COSMIC JURNAL TEKNIK
VOL. 2, NO. 2, MEI 2025: 38-45
DOI : 10.55537/cosmic
e-ISSN 3063-4687

Metode Qos (*Quality Of Service)* Sebagai Acuan Evaluasi Kualitas Jaringan Data Internet : Tems Investigation

Almurozy Mursidan[1]
[1]Teknik Informatik Universitas Indrprasta PGRI
E-mail: [1]almurozy.mursidan@gmail.com
Korespondensi : almurozy.mursidan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan observasional untuk mengevaluasi kinerja jaringan dua operator seluler, Operator XX dan Operator XY, berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) meliputi delay, throughput, dan packet loss. Data dikumpulkan menggunakan alat TEMS Investigation melalui pengukuran langsung di dua sektor wilayah padat permukiman di Jempong, Kota Mataram, dengan jarak 100–500 meter dari Node B. Pengukuran dilakukan pada dua rentang waktu, yaitu jam sibuk (16.00–22.00) dan jam normal (22.00–07.00). Hasil menunjukkan bahwa Operator XX unggul pada parameter delay, khususnya di Sektor A dan pada waktu normal, dengan rata-rata delay 33,35 ms, yang tergolong kategori "sangat baik" menurut standar TIPHON. Sementara itu, Operator XY memiliki performa lebih tinggi dan konsisten pada parameter throughput dan packet loss, baik berdasarkan sektor maupun waktu pengukuran, dengan throughput mencapai 39,01 Mb/s dan packet loss 1,60% pada waktu normal, masuk dalam kategori "sedang" dan "sangat baik". Kinerja jaringan cenderung menurun saat jam sibuk, terutama pada parameter throughput dan packet loss, yang disebabkan oleh peningkatan interferensi. Operator XY menunjukkan kemampuan manajemen trafik yang lebih baik, sedangkan Operator XX menunjukkan kestabilan dalam waktu respon. Penelitian ini merekomendasikan optimalisasi jaringan sesuai karakteristik trafik, evaluasi berkala, serta edukasi kepada pengguna agar dapat memilih layanan berdasarkan kebutuhan spesifik.

Kata kunci— LTE, kualitas jaringan, Parameter QoS

Abstract

This study employs a quantitative method with an observational approach to evaluate the network performance of two mobile operators, Operator XX and Operator XY, based on Quality of Service (QoS) parameters: delay, throughput, and packet loss. Data collection was conducted using TEMS Investigation, a field testing tool that records real-time network performance. Measurements were carried out in two densely populated residential sectors in Jempong, Mataram City, at distances ranging from 100 to 500 meters from the same Node B. Testing was conducted during two time periods: peak hours (16:00–22:00) and off-peak hours (22:00–07:00). The results show that Operator XX performed better in terms of delay, particularly in Sector A and during off-peak hours, with an average delay of 33.35 ms, which falls into the "very good" category according to the TIPHON standard. Meanwhile, Operator XY demonstrated higher and more consistent performance in throughput and packet loss across both sectors and time periods, achieving a throughput of 39.01 Mb/s and packet loss of 1.62% during off-peak hours, categorized as "moderate" and "very good" respectively. Network performance tended to decline during peak hours, especially in throughput and packet loss, due to increased network interference. Operator XY showed better traffic management capabilities, while Operator XX maintained more stable response times. The study recommends network optimization based on traffic characteristics, regular performance evaluations, and user education to help consumers choose the most suitable service based on their specific needs.

Keywords: **LTE, Network Quality, Quality of Service Parameters.**

1. PENDAHULUAN

Penggunaan smartphone sebagai sarana untuk mengakses media sosial dan internet telah menjadi bagian tak terpisahkan dari aktivitas sehari-hari masyarakat modern. Dalam era digital saat ini, kebutuhan akan komunikasi tanpa batas menuntut tersedianya koneksi data dengan kecepatan tinggi (*bit rate*) serta kualitas jaringan yang andal dari penyedia layanan seluler. komunikasi yang stabil dan aman untuk mengelola data dari ribuan hingga jutaan perangkat

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

e-ISSN 3063-4687

sehingga konektivitas menjadi tantangan utama, terutama dalam menghadapi latensi tinggi, ketidakstabilan jaringan, dan gangguan eksternal (Mursidan, 2025).

