, Universitas Terbuka, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia*

*Penulis korespondensi: faiqahbilla.fa@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan teknologi dan internet di Indonesia telah meningkat cepat, dengan penetrasi internet yang terus bertambah dan berdampak positif pada berbagai sektor. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja jaringan internet rumah menggunakan provider RunNet dengan kecepatan 10 Mbps selama 7 hari. Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter *Quality of Service (QoS)* yang dikembangkan oleh *European Telecommunications Standards Institute (ETSI)* melalui standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*). Parameter yang diukur meliputi latensi, jitter, *throughput*, dan *packet loss*. Pengumpulan data dilakukan menggunakan aplikasi Wireshark dengan metode monitoring pada jenis data *Video Conference (Gmeet)*, *Video Online (Youtube)*, dan *Download* berkas >500MB. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata jaringan memiliki performa sangat baik dengan *throughput* 5.220 Kbps saat sepi dan 5.211 Kbps saat sibuk, serta *packet loss* 0%. Latensi tercatat 1.381 ms saat sepi dan 1.222 ms saat sibuk, sedangkan jitter masing-masing 1.526 ms dan 1.281 ms. Ini menunjukkan kualitas layanan jaringan yang optimal dan stabil, mampu menangani beban dengan efisien dan memastikan pengalaman pengguna yang memuaskan.

Kata Kunci: *Quality of Service (QoS)*, ETSI, TIPHON, *Wireshark Monitoring*, *Provider Runnet*.

1 PENDAHULUAN

Seperti namanya, internet bukanlah satu jaringan tunggal melainkan kumpulan dari banyak jaringan. Internet memiliki berbagai standar untuk mentransmisikan informasi antar jaringan, memungkinkan komunikasi antara jaringan-jaringan di seluruh dunia. Selama beberapa tahun terakhir, Indonesia telah mengalami perkembangan yang pesat dalam sektor teknologi dan internet (Meisyaroh Siti, dkk, 2023). Menurut survei dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada tahun 2024, tingkat penetrasi internet di Indonesia pada tahun 2024 naik 1,31% dari tahun sebelumnya, menunjukkan semakin banyak penduduk yang mengakses internet dan berdampak positif pada berbagai sektor seperti pendidikan, ekonomi, dan sosial. Pelanggan internet *wireless* tetap pada tahun 2024 tercatat sebesar 22,38%, menunjukkan permintaan terhadap layanan internet yang stabil dan andal. Kecepatan dan stabilitas jaringan sangat memengaruhi tingkat kepuasan pengguna internet di Indonesia. Video online merupakan konten yang paling banyak diakses, mencerminkan perubahan pola konsumsi media di kalangan masyarakat. Penyedia layanan internet perlu memastikan bahwa jaringan mereka dapat mendukung streaming video berkualitas tinggi tanpa gangguan, sehingga dapat menjaga kepuasan pengguna dan mendukung pertumbuhan konsumsi konten digital (Army, W. L. et al, 2022).

Selain itu, perkembangan teknologi 5G di Indonesia juga mulai menunjukkan dampak signifikan. Menurut laporan dari GSMA Intelligence (2023), diperkirakan dalam lima tahun ke depan, adopsi

teknologi 5G di Indonesia akan meningkat pesat. Dengan penerapan 5G, diharapkan akan tercapai kecepatan internet yang meningkat, latensi yang lebih rendah, dan peningkatan kapasitas jaringan. Aspek ini juga sangat penting untuk aplikasi seperti *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), dan *Internet of Things* (IoT). Teknologi 5G juga diyakini dapat mendukung transformasi digital di sektor-sektor seperti kesehatan, manufaktur, dan transportasi (GSMA Intelligence, 2023).

