

ANALISIS DAN EVALUASI KINERJA JARINGAN KOMPUTER DENGAN METODE QUALITY OF SERVICE (QOS) MENGGUNAKAN APLIKASI WIRESHARK DI SMA NEGERI 9 KOTA TASIKMALAYA

Isha Alfitriani¹, Zelda Azahra Putri², Helmy Dzulfikar³

12,3) Prodi Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Indonesia

Article Info

Article history:

Received: 20 Mei 2026

Revised: 20 Juli 2026

Accepted: 30 Juli 2026

ABSTRACT

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kinerja jaringan komputer di SMA Negeri 9 Tasikmalaya menggunakan metode *Quality of Service* (QoS). Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya beberapa permasalahan jaringan seperti koneksi WiFi yang tidak stabil, keterbatasan *bandwidth* sebesar 130 Mbps, serta penggunaan satu sumber internet. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas jaringan serta memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan adalah analisis QoS dengan parameter *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet Loss* yang diukur menggunakan aplikasi *Wireshark*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan pengukuran langsung pada tiga lokasi yaitu ruang guru, ruang wakasek dan TU, serta area lobi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Throughput* berbeda pada setiap lokasi, dengan performa terbaik terdapat pada ruang guru. Parameter *Delay* dan *Jitter* berada dalam kategori sangat baik yang menunjukkan kestabilan jaringan. Namun, nilai *Packet Loss* di ruang guru mencapai 7,8% yang termasuk kategori sedang. Secara keseluruhan, kinerja jaringan tergolong baik tetapi belum merata. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi *bandwidth*, penambahan sumber internet, serta pembaruan perangkat jaringan untuk meningkatkan kualitas layanan.

Kata Kunci: Quality of Service; Evaluasi Jaringan; Wireshark; Jaringan Komputer; Throughput; Delay; Packet Loss.

Abstract

This study aims to analyze and evaluate the performance of a computer network at SMA Negeri 9 Tasikmalaya using the Quality of Service (QoS) method. The research is motivated by several issues found in the network, such as unstable WiFi connections, limited bandwidth of 130 Mbps, and the use of a single internet service provider. The objective of this study is to determine the quality of the network and provide recommendations for improvement. The method used is QoS analysis with parameters including Throughput, Delay, Jitter, and Packet Loss, measured using Wireshark. Data were collected through observation, interviews, and direct network traffic monitoring at three different locations: the teacher's room, administrative office, and lobby area. The results show that Throughput values vary significantly across locations, with the highest performance observed in the teacher's room. The Delay and Jitter parameters fall within the "very good" category, indicating stable data transmission. However, Packet Loss in the teacher's room reaches 7.8%, which is categorized as moderate and indicates network congestion. Overall, the network performance is considered good but not evenly distributed. Therefore, improvements such as bandwidth optimization, addition of internet sources, and upgrading network devices are recommended to enhance network performance.

Keywords: Quality of Service; Network Evaluation; Wireshark; Computer Network; Throughput; Delay; Packet Loss.

Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi oleh Universitas Dharmawangsa Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan dengan Lisensi



Corresponding Author:E-mail : helmydz@unsil.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi menunjukkan kemajuan yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Teknologi Internet adalah salah satu teknologi terkini yang dimulai dengan berkembangnya teknologi jaringan komputer sekitar tahun 1960[1]. Jaringan internet adalah jaringan komputer yang terdiri dari ribuan jaringan komputer independen yang saling terhubung satu sama lain[2]. Sektor pendidikan, terutama sekolah menengah kejuruan, sangat membutuhkan layanan jaringan nirkabel untuk manajemen, aktivitas akademik, dan pembelajaran berbasis digital[3].

