

Optimalisasi Kinerja Jaringan WLAN di SMK TI Kartika Cendekia Menggunakan Metode Quality Of Service

Diterima:
8 Agustus 2025

Anindito Fakhri Shururi, Murhadi, Dewi Chirzah
Universitas Muhammadiyah Purworejo

Revisi:
4 Oktober 2019

Terbit:
25 Desember 2025

Abstrak—Latar Belakang: Jaringan WLAN di SMK TI Kartika Cendekia sering mengalami kendala seperti koneksi tidak stabil, latensi tinggi, dan distribusi bandwidth yang tidak merata, sehingga mengganggu proses pembelajaran digital. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan kinerja jaringan WLAN dengan menerapkan metode Quality of Service (QoS) menggunakan teknik Traffic Shaping berbasis Hierarchical Token Bucket (HTB). Penelitian dilakukan karena adanya urgensi peningkatan kualitas layanan jaringan agar mendukung kelancaran pembelajaran berbasis teknologi. Metode evaluasi menceakup pengukuran parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter, serta survei pengguna menggunakan kuesioner Mean Opinion Score (MOS). Hasil penelitian menunjukkan throughput meningkat menjadi rata-rata 6 Mbps, packet loss menurun dari 1,2% menjadi 0,5%, delay tetap rendah (< 3 ms), dan jitter berkurang signifikan. Nilai rata-rata MOS pengguna mencapai 4,0 (kategori baik). Penerapan QoS berbasis HTB terbukti efektif dalam meningkatkan performa jaringan WLAN di lingkungan sekolah, sehingga mendukung pembelajaran digital yang lancar dan nyaman.

Kata Kunci— Quality of Service; WLAN; Traffic Shaping; Hierarchical Token Bucket; Bandwidth; Mean Opinion Score.

Abstract—Background: The WLAN network at SMK TI Kartika Cendekia often experiences issues such as unstable connections, high latency, and uneven bandwidth distribution, which disrupt digital learning processes. The purpose of this study is to optimize the performance of the WLAN network by implementing the Quality of Service (QoS) method using Traffic Shaping techniques based on the Hierarchical Token Bucket (HTB). This research is driven by the urgency to improve network service quality to support smooth technology-based learning. The evaluation method includes measuring throughput, packet loss, delay, and jitter parameters, as well as conducting user surveys using the Mean Opinion Score (MOS) questionnaire. The results show that throughput increased to an average of 6 Mbps, packet loss decreased from 1.2% to 0.5%, delay remained low (< 3 ms), and jitter was significantly reduced. The average MOS score reached 4.0 (good category). The implementation of QoS based on HTB proved effective in improving WLAN network performance in a school environment, thus supporting smooth and comfortable digital learning.

Keywords— Quality of Service; WLAN; Traffic Shaping; Hierarchical Token Bucket; Bandwidth; Mean Opinion Score.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



Penulis Korespondensi:

Anindito Fakhri Shururi,
Teknologi Informasi,
Universitas Muhammadiyah Purworejo,
Email: aninditofakhri142003@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap konektivitas internet yang andal dan stabil telah menjadi aspek fundamental dalam menunjang kegiatan pendidikan digital, khususnya di lingkungan sekolah menengah kejuruan. Proses pembelajaran daring, akses materi digital, serta komunikasi antarpengguna mengandalkan jaringan WLAN yang efisien dan bebas gangguan. SMK TI Kartika Cendekia, menghadapi kendala jaringan seperti tingginya latensi, ketidakstabilan koneksi, dan distribusi bandwidth yang tidak merata. Masalah ini berdampak pada terganggunya proses belajar mengajar yang seharusnya berjalan interaktif dan berbasis teknologi (Junirma Buttu, 2023).

Seiring dengan meningkatnya jumlah perangkat yang terhubung dan tingginya kebutuhan trafik data, manajemen jaringan konvensional sering kali tidak mampu memberikan layanan berkualitas secara merata kepada seluruh pengguna (Tan et al., 2023). Salah satu cara yang sedang diterapkan dalam mengelola jaringan adalah dengan menggunakan metode Quality of Service (QoS). Metode ini bertugas untuk menentukan mana lalu lintas jaringan yang lebih penting, memastikan bahwa bandwidth cukup untuk layanan yang kritis, serta meminimalkan gangguan pada lalu lintas yang prioritasnya lebih rendah (Budin & Riadi, 2019).