Kebutuhan akan komunikasi yang cepat, stabil, dan tanpa batas semakin meningkat, mendorong operator seluler untuk menyediakan layanan data dengan kecepatan tinggi dan kualitas jaringan yang optimal guna memastikan pengalaman pengguna yang lancar dan responsif. Penetrasi penggunaan internet melalui smartphone yang terus meningkat juga didorong oleh ketersediaan perangkat dengan fitur internet berharga terjangkau, sehingga memperluas aksesibilitas layanan internet kepada berbagai lapisan masyarakat (Wahab, 2016)

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, kualitas performa jaringan harus senantiasa dijaga, khususnya melalui pengawasan parameter-parameter *Quality of Service* (QoS) pada layanan data. QoS berperan penting dalam memastikan konektivitas yang andal, dengan indikator seperti delay, throughput, jitter, dan packet loss yang menjadi acuan utama dalam evaluasi kinerja jaringan. (Fortinet, n.d.). Implementasi QoS yang efektif dapat mengurangi latency dan jitter, serta meningkatkan throughput dan mengurangi packet loss, khususnya pada aplikasi yang sensitif terhadap delay seperti video streaming dan VoIP (Wijaya, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa dan kualitas layanan data berdasarkan standar QoS, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kualitas layanan tersebut. Selain itu, studi ini juga bertujuan untuk melakukan perbandingan kualitas layanan antara dua operator seluler yang berbeda, guna memberikan gambaran menyeluruh terhadap kapabilitas jaringan dalam memenuhi kebutuhan komunikasi digital masyarakat.

Parameter kualitas jaringan dan layanan data internet yang menjadi fokus penelitian ini meliputi *delay, packet loss*, dan *throughput* dengan standarisasi TIPHON sebagai acuan untuk mengkategorikan kualitas jaringan berdasarkan parameter-parameter tersebut, yang mencakup berbagai kategori seperti *sangat baik*, *baik*, dan *sedang*.

1. Total rata-rata *Delay*

   Total rata-rata delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber sampai ke tujuan. (Istiqlalia, 2023)

$$Delay\ Rata-rata = \frac{Total\ Delay}{Rotal\ paket\ yang\ diterima}$$

   Performansi jaringan untuk parameter *delay* berdasarkan standar TIPHON TR.V2.1.1.1999-06 oleh ETSI adalah sebagai berikut: (Apriyanto, 2022)

Tabel 1. Delay standar QoS

Delay (ms)	Kualitas
tend-to-end < 150	Sangat Baik
150 ≤ *tend-to-end* ≤ 300	Baik
300 < *tend-to-end* ≤ 450	Sedang
tend-to-end > 450	Buruk

2. *Throughput*

   Throughput merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur *bandwidth* yang sebenarnya diterima oleh klien, atau jumlah data yang berhasil diterima dengan kondisi yang baik dalam waktu total transmisi dari sumber ke penerima. *Throughput* dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk *bandwidth*, modulasi, SNR (*Signal-to-Noise Ratio*), dan penggunaan teknologi seperti MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) dan *Carrier Aggregation*. (Ainina, 2024)

   Berikut adalah rumus untuk membandingkan *throughput* dengan bandwidth : (Saleh, 2022)

$$Throughput = \frac{Data\ Paket\ Diterima}{Waktu\ Observasi}$$

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

e-ISSN 3063-4687

Performansi jaringan untuk parameter *throughput* berdasarkan standar TIPHON TR.V2.1.1.1999-06 oleh ETSI adalah pada tabel 2: (Apriyanto, 2022)

Tabel 2. *throughput* standar QoS

Throughput (Mb/s)	Kualitas
$75 < \gamma \leq 100$	Sangat Baik
$50 < \gamma \leq 75$	Baik
$25 \leq \gamma \leq 50$	Sedang
$\gamma > 25$	Buruk

3. *Packet loss*

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan jumlah paket data yang hilang atau gagal mencapai tujuan saat pengiriman data dari sumber ke penerima. Penyebab utama terjadinya packet loss adalah kemacetan atau kongesti pada jaringan. Semakin kecil nilai packet loss dalam suatu jaringan, maka semakin baik kinerja jaringan tersebut. Sehingga secara perhitungannya sebagai berikut : (S., 2021)

$$Packet\ Loss = \frac{(Paket\ data\ kirim - Paket\ data\ terima)\ x\ 100}{Paket\ data\ kirim}$$