Perkembangan teknologi komunikasi ini juga didukung dengan semakin meningkatnya kemajuan infrastruktur dan teknologi [4]. Dalam era digital saat ini, teknologi jaringan telah menjadi tulang punggung komunikasi dan informasi di berbagai bidang, termasuk dalam dunia pendidikan. Di lingkungan sekolah, jaringan komputer berfungsi sebagai sarana komunikasi antara guru dan siswa, juga menjadi media penting dalam penyampaian informasi kepada masyarakat serta mendukung pelaksanaan administrasi sekolah secara efektif dan efisien[5].

Penelitian sebelumnya yang berjudul “Implementasi *Quality of Service* (QoS) menggunakan *Wireshark* pada Jaringan Wireless LAN” karya Anton Wijaya dkk tahun 2024 menerapkan metode QoS dengan fokus pada parameter *Delay* dan *Packet Loss*, serta memanfaatkan aplikasi *Wireshark* sebagai alat analisis jaringan[6].

Jaringan komputer merupakan sebuah sistem yang menghubungkan komputer, perangkat lunak, dan berbagai perangkat jaringan lainnya agar dapat bekerja secara bersama-sama dalam mencapai suatu tujuan[7]. Dalam jaringan tersebut, setiap perangkat saling terhubung melalui media perantara seperti *router* dan *switch*, baik menggunakan kabel maupun secara nirkabel (tanpa kabel)[8].

Topologi jaringan adalah gambaran bentuk koneksi fisik yang menghubungkan setiap node (titik) dalam suatu jaringan. Pada jaringan lokal sederhana atau Local Area Network (LAN), terdapat tiga jenis topologi yang paling umum digunakan, yaitu Topologi Bus, Topologi Star (Bintang), dan Topologi Ring (Cincin)[9].

Quality of Service (QoS) adalah suatu metode pengukuran yang digunakan untuk menilai dan menentukan kualitas jaringan secara lebih baik dan terstruktur, sehingga jaringan dapat memenuhi kebutuhan layanan yang diharapkan[10].

Berdasarkan hasil dari observasi awal di SMA Negeri 9 Tasikmalaya, ditemukan beberapa permasalahan pada infrastruktur jaringan komputer, antara lain keterbatasan bandwidth internet sebesar 130 Mbps yang digunakan secara bersama-sama oleh seluruh pengguna sekolah, penggunaan satu sumber koneksi internet (single ISP), serta adanya indikasi kualitas jaringan yang belum merata pada beberapa area. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan performa jaringan, terutama pada lokasi dengan tingkat penggunaan tinggi seperti ruang guru yang menunjukkan nilai *Packet Loss* lebih besar dibandingkan lokasi lainnya. Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya evaluasi kualitas jaringan secara menyeluruh menggunakan parameter Quality of Service (QoS).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kualitas jaringan; (2) mengukur *Throughput, Delay, Jitter, Packet Loss*; (3) membandingkan hasil antar lokasi; (4) memberikan rekomendasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *Quality of Service* untuk melakukan evaluasi performansi jaringan[11]. Metode ini digunakan untuk menganalisis kualitas jaringan komputer berdasarkan parameter teknis yang terukur.

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran mengenai seberapa baik sebuah jaringan serta upaya untuk mendefinisikan karakteristik dari layanan jaringan tersebut. Dengan menggunakan metode ini, kualitas jaringan dapat dianalisis berdasarkan parameter-parameter tertentu [12].

Parameter yang digunakan dalam pengukuran QoS meliputi *Throughput, Delay, Jitter*, dan *Packet Loss* yang digunakan untuk mengetahui kualitas layanan jaringan secara keseluruhan. Parameter-parameter tersebut menjadi acuan dalam menentukan baik atau tidaknya performa jaringan berdasarkan standar yang berlaku.

Aplikasi yang digunakan untuk mengukur jaringan adalah *Wireshark*. *Wireshark* adalah perangkat lunak *open-source* yang berfungsi untuk menangkap dan menganalisis paket data yang beredar di jaringan[11].