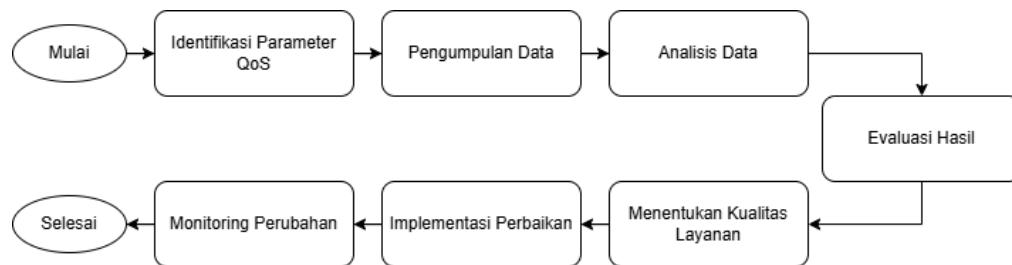
Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa implementasi QoS terbukti mampu meningkatkan performa jaringan di lingkungan pendidikan. Penelitian oleh (Budin & Riadi, 2019) menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) untuk melakukan *traffic shaping* pada jaringan nirkabel dan berhasil meningkatkan nilai QoS dari 2,25 menjadi 3,75 dengan peningkatan signifikan pada parameter *throughput* dan *jitter*. Penelitian lain oleh (Qalbi & Riadi, 2019) menunjukkan bahwa pengelolaan *bandwidth* menggunakan HTB pada laboratorium komputer menghasilkan perbaikan *delay* hingga 50 ms dan *jitter* 6,4 ms yang termasuk kategori sangat baik. Konfigurasi HTB secara signifikan meningkatkan efisiensi jaringan berbasis mikrotik di ruang kelas (Idrus et al., 2021). Pengaturan *bandwidth* menggunakan HTB berhasil menurunkan *delay* hingga di bawah 5 ms dan *packet loss* hingga mendekati nol di SMK Pasundan (Diki & Rismayadi, 2022).

Namun, penerapan *traffic shaping* pada jaringan WLAN di sekolah menengah masih jarang diteliti, khususnya yang menggabungkan evaluasi berdasarkan parameter teknis seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* dengan penilaian kualitas dari sudut pandang pengguna menggunakan *Mean Opinion Score* (MOS). Kondisi ini menjadi penting mengingat sekolah menengah memiliki karakteristik tersendiri, seperti jumlah pengguna aktif yang tinggi, keterbatasan perangkat jaringan, serta kebutuhan koneksi yang stabil untuk kegiatan pembelajaran daring.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penerapan QoS berbasis HTB di jaringan WLAN sekolah menengah dengan kombinasi pengukuran teknis dan survei persepsi pengguna untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan kinerja jaringan WLAN di SMK TI Kartika Cendekia dengan menerapkan metode QoS menggunakan teknik *Traffic Shaping* berbasis HTB. Evaluasi dilakukan melalui pengukuran parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, serta penilaian kualitas layanan berdasarkan persepsi pengguna menggunakan MOS, sehingga diperoleh gambaran menyeluruh tentang efektivitas metode yang digunakan.

II. METODE

Bagian ini menjelaskan teknik yang digunakan dalam penelitian. Tahapan metode *Quality of Service* (QoS) yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur metode *Quality of Service* (Tulloh et al., 2020)

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi parameter *Quality of Service* (QoS) yang digunakan untuk mengevaluasi bagaimana baiknya kinerja jaringan, yaitu *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*. Parameter tersebut dipilih karena merupakan indikator umum dalam pengukuran kualitas layanan jaringan. Selanjutnya, data dikumpulkan menggunakan *Wireshark*. Aplikasi ini digunakan pada waktu penggunaan jaringan padat untuk mendapatkan gambaran kondisi nyata (Hanipah & Dhika, 2020). Data yang diperoleh dianalisis guna mengetahui tingkat performa jaringan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan evaluasi untuk menilai apakah kualitas jaringan telah sesuai dengan standar QoS dan kebutuhan pengguna. Setelah itu, kualitas layanan ditentukan berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Perbaikan dilakukan dengan mengoptimalkan pengaturan *bandwidth*. Terakhir, dilakukan pemantauan ulang untuk memastikan bahwa perubahan yang diterapkan memberikan peningkatan terhadap performa jaringan.