Performansi jaringan untuk parameter *packet loss* berdasarkan standar TIPHON TR.V2.1.1.1999-06 oleh ETSI adalah pada tabel 3: (Apriyanto, 2022)

Tabel 3. *packet loss* standar QoS

Packet loss (%)	Kualitas
$0 \leq \rho < 3$	Sangat Baik
$3 \leq \rho < 15$	Baik
$15 \leq \rho \leq 25$	Sedang
$\rho > 25$	Buruk

2. METODE PENELITIAN

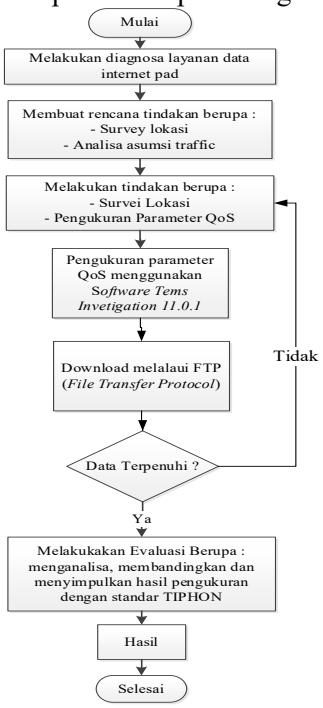
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan observasional untuk mengevaluasi kinerja jaringan dari dua operator seluler, yaitu Operator XX dan Operator XY, berdasarkan parameter-parameter *Quality of Service* (QoS) yang mencakup delay, throughput, dan packet loss. Pengambilan data dilakukan menggunakan perangkat TEMS Investigation, yaitu alat uji lapangan yang mampu merekam dan menganalisis performa jaringan seluler secara real-time.

1. Lokasi Pengukuran : pengukuran dilakukan berdasarkan kepadatan trafik pengguna pada masing-masing operator seluler. Pemilihan sektor dilakukan berdasarkan hasil survei terhadap kepadatan permukiman, yang diasumsikan berkorelasi dengan kepadatan trafik jaringan. Pengukuran dilakukan dengan kombinasi jarak pengukuran mulai dari 100 meter hingga 500 meter dari Node B yang sama. Lokasi pengukuran mencakup Sektor A dan Sektor C yang terletak di wilayah Jempong, Kota Mataram.
2. Parameter pengukuran yaitu *delay, packet loss dan throughput*
3. Waktu Pengukuran : Pengukuran dilakukan pada dua waktu yang berbeda, yaitu pada jam sibuk (16.00-22.00) dan jam normal (22.00-07.00)
4. Alat dan Teknik Pengukuran : menggunakan TEMS Investigation, yaitu alat uji lapangan yang merekam data kinerja jaringan secara langsung. Data yang dikumpulkan mencakup parameter delay, throughput, dan packet loss dari kedua operator pada lokasi yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan secara bersamaan dengan parameter yang sama, sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara langsung
5. Diagram pengukuran dan analisa

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

COSMIC JURNAL TEKNIK
VOL. 2, NO. 2, MEI 2025: 38-45
DOI : 10.55537/cosmic
e-ISSN 3063-4687

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 2 :



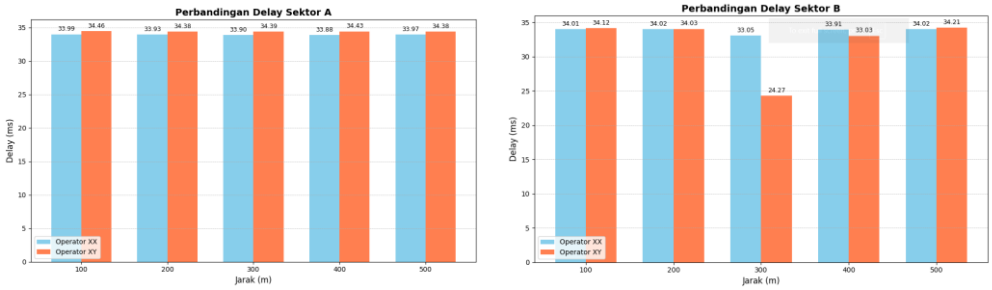
Gambar 2. *Flow Chart*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Berdasarkan Area Sektor.