Prosedur pengukuran dilakukan secara langsung (*real-time*) menggunakan aplikasi *Wireshark* pada tiga lokasi pengujian, yaitu ruang guru, ruang wakasek dan TU, serta area lobi. Pengujian dilaksanakan pada siang hari, yaitu pukul 12.00–12.50 WIB, dengan pertimbangan bahwa pada jam tersebut jaringan berada dalam kondisi operasional aktif sekolah. Durasi proses *capture* data dilakukan selama 5 menit di ruang guru dan area lobi, sedangkan di ruang wakasek dan TU dilakukan selama 3–4 menit, menyesuaikan dengan kestabilan proses penangkapan paket data pada masing-masing lokasi.

Berdasarkan hasil observasi selama proses pengambilan data, pada ruang guru terdapat sekitar 20–25 perangkat aktif yang terhubung ke jaringan, sedangkan pada ruang wakasek dan TU terdapat sekitar 15–20 perangkat. Adapun pada area lobi, jumlah perangkat aktif tidak dapat ditentukan secara pasti karena bersifat dinamis. Area lobi merupakan area semi-publik yang digunakan oleh warga sekolah maupun tamu, namun akses terhadap jaringan WiFi dibatasi melalui mekanisme autentikasi sehingga hanya pengguna yang telah memperoleh izin atau kredensial akses dari pihak sekolah yang dapat terhubung ke jaringan. Mobilitas pengguna yang tinggi menyebabkan jumlah perangkat yang terhubung berubah-ubah selama proses pengukuran. Dengan demikian, jumlah perangkat aktif pada setiap lokasi tidak dapat didokumentasikan secara akurat dan menjadi salah satu keterbatasan dalam penelitian ini.

Penilaian kualitas jaringan pada penelitian ini mengacu pada standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON), yang membagi setiap parameter QoS ke dalam beberapa kategori berdasarkan rentang nilai dan indeksinya, sebagaimana ditunjukkan pada tabel standarisasi parameter berikut.

Tabel 2. 1 Standarisasi Throughput

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat Bagus	76 - 100	4
Bagus	51 - 75	3
Sedang	26 - 50	2
Buruk	<25	1

Tabel 2. 2 Standarisasi Delay

Kategori	Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450	2

Buruk	>450	1
-------	------	---

Tabel 2. 3 Standarisasi Jitter

Kategori	Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 – 75 ms	3
Sedang	75 – 125 ms	2
Buruk	125 – 225 ms	1

Tabel 2. 4 Standarisasi Packet Loss

Kategori	Paket loss	Indeks
Sangat Bagus	0 – 3 %	4
Bagus	3 – 15 %	3
Sedang	15 – 25 %	2
Buruk	>25 %	1

Kategori-kategori pada Tabel diatas tersebut menjadi acuan dalam penentuan kategori “Sangat Bagus”, “Bagus”, “Sedang”, dan “Buruk” pada nilai *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet Loss* yang disajikan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan ini, dijelaskan hasil pengujian kualitas jaringan menggunakan *Wireshark*. Parameter yang diuji meliputi *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet Loss* yang merupakan indikator *Quality of Service* (QoS). Selain itu, berdasarkan hasil observasi dan wawancara, diperoleh gambaran mengenai infrastruktur jaringan yang digunakan di SMA Negeri 9 Tasikmalaya. Jaringan menggunakan sistem terpusat dengan *router* Mikrotik sebagai pusat pengelolaan jaringan, yang terhubung ke internet provider Forte dengan *bandwidth* 130 Mbps dan didistribusikan ke beberapa *access point* pada area sekolah. Adapun topologi jaringan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Topologi Jaringan SMAN 9 Kota Tasikmalaya

Berdasarkan Gambar 3.1, jaringan didistribusikan dari ruang server menuju *switch* utama, kemudian diteruskan ke beberapa *access point* seperti ruang guru, ruang wakasek dan TU, area lobi, serta laboratorium komputer. Perbedaan lokasi penggunaan jaringan tersebut menjadi salah satu faktor yang memengaruhi hasil pengujian QoS pada masing-masing area.