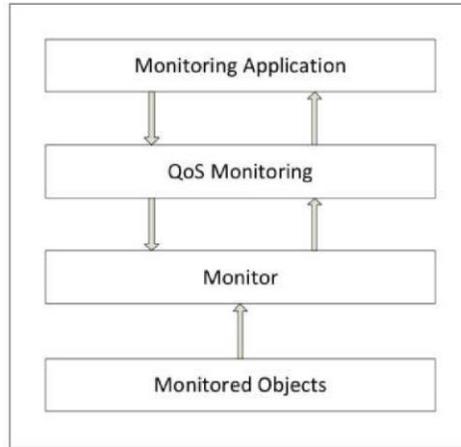
Dengan bertambahnya jumlah pengguna internet, kompleksitas lalu lintas jaringan semakin meningkat. Dr. Ir. Agus Wibowo dalam bukunya yang berjudul *Jaringan Sistem Komputer Jilid 2* (2022) menguraikan bahwa, koneksi jaringan internet yang sering kali mengalami gangguan disebabkan oleh berbagai faktor, yang menyebabkan penurunan kualitas layanan. Ketidakstabilan dan gangguan ini membuat jaringan tidak berjalan dengan baik, sehingga dibutuhkan manajemen jaringan yang efektif. Menurut Johan (2018), “*Quality of Service* (QoS) adalah teknik untuk mengatur lalu lintas data di jaringan komputer sehingga dapat mengukur kualitas dari sebuah layanan” (p.78). Dalam bukunya yang berjudul *Konsep Dasar Jaringan Komputer*, Johan (2018) menjelaskan bahwa QoS memungkinkan pengaturan lalu lintas data di jaringan komputer sehingga dapat mengukur dan memastikan kualitas dari sebuah layanan. Dengan QoS, jaringan dapat memberikan prioritas pada jenis data tertentu, seperti panggilan suara atau video, yang memerlukan latensi rendah dan keandalan tinggi. Dengan cara ini, QoS membantu menjaga performa jaringan agar tetap optimal dan memenuhi harapan pengguna.

Studi ini akan menguji dan mengevaluasi kinerja jaringan internet di rumah peneliti dengan menggunakan provider RunNet dengan kecepatan sebesar 10 Mbps selama periode 7 hari. Parameter QoS yang akan diteliti meliputi latensi, jitter, *throughput*, dan *packet loss* guna memahami kualitas layanan yang diberikan dan menilai efektivitas implementasi QoS dalam manajemen jaringan. Fokus penelitian ini adalah pada jenis data tertentu, seperti *Video Conference* (Gmeet), *Video Online* (Youtube), dan *Download* berkas (>500Mbps). Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang berguna untuk pengelolaan dan peningkatan kinerja jaringan internet guna meningkatkan kualitas layanan dan kepuasan pengguna. RunNet Media adalah perusahaan *Internet Service Provide* (ISP) dan Jaringan Internet yang berdiri tahun 2022 di Cileungsi, Bogor. Perusahaan ini juga memiliki cabang di Karanganyar, Jawa Tengah. Cakupan ISP di perusahaan ini hanya di sekitar Cileungsi dan Karanganyar saja. Paket yang mereka tawarkan adalah paket internet, konsultasi IT, Instalasi Wifi dan Lokal *loop*.

2 METODE

Quality of Service (QoS) sebuah sistem yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas jaringan dan menjamin performa aplikasi kritis meskipun kapasitas jaringan terbatas (Keshari, S. K., Kansal, V., & Kumar, S, 2020). QoS mengukur berbagai parameter kinerja yang ditentukan dan dihubungkan dengan sebuah layanan. Model Monitoring QoS terdiri beberapa bagian, yaitu aplikasi monitoring, QoS monitoring, monitor, dan objek yang dimonitor.

Aplikasi monitoring berperan sebagai antarmuka untuk administrator jaringan. Tugasnya adalah mengumpulkan informasi tentang lalu lintas data dari monitor, melakukan analisis, dan memberikan hasil analisis kepada pengguna. QoS Monitoring menyediakan mekanisme untuk memantau QoS dengan mengumpulkan parameter QoS dari lalu lintas data. Monitor mengukur aliran paket data secara real-time dan melaporkan hasilnya kepada aplikasi monitoring.



Gambar 1. Model monitoring QoS (Hasbi, M., & Saputra, N. R., 2021)

Menurut Vinit Jain dalam bukunya yang berjudul *Wireshark Fundamentals: A Network Engineer's Handbook to Analyzing Network Traffic* (2022) menjelaskan bahwa Wireshark adalah alat yang digunakan untuk menganalisis *Quality of Service* (QoS) dalam jaringan. QoS sangat penting untuk mengelola dan memprioritaskan lalu lintas jaringan, sehingga aplikasi dan layanan kritis dapat menerima sumber daya yang diperlukan tepat waktu. TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) adalah standar *Quality of Service* (QoS) yang dikembangkan oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) pada tahun 1999. Parameternya adalah sebagai berikut:

2.1 Latensi

Latensi atau yang sering disebut sebagai *delay*, merupakan durasi yang diperlukan untuk mentransfer data melalui jaringan dari satu komputer ke komputer lainnya, dan biasanya diukur dalam satuan milidetik. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan penundaan ini meliputi jarak, jenis media fisik, volume lalu lintas, dan lamanya durasi pemrosesan (Junirma Buttu, 2023). Rendahnya latensi sangat penting bagi aplikasi *real-time* seperti video konferensi dan VoIP (*Voice over Internet Protocol*) karena dapat mempengaruhi kualitas suara dan gambar yang dihasilkan. Tingginya latensi dapat menyebabkan gangguan atau penurunan kualitas dalam komunikasi *real-time*, yang pada akhirnya dapat mengganggu pengalaman pengguna. (Tan, W. C., 2021).

$$\text{Latensi (Delay)} = \frac{\text{Waktu antar paket}}{\text{Jumlah Paket}}$$

Tabel 1. Kategori Latensi

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

Sumber: ETSI

2.2 Jitter

Jitter memiliki hubungan yang erat dengan latensi, menunjukkan variasi dalam waktu penundaan transmisi data melalui jaringan yang dapat menyebabkan penurunan kualitas suara dalam panggilan VoIP (*Voice over Internet Protocol*). Jitter dapat disebabkan oleh penundaan antrian pada perangkat seperti *router* dan *switch* (Rizqi, H. D., & Tjahjono, B., 2024). Dalam jaringan yang mengalami jitter tinggi, penggunaan buffer jitter dan pengaturan prioritas lalu lintas dapat membantu mengurangi efek jitter. Selain itu, berbagai teknik pengurangan jitter, seperti pengelolaan antrian yang lebih baik dan pengoptimalan jalur transmisi data, dapat diterapkan untuk menjaga kualitas layanan yang optimal. (Hassan, M. A., 2019).

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

Tabel 2. Kategori Jitter

Kategori Jitter	Jitter	Indeks
Sangat Baik	0	4
Baik	1– 75	3
Sedang	76 – 125	2
Buruk	126 – 225	1

Sumber: ETSI

2.3 Troughput

Troughput mengacu pada kecepatan efektif pengiriman data yang diukur dalam bit per detik (bps). Throughput merupakan jumlah total paket yang berhasil diterima pada tujuan selama periode waktu tertentu, dihitung berdasarkan durasi tersebut (Ardhana, N. V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D., 2023). Throughput yang tinggi berarti lebih banyak data dapat ditransmisikan dalam waktu yang lebih singkat, yang sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan koneksi cepat dan stabil seperti *streaming video*, *video conference*, dan transfer file besar. (Zhang, X., 2018).

$$\text{Troughput} = \frac{\text{Data diterima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

Tabel 3. Kategori Troughput

Kategori Troughput	Troughput	Indeks
Sangat Baik	>2.100	5
Baik	1.200 – 2.100	4
Sedang	700 – 1.200	4
Kurang Baik	338 – 700	2
Buruk	0 – 338	1

Sumber: ETSI

2.4 Packet Loss

Packet Loss adalah suatu kejadian di mana satu atau lebih kumpulan informasi yang dikirimkan melalui jaringan gagal mencapai tujuan yang diharapkan. *Packet loss* dapat mempengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan (Nurrobi, I., Kusnadi, K., & Adam, R., 2020). Rendahnya *packet loss* sangat penting untuk menjaga integritas data dan kualitas layanan. Mengurangi *packet loss*

merupakan langkah krusial untuk memastikan bahwa data dapat dikirimkan secara efisien dan andal. Hal ini sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan keandalan tinggi, seperti *streaming video* dan panggilan VoIP. Dengan tingkat *packet loss* yang minimal, aplikasi tersebut dapat beroperasi dengan lancar tanpa gangguan, memastikan pengalaman pengguna yang optimal.

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data yang hilang}}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100$$

Tabel 4. Kategori Packet Loss

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

Sumber: ETSI

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama 7 hari, dari tanggal 17 November 2024 hingga 23 November 2024, dengan pengamatan pada dua kondisi; jam sepi, di mana jaringan WiFi hanya digunakan oleh 1-2 perangkat, dan jam sibuk, di mana jaringan WiFi digunakan oleh 5-6 perangkat. Berikut adalah hasil yang diperoleh dari hari pertama hingga hari ketujuh pada 2 kondisi.