Perbandingan nilai parameter *QoS* pada Operator XX dan Operator XY berdasarkan Sektor pengukuran:

1. Total *delay* rata-rata



Gambar 3. Perbandingan kinerja parameter *delay* pada operator.

Hasil pengukuran di area sektor menunjukkan bahwa Operator XX memiliki kinerja delay yang lebih baik di Sektor A, dengan rata-rata delay sebesar 33,93 ms, dibandingkan Sektor B yang mencapai 34,41 ms. Sementara itu, Operator XY menunjukkan performa delay yang lebih baik di Sektor B dengan rata-rata 33,98 ms, dibandingkan Sektor A yang mencatat delay sebesar 32,10 ms.

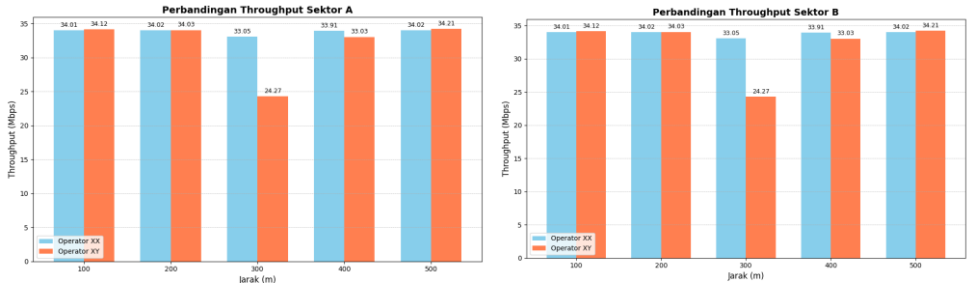
Secara umum, semakin rendah nilai delay, semakin baik kualitas jaringan di sektor tersebut. Berdasarkan standar TIPHON (Tabel 1), delay dari kedua operator masih berada dalam kategori *sangat baik* untuk jarak pengukuran 100 hingga 500 meter, karena nilainya berada di bawah ambang batas 150 ms. Delay juga dipengaruhi oleh faktor utilisasi. Operator XX memiliki nilai utilisasi rata-rata yang lebih rendah, yaitu 0,1,

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

e-ISSN 3063-4687

dibandingkan dengan Operator XY yang memiliki rata-rata 0,6. Secara teori, semakin tinggi tingkat utilisasi, semakin besar pula nilai delay yang dihasilkan pada jaringan.

2. *Throughput*

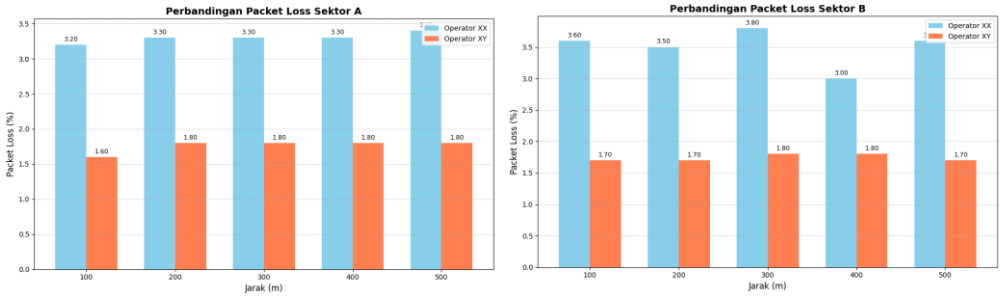


Gambar 4. Perbandingan Kinerja parameter *Throughput* pada operator

Berdasarkan hasil pengukuran throughput di area sektor, baik Operator XX maupun Operator XY menunjukkan performa throughput yang lebih baik di Sektor B. Rata-rata throughput Operator XX di Sektor B tercatat sebesar 26,46 Mb/s, sedangkan Operator XY mencapai 36,80 Mb/s. Jika dibandingkan dengan Sektor A, throughput Operator XX sedikit lebih rendah yaitu 25,80 Mb/s, sementara nilai throughput Operator XY tetap stabil di angka 36,80 Mb/s. Mengacu pada standar TIPHON (Tabel 2), nilai throughput kedua operator berada dalam kategori *sedang* untuk jarak pengukuran 100 hingga 500 meter, yakni dalam rentang 25 Mb/s ≤ ϒ ≤ 50 Mb/s.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Operator XY memiliki performa throughput yang lebih tinggi daripada Operator XX, meskipun keduanya masih berada dalam kategori *sedang* menurut standarisasi TIPHON.