Pada bagian ini juga, dijelaskan hasil pengujian kualitas jaringan menggunakan *Wireshark*. Parameter yang diuji pada penelitian meliputi *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet Loss* yang merupakan indikator *Quality of Service* (QoS).

3.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian QoS Setiap Ruangan

Setelah dilakukan analisis terhadap parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *Packet Loss* pada setiap area pengujian, maka hasil keseluruhan pengukuran dapat dirangkum dalam Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Tabel Hasil Rekap Pengujian

No.	Lokasi Pengujian	<i>Throughput</i>	<i>Delay</i>	<i>Jitter</i>	<i>Packet Loss</i>	Kategori
1.	Ruang Guru	801	8,35	0,0066	7,8	<i>Throughput</i> : Sangat Bagus <i>Delay</i> : Sangat Bagus <i>Jitter</i> : Bagus <i>Packet Loss</i> : Sedang

2.	Ruang Wakasek & TU	34	76,69	0,0004	0,9	<i>Throughput</i> : Sedang <i>Delay</i> : Sangat Bagus <i>Jitter</i> : Bagus <i>Packet Loss</i> : Bagus
3.	Lobi	48	57,85	0,0086	0,7	<i>Throughput</i> : Sedang <i>Delay</i> : Sangat Bagus <i>Jitter</i> : Bagus <i>Packet Loss</i> : Bagus

Berdasarkan Tabel 3.1, Ruang Guru memiliki *throughput* tertinggi dengan kategori sangat bagus, namun *Packet Loss* masih berada pada kategori sedang. Area Wakasek dan TU serta Area Lobi memiliki *throughput* kategori sedang, namun tetap menunjukkan kualitas *delay* dan *Jitter* yang baik. Secara keseluruhan, kualitas jaringan di setiap area masih berada pada kategori baik dan layak digunakan untuk kebutuhan operasional sekolah.

3.2 Throughput

Proses pengukuran *Throughput* di tiga ruangan yang ada di SMAN 9 Tasikmalaya menggunakan *Wireshark*. Berdasarkan hasil perhitungan *Throughput* pada beberapa lokasi di SMA Negeri 9 Tasikmalaya, terlihat adanya perbedaan nilai *Throughput* yang cukup signifikan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Pada ruang guru, nilai *Throughput* yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan ruang wakasek dan TU, dan Lobi. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pengiriman data di ruang guru relatif lebih baik.

Perbedaan nilai *Throughput* tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah pengguna jaringan, jarak terhadap *access point*, serta kondisi perangkat jaringan yang digunakan. Semakin banyak pengguna yang terhubung dalam satu jaringan, maka *bandwidth* yang tersedia akan terbagi sehingga dapat menurunkan nilai *Throughput*.

3.3 Delay

Berdasarkan hasil perhitungan *Delay* pada tiga lokasi pengujian di SMA Negeri 9 Tasikmalaya, diperoleh nilai *Delay* yang berbeda-beda. Pada ruang guru, nilai *Delay* sebesar 8,35 ms, pada ruang wakasek dan TU sebesar 76,69 ms, serta pada area lobi sebesar 57,85 ms. Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa performa jaringan di setiap lokasi tidak merata. Nilai *Delay* terkecil terdapat pada ruang guru, yang menandakan bahwa proses pengiriman data pada lokasi tersebut berjalan lebih cepat dibandingkan lokasi lainnya.

Seluruh nilai *Delay* yang diperoleh masih berada dalam kategori sangat baik karena hasilnya berada di bawah 150 ms. Meskipun demikian, perbedaan nilai *Delay* antar lokasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah pengguna jaringan, jarak terhadap *access point*, serta kondisi perangkat jaringan. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi jaringan seperti pemerataan akses point dan manajemen *bandwidth* agar kualitas jaringan tetap stabil dan merata di seluruh area.