Penelitian ini melibatkan 35 siswa kelas XI TJKT 1 SMK TI Kartika Cendekia sebagai responden kuesioner. Kelas ini dipilih karena letaknya dekat dengan *access point*, dan siswanya memiliki pemahaman dasar tentang jaringan. Metode yang digunakan menggabungkan

pengukuran teknis parameter QoS menggunakan Wireshark (*delay, jitter, throughput, dan packet loss*) serta penyebaran kuesioner untuk menilai persepsi pengguna. Data diambil saat jam sibuk, kemudian dilakukan perbaikan jaringan dan pengukuran ulang untuk melihat dampaknya. Prosedur ini disusun agar dapat digunakan kembali pada lingkungan sekolah dengan kondisi jaringan serupa.

Konfigurasi atau perbaikan jaringan yang digunakan untuk optimalisasi ini menggunakan teknik *traffic shaping*. *traffic shaping* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengoptimalkan *traffic* atau lalu lintas data pada suatu jaringan (Idrus et al., 2021). Karena *Bandwidth* memiliki batasan, oleh karena itu perlu optimalisasi *traffic* untuk menghindari kepadatan data, tabrakan dan kehilangan data. *Quality of Service* merupakan metode pengukuran seberapa baik jaringan yang sudah diterapkan dan digunakan untuk membantu administrator dengan memastikan bahwa klien mendapatkan kinerja yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan (Tulloh et al., 2020). Standar persentase nilai kualitas layanan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Standar Persentase dan Nilai QoS (Utami, 2020)

Nilai	Presentase	Indeks
3,8 – 4	95 – 100 %	Sangat Baik
3 – 3,79	75 – 94,75 %	Baik
2 – 2,99	50 – 74,75 %	Cukup
1 – 1,99	25 – 49,75 %	Buruk
3,8 – 4	95 – 100 %	Sangat Baik

A. *Throughput*

Throughput adalah jumlah total paket yang berhasil diterima di tujuan dalam sebuah jangka waktu tertentu, dibagi dengan durasi waktu tersebut (Wahyuningsih & Katemba, 2025). Nilai *throughput* didapatkan dengan membagi jumlah paket yang berhasil diterima dengan lama waktu pengamatan. Semakin besar nilai *throughput*, semakin baik kemampuan jaringan dalam mengirim data tanpa gangguan. Rumus untuk menghitung *throughput* dapat dilihat pada rumus (1), sedangkan kategori hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah bytes}}{\text{time span}} \quad (1)$$

Tabel 2. Indeks *Throughput* (Utami, 2020)

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Baik	>2,1 Mbps	4
Baik	1,2 – 2,1 Mbps	3
Cukup	700 – 1200 Kbps	2
Kurang Baik	338 – 700 Kbps	1
Buruk	0 – 338 Kbps	0

B. *Packet Loss*

Packet loss merujuk pada jumlah paket data yang tidak sampai ke tujuan selama proses pengiriman. Situasi ini sering terjadi ketika volume lalu lintas jaringan tinggi dan terjadi kemacetan, melebihi kemampuan layanan yang tersedia. Dalam hal ini, *frame* data yang berisi isi data (*payload*) dan informasi kontrol (*header*) akan diabaikan berdasarkan mekanisme yang berlaku di jaringan IP(Arman et al., 2020). Jika nilai *packet loss* tinggi, maka kualitas koneksi akan menurun karena sebagian data tidak sampai kepada penerima. Rumus untuk menghitung *packet loss* dapat dilihat pada persamaan (2), sedangkan hasil pengukuran dikategorikan dalam Tabel 3 berikutnya.