3.1 Hari Pertama

Tabel 5. Pengamatan Sepi pada Hari Pertama

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	1,308	13,084	2.778	0%
Download	0,861	0,861	8.515	0%
Youtube	0,748	0,750	1.000	0%

Tabel 6. Pengamatan Sibuk pada Hari Pertama

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	1,167	1,169	9.370	0%
Download	2,300	2,302	2.979	0%
Youtube	1,040	1,042	7.447	0%

3.2 Hari Kedua

Tabel 7. Pengamatan Sepi pada Hari Kedua

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	28,165	28,160	1.250	0%
Download	2,747	2,748	4.249	0%
Youtube	2,881	3,040	2.666	0%

Tabel 8. Pengamatan Sibuk pada Hari Kedua

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	29,435	29,425	2.245	0%
Download	2,614	2,615	3.066	0%
Youtube	1,415	1,418	4.788	0%

3.3 Hari Ketiga

Tabel 9. Pengamatan Sepi pada Hari Ketiga

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	25,430	25,474	2.476	0%
Download	1,769	1,771	4.249	0%
Youtube	0,640	0,646	11.000	0%

Tabel 10. Pengamatan Sibuk pada Hari Ketiga

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	2,058	2,060	3.764	0%
Download	1,195	1,195	5.598	0%
Youtube	1,389	1,389	4.658	0%

3.4 Hari Keempat

Tabel 11. Pengamatan Sepi pada Hari Keempat

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	26,491	26,551	4.551	0%
Download	1,389	1,389	5.717	0%
Youtube	0,617	0,614	12.000	0%

Tabel 12. Pengamatan Sibuk pada Hari Keempat

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	27,481	27,423	4.520	0%
Download	0,983	0,984	5.717	0%
Youtube	1,948	0,984	12.000	0%

3.5 Hari Kelima

Tabel 13. Pengamatan Sepi pada Hari Kelima

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	28,517	28,574	2.091	0%
Download	1,530	1,532	7.625	0%
Youtube	2,303	2,309	3.272	0%

Tabel 14. Pengamatan Sibuk pada Hari Kelima

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	27,831	27,844	3.437	0%
Download	1,108	1,110	8.679	0%
Youtube	2,028	2,029	3.788	0%

3.6 Hari Keenam

Tabel 15. Pengamatan Sepi pada Hari Keenam

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	24,987	29,997	3.825	0%
Download	1,114	1,116	3.825	0%
Youtube	1,938	1,923	9.858	0%

Tabel 16. Pengamatan Sibuk pada Hari Keenam

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	27,658	27,655	5.450	0%
Download	1,278	1,279	7.521	0%
Youtube	1,145	1,142	4.589	0%

3.7 Hari Ketujuh

Tabel 17. Pengamatan Sepi pada Hari Ketujuh

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	10,332	10,336	5.510	0%
Download	1,110	1,106	9.817	0%
Youtube	2,275	2,484	3.341	0%

Tabel 18. Pengamatan Sibuk pada Hari Ketujuh

Parameter	Latensi (Delay)	Jitter	Troughput	Packet Loss
Gmeet	28,333	28,367	3.859	0%
Download	1,119	0,022	6.798	0%
Youtube	0,987	0,988	7.309	0%

Berdasarkan data pengukuran, berikut adalah rekapitulasi untuk delay tertinggi dan terendah. Dalam kondisi sepi, Gmeet memiliki delay tertinggi sebesar 1,308 ms dan terendah sebesar 28,517 ms. Untuk aktivitas download, delay tertinggi mencapai 0,861 ms dan terendah adalah 2,747 ms. Sedangkan Youtube menunjukkan delay tertinggi sebesar 0,617 ms dan terendah sebesar 2.881 ms. Dalam kondisi sibuk, Gmeet mencatat delay tertinggi sebesar 1,167 ms dan terendah sebesar 29,435 ms. Aktivitas download dalam kondisi sibuk mencapai delay tertinggi sebesar 0,983 ms dan terendah sebesar 2,614 ms. Untuk Youtube, delay tertinggi yang dicapai adalah 0,987 ms dan terendah sebesar 2,028 ms.