3.4 Jitter

Berdasarkan hasil perhitungan *Jitter* pada tiga lokasi pengujian di SMA Negeri 9 Tasikmalaya, diperoleh nilai *Jitter* yang sangat kecil, yaitu 0,0066 ms pada ruang guru, 0,0004 ms pada ruang wakasek dan TU, serta 0,0085 ms pada area lobi. Hasil nilai ini menunjukkan bahwa variasi waktu kedatangan paket data pada jaringan sangat rendah, sehingga kestabilan pengiriman data dapat dikatakan sangat baik.

Jika mengacu pada standar QoS, seluruh nilai *Jitter* yang diperoleh berada dalam kategori sangat baik karena masih jauh di bawah batas toleransi yaitu 75 ms. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan memiliki tingkat kestabilan yang tinggi dan mampu mengirimkan data secara konsisten tanpa fluktuasi yang signifikan. Meskipun demikian, pemeliharaan jaringan tetap perlu dilakukan agar kualitas ini dapat dipertahankan.

3.5 Packet Loss

Berdasarkan hasil perhitungan *Packet Loss* pada tiga lokasi pengujian di SMA Negeri 9 Tasikmalaya, diperoleh nilai *Packet Loss* yang berbeda pada setiap lokasi. Pada ruang guru, nilai *Packet Loss* sebesar 7,8%, sedangkan pada ruang wakasek dan TU sebesar 0,9%, serta pada area lobi sebesar 0,7%. Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa tingkat

kehilangan paket data pada jaringan tidak merata di setiap lokasi. Nilai *Packet Loss* tertinggi terdapat pada ruang guru, yang menandakan adanya gangguan dalam proses transmisi data pada lokasi tersebut.

Jika mengacu pada standar QoS, nilai *Packet Loss* pada ruang guru termasuk dalam kategori sedang, sedangkan pada ruang wakasek dan TU serta lobi termasuk dalam kategori baik. Tingginya *Packet Loss* pada ruang guru dapat disebabkan oleh kepadatan pengguna jaringan, keterbatasan *bandwidth*, serta kemungkinan gangguan pada perangkat jaringan. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan seperti peningkatan kapasitas *bandwidth*, optimalisasi manajemen jaringan, serta pemeriksaan perangkat jaringan agar dapat mengurangi kehilangan paket dan meningkatkan kualitas layanan jaringan secara keseluruhan.

3.6 Analisis Komparatif Antar Lokasi

Hasil Pengukuran keempat parameter QoS pada ketiga lokasi menunjukkan pola yang menarik dan saling berkaitan. Secara keseluruhan, setiap lokasi memiliki karakteristik performa yang berbeda-beda, yang dapat dijelaskan melalui faktor kondisi infrastruktur, kepadatan pengguna, dan fungsi ruangan.