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{data terkirim} - \text{data diterima})}{\text{data diterima}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 3. Indeks *Packet Loss* (Utami, 2020)

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss (%)</i>	Indeks
Sangat Baik	0-2	4
Baik	3-14	3
Cukup	15-24	2
Buruk	>25	1

C. *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh data untuk bergerak dari tempat pengiriman hingga sampai ke tujuan. Tingkat *delay* bisa dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti jarak tempuh, jenis saluran yang digunakan, tingkat kepadatan jaringan, serta waktu yang dibutuhkan untuk memproses data (Nuryani et al., 2024). Untuk menghitung nilai *delay* digunakan rumus tertentu yang ditunjukkan pada Persamaan (3). Tabel 4 menampilkan jenis-jenis *delay* beserta indeksnya,

yang digunakan sebagai acuan dalam menilai kualitas jaringan, di mana semakin kecil nilai *delay* menunjukkan performa jaringan yang lebih baik.

$$Rata\ rata\ delay = \frac{\text{total\ delay}}{\text{paket\ diterima}-1} \quad (3)$$

Tabel 4. *Indeks Delay* (Utami, 2020)

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

D. *Jitter*

Jitter adalah perbedaan waktu antar paket data yang terjadi dalam jaringan berbasis IP. Besarnya nilai *jitter* dipengaruhi oleh variasi beban lalu lintas dan jumlah tabrakan atau kemacetan yang terjadi di dalam jaringan (Tiar et al., 2021). Untuk menghitung *jitter* digunakan persamaan yang terdapat pada Persamaan (4). Tabel 5 menunjukkan kategori *jitter* beserta nilai indeksnya, yang digunakan dalam menilai kestabilan jaringan, di mana semakin kecil nilai *jitter* menunjukkan kualitas koneksi yang lebih baik.

$$Rata\ rata\ jitter = \frac{\text{Total\ jitter}}{\text{paket\ diterima}-1} \quad (4)$$

Tabel 5. *Indeks Jitter* (Utami, 2020)

Kategori Jitter	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Baik	0 ms	4
Baik	0 ms - 75 ms	3
Cukup	75 ms - 125 ms	2
Buruk	125 ms - 225 ms	1

Pengumpulan data kuesioner dalam penelitian ini menggunakan metode *Mean Opinion Score* (MOS). MOS adalah teknik penilaian kualitas, terutama kualitas suara, yang didapatkan melalui proses mendengarkan langsung dan bersifat subjektif sesuai dengan persepsi responden (Paramitha & Suartana, 2024). Metode ini digunakan untuk memperoleh gambaran tentang tingkat kepuasan atau kualitas layanan berdasarkan penilaian pengguna. Perhitungan MOS

dilakukan dengan menggunakan rumus yang dirancang untuk menghitung nilai rata-rata dari semua opini yang diberikan, sehingga mewakili kualitas secara keseluruhan.

$$MOS = \frac{\sum_{i=1}^k mean\ pi}{k} \quad (5)$$

Keterangan:

- a. MOS: Hasil rata-rata dari semua pertanyaan.
- b. *mean pi*: Nilai rata-rata dari pertanyaan ke-*i*.
- c. *k*: Jumlah pertanyaan.

Dalam penelitian ini, kategori nilai MOS mengacu pada standar ITU-T G.107 yang digunakan sebagai acuan dalam menilai kualitas layanan. Standar ini membagi skor MOS menjadi enam tingkat kualitas, yaitu dari “Sangat Baik” sampai “Sangat Buruk” (Paramitha & Suartana, 2024). Nilai tertinggi yang bisa dicapai adalah antara 4,5 hingga 5,0, yang menunjukkan bahwa layanan memiliki kualitas yang sangat baik, sedangkan nilai di bawah 2,5 dikategorikan sebagai kualitas layanan yang sangat buruk. Rincian lengkap mengenai kategori dan rentang skor MOS dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Standard MOS* (Paramitha & Suartana, 2024)

No	Quality	Skor MOS
1.	Sangat Baik	4,5 – 5,0
2.	Baik	4,0 – 4,5
3.	Cukup	3,5 – 4,0
4.	Kurang	3,0 – 3,5
5.	Buruk	2,5 – 3,0
6.	Sangat Buruk	< 2,5

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis kinerja jaringan WLAN di SMK TI Kartika Cendekia sebelum dan setelah penerapan metode QoS. Pengujian dilakukan untuk memperoleh data terkait parameter kinerja jaringan yang meliputi *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Hasil pengukuran ini memberikan gambaran mengenai perubahan performa jaringan setelah dilakukan optimasi. Rincian lengkap hasil pengukuran disajikan pada bagian berikut.