Selain itu, berikut adalah rekapitulasi untuk jitter tertinggi dan terendah. Dalam kondisi sepi, Gmeet memiliki jitter tertinggi sebesar 10,336 ms dan terendah sebesar 29,997 ms. Untuk aktivitas

download, jitter tertinggi mencapai 0,861 ms dan terendah adalah 2,748 ms. Sedangkan Youtube menunjukkan jitter tertinggi sebesar 0,646 ms dan terendah sebesar 3,040 ms. Dalam kondisi sibuk, Gmeet mencatat jitter tertinggi sebesar 1,169 ms dan terendah sebesar 29,425 ms. Aktivitas download dalam kondisi sibuk mencapai jitter tertinggi sebesar 0,022 ms dan terendah sebesar 2,615 ms. Untuk Youtube, jitter tertinggi yang dicapai adalah 0,0988 ms dan terendah sebesar 2,029 ms.

Kemudian terlihat bahwa dalam kondisi sepi, *Gmeet* memiliki *throughput* tertinggi sebesar 5.510 Kbps dan terendah sebesar 1.250 Kbps. Untuk aktivitas *download*, *throughput* tertinggi mencapai 9.817 Kbps, sedangkan terendah adalah 3.825 Kbps. Sementara itu, *Youtube* menunjukkan *throughput* tertinggi sebesar 12.000 Kbps dan terendah sebesar 1.000 Kbps. Di sisi lain, dalam kondisi sibuk, *Gmeet* mencatat *throughput* tertinggi sebesar 9.370 Kbps dan terendah sebesar 2.245 Kbps. Aktivitas *download* dalam kondisi sibuk mencapai *throughput* tertinggi sebesar 8.679 Kbps dan terendah sebesar 2.979 Kbps. Sedangkan untuk *Youtube*, *throughput* tertinggi yang dicapai adalah 7.447 Kbps dan terendah sebesar 3.788 Kbps.

Lalu untuk hasil rerata evaluasi kinerja jaringan internet berdasarkan QoS selama 7 hari mengikuti patokan standar *Quality of Service* (QoS) yang dikembangkan oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) pada tahun 1999, yaitu sebagai berikut:

3.8 Latensi (Delay)

Tabel 19. Hasil Latensi (Delay)

Jam	Hasil Pengukuran	Kategori	Indeks
Sepi	1,381 ms	Sangat Baik	4
Sibuk	1,222 ms	Sangat Baik	4

3.9 Jitter

Tabel 20. Hasil Jitter

Jam	Hasil Pengukuran	Kategori	Indeks
Sepi	1,526	Baik	3
Sibuk	1,281	Baik	3

3.10 Troughput

Tabel 21. Hasil Troughput

Jam	Hasil Pengukuran	Kategori	Indeks
Sepi	5.220 Kbps	Sangat Baik	5
Sibuk	5.211 Kbps	Sangat Baik	5

3.11 Packet Loss

Tabel 22. Hasil Packet Loss

Jam	Hasil Pengukuran	Kategori	Indeks
Sepi	0%	Sangat Baik	4
Sibuk	0%	Sangat Baik	4

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja jaringan internet selama 7 hari menggunakan parameter QoS, dapat disimpulkan bahwa kualitas layanan jaringan tergolong sangat baik dalam berbagai kondisi. Tingkat latensi (delay) yang dialami oleh pengguna jaringan internet RunNet berada dalam kategori "Sangat Baik" dengan indeks 4, yang memastikan kualitas optimal untuk aplikasi real-time seperti video konferensi dan VoIP. Jitter juga berada dalam kategori "Baik" dengan indeks 3, hal ini menunjukkan pentingnya stabilitas jaringan dalam menjaga kualitas suara dalam panggilan VoIP. Throughput yang diukur menunjukkan performa dalam kategori "Sangat Baik" dengan indeks 5, sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan koneksi cepat dan stabil. Sementara itu, packet loss berada dalam kategori "Sangat Baik" dengan indeks 4, untuk menjaga integritas data dan memastikan kualitas layanan yang tinggi. Dari analisa QoS diperoleh kesimpulan bahwa jaringan internet yang diuji selama periode 7 hari memiliki performa yang sangat baik secara keseluruhan. Meskipun terdapat variasi dalam throughput, delay, dan jitter antara kondisi sepi dan sibuk, kualitas layanan tetap terjaga dengan nilai yang berada dalam kategori sangat baik hingga Baik. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan mampu menangani beban dengan efisien dan menjaga kualitas koneksi yang optimal bagi pengguna, baik dalam kondisi sepi maupun sibuk. Dengan demikian, hasil analisa ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mempertahankan dan bahkan meningkatkan kualitas layanan jaringan agar tetap sesuai dengan harapan pengguna. Hasil analisa ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mempertahankan dan bahkan meningkatkan kualitas layanan jaringan agar tetap sesuai dengan harapan pengguna. Oleh karena itu, disarankan untuk terus melakukan pemantauan QoS secara rutin, mengoptimalkan jaringan, menerapkan manajemen trafik yang lebih baik, meningkatkan infrastruktur, mengedukasi pengguna tentang praktik terbaik, dan melakukan evaluasi berkala untuk menjaga dan meningkatkan kualitas layanan jaringan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Terima kasih kepada Ibu Ririn Kusumarani yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang konstruktif. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada keluarga dan teman-teman, khususnya Riska dan Putri yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi selama proses ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, N. V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2023). Analisis Quality of Service (QoS) jaringan internet Universitas menggunakan metode Hierarchical Token Bucket (HTB). *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 3(2), 70–76. DOI: <https://doi.org/10.47065/jimat.v3i2.257>
- Army, W. L., dkk. (2022). Teknologi Jaringan Komputer. dari *Widina Bhakti Persada Bandung* (Vol. 3, Issue April). <https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/556276-teknologi-jaringan-komputer-686cfefb.pdf>
- Dr. Ir. Agus Wibowo, M.kom, M.Si, M. (2022). Jaringan Sistem Komputer Jilid 2 2(1). Universitas STEKOM.
- ETSI (n.n). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS). *Technical Report TR 101329 V2.01.01* (Vol. 2, Issue 1). ETSI. Diunduh dari: 932