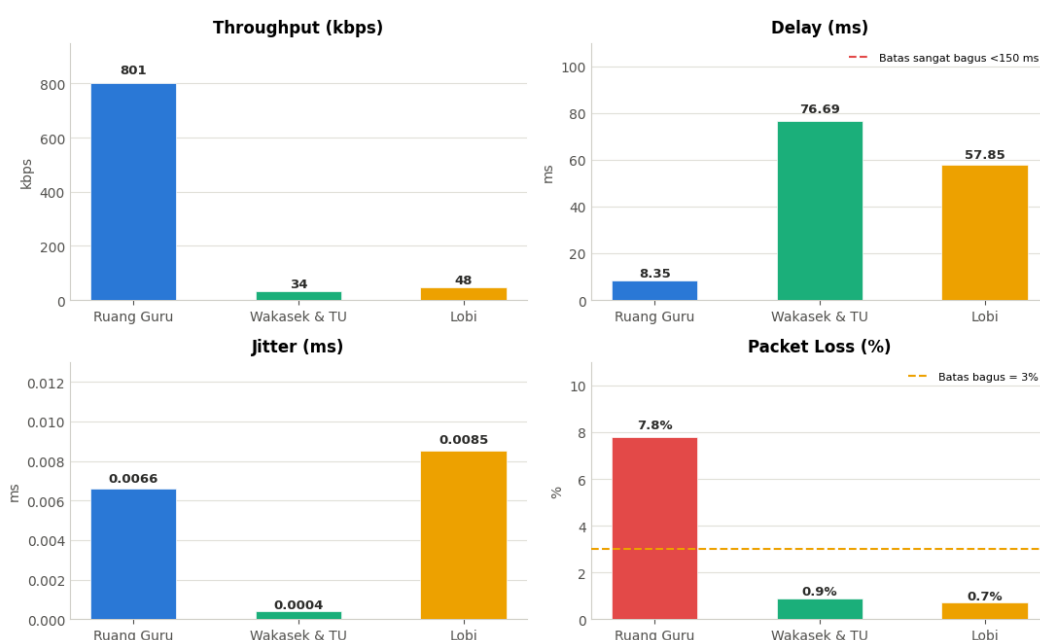
Ruang guru mencatat *throughput* tertinggi sebesar 801 kbps, namun sekaligus memiliki *Packet Loss* tertinggi sebesar 7,8% (kategori sedang). Fenomena ini tampak kontradiktif, namun dapat dijelaskan dengan kondisi kepadatan pengguna jaringan. Ruang guru merupakan area dengan jumlah pengguna aktif terbanyak yang mengakses jaringan secara bersamaan, sehingga lalu lintas data (traffic) yang tinggi justru memicu terjadinya kongesti (*congestion*) pada jaringan. Kongesti inilah yang menyebabkan banyak paket data gagal dikirim atau drop, sehingga *Packet Loss* meningkat. Kondisi ini konsisten dengan pernyataan bahwa *Packet Loss* biasanya terjadi karena kemacetan atau *Congestion* dalam jaringan. Selain itu, perangkat jaringan yang sudah cukup lama digunakan di ruang guru diduga turut berkontribusi pada tingginya *Packet Loss* tersebut.

Sebaliknya, ruang wakasek dan TU mencatat *throughput* terendah sebesar 34 kbps, namun *Packet Loss*-nya hanya 0,9% (kategori baik). Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah pengguna di ruang tersebut lebih sedikit dan aktivitas jaringan lebih terbatas, sehingga *bandwidth* yang tersedia tidak terbebani secara berlebihan. Nilai *Delay* pada ruang ini juga tercatat paling tinggi di antara ketiga lokasi, yaitu 76,69 ms, yang

kemungkinan dipengaruhi oleh jarak fisik yang lebih jauh dari *access point* atau adanya hambatan sinyal.

Area lobi berada di posisi menengah untuk hampir semua parameter *throughput* 48 kbps, *Delay* 57,85 ms, dan *Packet Loss* 0,7% (kategori baik). Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa area lobi diakses oleh pengguna bervariasi. *Jitter* pada ketiga lokasi secara keseluruhan berada dalam kategori sangat baik (dibawah 0,01 ms), yang mengindikasikan stabilitas transmisi data yang tinggi di seluruh area pengujian.

Untuk memperjelas perbandingan performa jaringan antar lokasi, hasil pengukuran keempat parameter QoS disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Parameter QoS Antar Lokasi