3. *Packet loss*



Gambar 5. Perbandingan kinerja parameter *packet loss* pada operator.

Berdasarkan hasil pengukuran packet loss di area sektor, Operator XX menunjukkan kinerja yang lebih baik di Sektor A dengan rata-rata packet loss sebesar 3,30 %, dibandingkan Sektor B yang mencatat 3,70 %. Sementara itu, Operator XY juga menunjukkan performa lebih baik di Sektor A dengan nilai rata-rata packet loss sebesar 1,70 %, dibandingkan Sektor B yang mencapai 1,80%. Secara umum, semakin kecil nilai packet loss, semakin baik kualitas jaringan pada suatu area. Mengacu pada standar TIPHON (Tabel 3), nilai packet loss untuk Operator XX berada dalam kategori *baik* dengan rentang 3% ≤ ρ < 15%, sedangkan Operator XY termasuk dalam kategori *sangat baik* dengan nilai ρ < 3%, untuk jarak pengukuran antara 100 hingga 500 meter.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa Operator XY memiliki performa packet loss yang lebih baik dibandingkan Operator XX. Perbedaan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor interferensi jaringan yang berdampak pada peningkatan bit error rate saat pengiriman data.

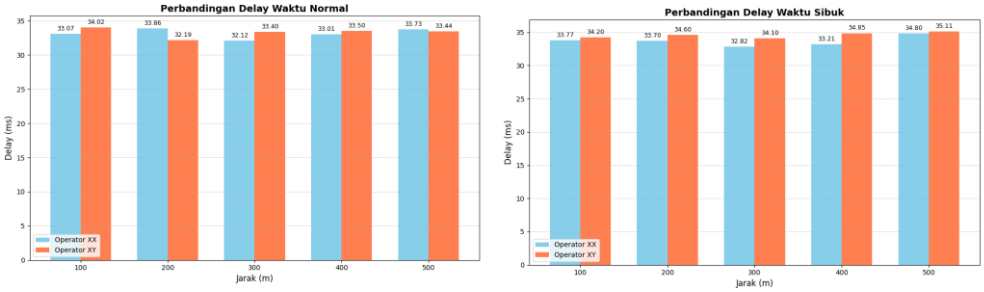
3.2 Berdasarkan Waktu Pengukuran

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

e-ISSN 3063-4687

.Perbandingan nilai parameter *QoS* pada Operator XX dan Operator XY berdasarkan waktu pengukuran :

1. Total *delay* rata-rata

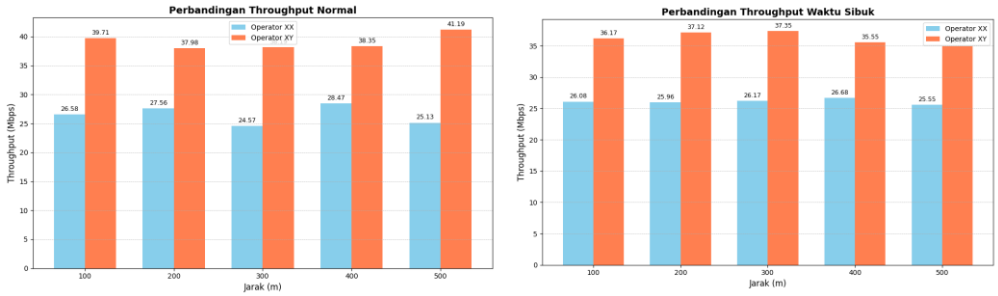


Gambar 6. Perbandingan kinerja parameter *delay* berdasarkan waktu pengukuran.