- https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v020101p.pdf
- GSMA Intelligence. (2023). *Indonesia's future in digital connectivity*. GSMA Intelligence. <https://www.gsma.com/about-us/regions/asia-pacific/wp-content/uploads/2023/12/051223-Indonesia-future.pdf>
- Hasbi, M., & Saputra, N. R. (2021). Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet Kantor Pusat King Bukopin Dengan Menggunakan Wireshark. *Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 12(1), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.24853/justit.12.1.%25p>
- Hassan, M. A. (2019). *Jitter Analysis in VoIP Networks*. *Network Journal*, 35(4), 217-234. <https://doi.org/10.1016/j.network.2019.04.002>
- Jain, V. (2022). Wireshark fundamentals: A network engineer's handbook to analyzing network traffic. In *Wireshark Fundamentals: A Network Engineer's Handbook to Analyzing Network Traffic*. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-8002-7>
- Junirma Buttu. (2023). Analisis Kinerja Jaringan Wlan pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 6 Palopo. *BANDWIDTH: Journal of Informatics and Computer Engineering*, 1(1), 20–27. DOI: <https://doi.org/10.53769/bandwidth.v1i1.380>
- Keshari, S. K., Kansal, V., & Kumar, S. (2020). A Systematic Review of Quality of Services (QOS) in Software Defined Networking (SDN). *Wireless Personal Communications*, 116(3), 2593–2614. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07812-2>
- Meisyaroh Siti,dkk. (2023). Media Siber. dari *Widina Bhakti Persada Bandung* (Vol. 1, Issue April). 25–36.
- Nurrobi, I., Kusnadi, K., & Adam, R. (2020). Penerapan Metode QoS (Quality of Service) untuk Menganalisa Kualitas Kinerja Jaringan Wireless. *Jurnal Digit: Digital of Information Technology*, 10(1), 47-58. DOI: <https://doi.org/10.51920/jd.v10i1.155>
- Penyelenggara Jasa Internet Indonesia) APJII (Asosiasi. (2024). Internet Indonesia. *Survei Penetrasi Internet Indonesia*, 1–90.
- Perkasa, J. E. W. (2018). Konsep Dasar Jaringan Komputer.
- Rizqi, H. D., & Tjahjono, B. (2024). Analisis Quality of Service Jaringan Internet pada Bts Perangkat Ericsson Provider Indosat (Studi Kasus: Bts Indosat). *Jurnal Locus Penelitian Dan Pengabdian*, 3(6), 468–481. DOI: <https://doi.org/10.58344/locus.v3i6.2767>
- RunNetmedia utama. (n.d.). <https://runnetmedia.com/>
- Tan, W. C. (2021). *Latency and Its Impact on Real-Time Applications*. *Journal of Computer Networks*, 48(1), 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.01.005>
- Zhang, X. (2018). *Throughput Analysis in High-Speed Networks*. *International Journal of Network Management*, 27(3), 140-155. <https://doi.org/10.1002/nem.2028>