Berdasarkan Gambar 2, terlihat secara visual bahwa *throughput* ruang guru jauh lebih tinggi dibandingkan dua lokasi lainnya, namun *Packet Loss* nya juga paling tinggi. Grafik *Jitter* menunjukkan nilai yang sangat kecil di semua lokasi, menandakan kestabilan jaringan yang baik. Secara keseluruhan, pola ini mengonfirmasi bahwa ketidakmerataan performa jaringan disebabkan oleh kualitas *access point* dan kondisi perangkat jaringan yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan pemerataan distribusi *access point*, peningkatan kapasitas bandwidth, serta penerapan manajemen bandwidth berbasis QoS untuk memastikan kualitas layanan yang optimal di seluruh area.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kinerja jaringan komputer di SMA Negeri 9 Tasikmalaya secara umum berada dalam kategori baik, namun belum merata di seluruh area. Hasil pengukuran menggunakan metode *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa parameter *Delay* dan *Jitter* berada dalam kategori sangat baik, yang menandakan kestabilan jaringan dalam proses transmisi data. Sementara itu, nilai *Throughput* menunjukkan adanya perbedaan performa antar lokasi yang dipengaruhi oleh jumlah pengguna, jarak terhadap *access point*, serta kondisi perangkat jaringan. Namun demikian, parameter *Packet Loss* menunjukkan adanya permasalahan pada beberapa titik jaringan, khususnya di ruang guru dengan nilai sebesar 7,8% yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini mengindikasikan adanya potensi gangguan seperti kepadatan trafik, keterbatasan *bandwidth*, serta perangkat jaringan yang sudah tidak optimal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun jaringan sudah mampu mendukung aktivitas utama seperti ujian berbasis komputer dan kebutuhan administratif, masih diperlukan upaya peningkatan kualitas jaringan agar layanan dapat berjalan lebih optimal dan merata. Rekomendasi yang dapat diberikan antara lain peningkatan kapasitas *bandwidth*, penambahan sumber internet (multi ISP), serta pembaruan dan optimalisasi perangkat jaringan seperti *access point* dan router. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup pengukuran yang hanya dilakukan pada beberapa lokasi dan waktu tertentu. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya lebih disarankan untuk melakukan pengukuran secara lebih luas dan berkelanjutan, serta mengimplementasikan solusi yang diusulkan untuk melihat peningkatan performa jaringan secara langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMA Negeri 9 Tasikmalaya yang telah memberikan izin serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penelitian.

REFERENCES

- [1]. M. Sigala, A. Beer, L. Hodgson, and A. O'Connor, *Big Data for Measuring the Impact of Tourism Economic Development Programmes: A Process and Quality Criteria Framework for Using Big Data*. 2019.
- [2]. G. Nguyen *et al.*, "Machine Learning and Deep Learning frameworks and libraries for large-