Pengukuran nilai delay pada Operator XX dan Operator XY menunjukkan bahwa performa delay lebih baik pada waktu normal dibandingkan dengan waktu sibuk. Pada waktu normal, rata-rata delay Operator XX tercatat sebesar 33,35 ms, sementara Operator XY sebesar 33,44 ms. Sebaliknya, pada waktu sibuk, delay meningkat menjadi 34,28 ms untuk Operator XX dan 34,65 ms untuk Operator XY. Kenaikan ini kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya trafik jaringan yang memengaruhi proses transmisi data.

Mengacu pada standar TIPHON (Tabel 1), nilai delay kedua operator masih berada dalam kategori *sangat baik* untuk jarak pengukuran 100 hingga 500 meter, yaitu dengan nilai delay < 150 ms. Operator XX menunjukkan nilai utilisasi yang lebih rendah dibandingkan Operator XY, yang turut berkontribusi pada performa delay yang lebih stabil. Baik pada waktu normal maupun sibuk, Operator XX secara konsisten mencatat delay yang lebih baik dibandingkan Operator XY. Meskipun demikian, kedua operator tetap mempertahankan performa delay dalam kategori *sangat baik* sesuai standar TIPHON.

2. *Throughput*



Gambar 7. Perbandingan kinerja parameter *throughput* berdarkan waktu pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran, kedua operator menunjukkan performa throughput yang lebih baik pada waktu normal dibandingkan dengan waktu sibuk. Pada waktu normal, rata-rata throughput Operator XX tercatat sebesar 26,46 Mb/s, sedangkan Operator XY mencapai 39,01 Mb/s. Sebaliknya, saat jam sibuk, throughput Operator XX menurun menjadi 26,01 Mb/s, sementara Operator XY menjadi 36,21 Mb/s. Penurunan throughput pada waktu sibuk diduga kuat disebabkan oleh peningkatan interferensi jaringan, yang memengaruhi kecepatan pengiriman frame data.

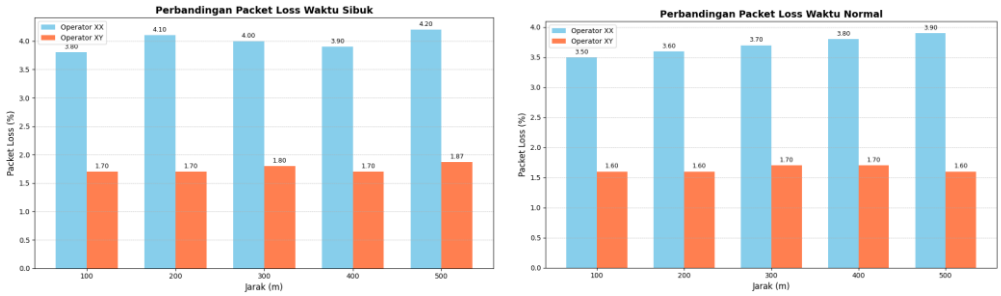
Mengacu pada standar TIPHON (Gambar 7), nilai throughput kedua operator berada dalam kategori *sedang* untuk jarak pengukuran 100 hingga 500 meter, yakni dalam rentang 25 Mb/s $\leq$ ϒ $\leq$ 50 Mb/s. Secara keseluruhan, Operator XY menunjukkan performa throughput yang lebih baik pada kedua waktu pengukuran. Hal ini mengindikasikan bahwa Operator XY memiliki kemampuan manajemen interferensi

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

e-ISSN 3063-4687

yang lebih baik dibandingkan Operator XX, sehingga mampu mempertahankan kecepatan transfer data yang lebih stabil di berbagai kondisi trafik.

3. *Packet loss*



Gambar 8. Perbandingan kinerja parameter *packet loss* berdasarkan waktu pengukuran

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kedua operator mencatat nilai packet loss yang lebih rendah pada waktu normal dibandingkan dengan waktu sibuk. Pada waktu normal, rata-rata packet loss Operator XX sebesar 3,70%, sedangkan Operator XY mencatat 1,62%. Pada waktu sibuk, nilai tersebut meningkat menjadi 4,01% untuk Operator XX dan 1,75% untuk Operator XY. Semakin kecil nilai packet loss, maka semakin baik kualitas jaringan. Peningkatan packet loss pada waktu sibuk kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya interferensi yang berdampak pada kenaikan bit error rate, sehingga menyebabkan kehilangan data selama transmisi.