-
- scale data mining: a survey,” *Artif. Intell. Rev.*, vol. 52, no. 1, pp. 77–124, 2019, doi: 10.1007/s10462-018-09679-z.
- [3]. C. Shorten and T. M. Khoshgoftaar, “A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning,” *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.1186/s40537-019-0197-0.
- [4]. R. Vinayakumar, M. Alazab, K. P. Soman, P. Poornachandran, A. Al-Nemrat, and S. Venkatraman, “Deep Learning Approach for Intelligent Intrusion Detection System,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 41525–41550, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2895334.
- [5]. K. Sivaraman, R. M. V. Krishnan, B. Sundarraj, and S. Sri Gowthem, “Network failure detection and diagnosis by analyzing syslog and SNS data: Applying big data analysis to network operations,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 9 Special Issue 3, pp. 883–887, 2019, doi: 10.35940/ijitee.I3187.0789S319.
- [6]. A. D. Dwivedi, G. Srivastava, S. Dhar, and R. Singh, “A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 2, pp. 1–17, 2019, doi: 10.3390/s19020326.
- [7]. F. Al-Turjman, H. Zahmatkesh, and L. Mostarda, “Quantifying uncertainty in internet of medical things and big-data services using intelligence and deep learning,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 115749–115759, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2931637.
- [8]. S. Kumar and M. Singh, “Big data analytics for healthcare industry: Impact, applications, and tools,” *Big Data Min. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2019, doi: 10.26599/BDMA.2018.9020031.
- [9]. L. M. Ang, K. P. Seng, G. K. Ijamaru, and A. M. Zungeru, “Deployment of IoV for Smart Cities: Applications, Architecture, and Challenges,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 6473–6492, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2887076.
- [10]. B. P. L. Lau *et al.*, “A survey of data fusion in smart city applications,” *Inf. Fusion*, vol. 52, no. January, pp. 357–374, 2019, doi: 10.1016/j.inffus.2019.05.004.
- [11]. Y. Wu *et al.*, “Large scale incremental learning,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2019-June, pp. 374–382, 2019, doi: 10.1109/CVPR.2019.00046.
- [12]. A. Mosavi, S. Shamshirband, E. Salwana, K. wing Chau, and J. H. M. Tah, “Prediction of multi-inputs bubble column reactor using a novel hybrid model of computational fluid dynamics and machine learning,” *Eng. Appl. Comput. Fluid Mech.*, vol. 13, no. 1, pp. 482–492, 2019, doi: 10.1080/19942060.2019.1613448.
- [13]. V. Palanisamy and R. Thirunavukarasu, “Implications of big data analytics in developing healthcare frameworks – A review,” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 31, no. 4, pp. 415–425, 2019, doi: 10.1016/j.jksuci.2017.12.007.
- [14]. J. Sadowski, “When data is capital: Datafication, accumulation, and extraction,” *Big Data Soc.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2019, doi: 10.1177/2053951718820549.
- [15]. J. R. Saura, B. R. Herraez, and A. Reyes-Menendez, “Comparing a traditional approach for financial brand communication analysis with a big data analytics technique,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 37100–37108, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2905301.
- [16]. D. Nallaperuma *et al.*, “Online Incremental Machine Learning Platform for Big Data-Driven Smart Traffic Management,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 20, no. 12, pp. 4679–4690, 2019, doi: 10.1109/TITS.2019.2924883.
- [17]. S. Schulz, M. Becker, M. R. Groseclose, S. Schadt, and C. Hopf, “Advanced MALDI mass spectrometry imaging in pharmaceutical research and drug development,” *Curr. Opin. Biotechnol.*, vol. 55, pp. 51–59, 2019, doi: 10.1016/j.copbio.2018.08.003.
- [18]. C. Shang and F. You, “Data Analytics and Machine Learning for Smart Process

-
- Manufacturing: Recent Advances and Perspectives in the Big Data Era," *Engineering*, vol. 5, no. 6, pp. 1010–1016, 2019, doi: 10.1016/j.eng.2019.01.019.
- [19]. Y. Yu, M. Li, L. Liu, Y. Li, and J. Wang, "Clinical big data and deep learning: Applications, challenges, and future outlooks," *Big Data Min. Anal.*, vol. 2, no. 4, pp. 288–305, 2019, doi: 10.26599/BDMA.2019.9020007.
- [20]. M. Huang, W. Liu, T. Wang, H. Song, X. Li, and A. Liu, "A queuing *delay* utilization scheme for on-path service aggregation in services-oriented computing networks," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 23816–23833, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2899402.
- [21]. G. Xu, Y. Shi, X. Sun, and W. Shen, "Internet of things in marine environment monitoring: A review," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 7, pp. 1–21, 2019, doi: 10.3390/s19071711.
- [22]. M. Aqib, R. Mehmood, A. Alzahrani, I. Katib, A. Albeshri, and S. M. Altowaijri, *Smarter traffic prediction using big data, in-memory computing, deep learning and gpus*, vol. 19, no. 9. 2019.
- [23]. S. Leonelli and N. Tempini, *Data Journeys in the Sciences*. 2020.
- [24]. N. Stylos and J. Zwiegelaar, *Big Data as a Game Changer: How Does It Shape Business Intelligence Within a Tourism and Hospitality Industry Context?* 2019.
- [25]. Q. Song, H. Ge, J. Caverlee, and X. Hu, "Tensor completion algorithms in big data analytics," *arXiv*, vol. 13, no. 1, 2017.