Mengacu pada standar TIPHON (Tabel 3), packet loss Operator XX berada dalam kategori *baik* ($3\% \leq \rho < 15\%$), sementara Operator XY berada dalam kategori *sangat baik* ($0\% \leq \rho < 3\%$) pada jarak pengukuran 100–500 meter. Dengan mempertimbangkan hasil pada kedua waktu pengukuran, Operator XY menunjukkan kinerja packet loss yang lebih stabil dan unggul dibandingkan Operator XX, baik saat trafik rendah maupun tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Operator XX dan Operator XY menunjukkan kinerja jaringan yang cukup baik dengan keunggulan masing-masing pada parameter Quality of Service (QoS). Operator XX unggul dalam parameter delay, baik berdasarkan lokasi maupun waktu pengukuran, yang menunjukkan kemampuan jaringan dalam memberikan respon cepat, terutama pada saat trafik rendah. Di sisi lain, Operator XY menunjukkan performa yang lebih konsisten dan unggul dalam parameter throughput dan packet loss, baik di berbagai sektor maupun kondisi waktu, yang mencerminkan efisiensi dan stabilitas dalam pengiriman data. Meskipun terjadi penurunan performa pada jam sibuk, terutama akibat peningkatan interferensi, kedua operator masih mampu mempertahankan kualitas layanan dalam kategori yang layak menurut standar TIPHON. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua jaringan dapat diandalkan, dengan Operator XX lebih cocok untuk layanan yang membutuhkan respon cepat, dan Operator XY lebih sesuai untuk kebutuhan transfer data yang stabil dan efisien.

4.2 Saran

Operator XX perlu meningkatkan efisiensi data, sementara Operator XY sebaiknya memperbaiki delay. Kedua operator juga disarankan mengoptimalkan jaringan di tiap sektor dan rutin memantau performa, terutama saat trafik tinggi. Selain itu, edukasi kepada pelanggan tentang keunggulan masing-masing jaringan penting agar mereka dapat memilih layanan yang paling sesuai.

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

e-ISSN 3063-4687

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ainina, H. &. (2024). Analisis Quality Of Service Jaringan Internet 4G Dengan Parameter Throghput, Delay Dan Jitter Pada Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar. . *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi, 8(2)*, 33-41.

[2] Apriyanto, H. L. (2022). Quality Of Service (QoS) Analysis on The Internet Network (Case Study: Purwodadi Botanical Garden–BRIN). *SMARTICS J, 8(1)*, 8-13.

[3] Fortinet. (n.d.). *What is Quality of Service (QoS) in Networking?* Retrieved from Fortinet home: Diakses 20 April 2025 dari https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/qos-quality-of-service

[4] Istiqlalia, I. I. (2023). Analisis Kualitas Layanan Internet Wlan Pada Biznet Dengan Menghitung Delay, Troughput, Dan Packet Loss Untuk Mengidentifikasi Penyebab Hambatan Internet Berdasarkan Quality Of Service (QOS). *Computing Insight: Journal of Computer Science, 5(1).*, 28-35.

[5] Mursidan, A. (2025). Efektivitas Ocean Protect Untuk Konektivitas Sistem Monitoring Smart Meter. *SISFOTENIKA, 15(1)*, 23-32.

[6] S., H. P. (2021). Analisis Perbandingan Quality of Service (QoS) Pada Jaringan 4G Terhadap Layanan Video Conference. . *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam, 2(2).*, 78-82. doi:https://doi.org/10.33096/busiti.v2i2.751.

[7] Saleh, A. K. (2022). Quality of Service (QoS) Comparative Analysis of Wireless Network. . *INAJEEE (Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering), 5(2).*, 30-37.

[8] Suryani, D. S. (2020). Analisis Quality of Service pada Jaringan Internet Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kota Jayapura. . *JATISI (Jurnal Teknologi Informasi dan Sistem Informasi), 6(2)*, 123–130..

[9] Wahab, R. A. (2016). Analisis perkembangan internet broadband di wilayah perbatasan Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika, 6(2).*, 201-226.

[10] Wijaya, A. A. (2024). Implementasi quality of service (QoS) menggunakan Wireshark pada Jaringan Wireless LAN. *Digital Transformation Technology, 4(1).*, 296-303.

© 2025 The Author(s). Published by AIRA . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)