A. Pengukuran Kinerja Jaringan Sebelum Penerapan QoS

Sebelum menggunakan metode QoS, langkah pertama yang dilakukan adalah mengecek kondisi jaringan untuk mengetahui ada masalah apa saja. Tahap ini bertujuan memberi informasi awal mengenai kualitas jaringan sehingga bisa dibandingkan setelah jaringan dioptimalkan. Hasil

pengukuran awal mencakup beberapa parameter seperti *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Detail lengkap dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil sebelum penerapan QoS

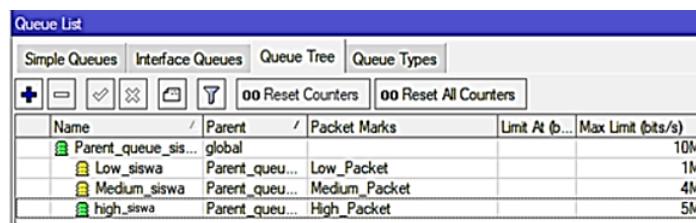
.No.	SSID	Parameter	Hasil	Standar QoS	Indeks
1.	RPS ATAS 1	<i>Throughput</i>	2,68 Mbps	Sangat Baik	4
		<i>Packet loss</i>	1,2 %	Sangat Baik	4
		<i>Delay</i>	2,2 ms	Sangat Baik	4
		<i>Jitter</i>	5,08854E-06 ms	Sangat Baik	4
2.	RPS ATAS 2	<i>Throughput</i>	2,84 Mbps	Sangat Baik	4
		<i>Packet loss</i>	1,1 %	Sangat Baik	4
		<i>Delay</i>	1,9 ms	Sangat Baik	4
		<i>Jitter</i>	1,6 ms	Baik	3

Hasil pengukuran sebelum penerapan QoS menunjukkan bahwa kualitas jaringan dalam kategori sangat baik dengan nilai *throughput* yang tinggi, *packet loss* yang rendah, dan *delay* yang relatif kecil, sehingga menunjukkan efisiensi dalam proses pengiriman data. Namun, pada SSID "RPS ATAS 2" terdapat *jitter* yang sedikit lebih tinggi dibandingkan SSID "RPS ATAS 1", sehingga membuat indeks rata-rata kualitas jaringan lebih rendah. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun kualitas jaringan secara keseluruhan tergolong sangat baik, masih ada kemungkinan peningkatan untuk meningkatkan stabilitas koneksi secara lebih baik.

Kondisi ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa meskipun kualitas jaringan terlihat baik, tetapi bisa mengalami penurunan stabilitas jika jumlah perangkat yang terhubung tidak terbatas. Hal ini bisa menurunkan kecepatan transfer data karena terjadi persaingan dalam penggunaan sumber daya jaringan. Situasi ini juga bisa menyebabkan kehilangan paket data karena kapasitas jaringan penuh atau pengelolaan lalu lintas yang kurang efisien. Walaupun *delay* masih rendah, *delay* ini bisa terjadi akibat antrian yang panjang dalam jaringan ketika semua jenis lalu lintas diperlakukan sama tanpa ada prioritas. Selain itu, *jitter* yang lebih tinggi pada beberapa SSID menunjukkan perbedaan waktu kedatangan paket yang tidak konsisten, disebabkan oleh perubahan beban lalu lintas dan tabrakan antar paket di dalam jaringan (Qalbi & Riadi, 2019).

B. Konfigurasi QoS

Konfigurasi QoS diterapkan pada router MikroTik dengan tujuan mengelompokkan lalu lintas jaringan berdasarkan tingkat prioritas. Pengaturan ini dirancang untuk menjaga kestabilan koneksi bagi pengguna utama, khususnya saat digunakan untuk kegiatan pembelajaran daring. Proses konfigurasi melibatkan pengaturan prioritas trafik agar layanan penting mendapatkan alokasi bandwidth yang memadai. Hasil konfigurasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi QoS

Dalam penelitian ini, QoS diterapkan untuk membagi aliran jaringan menjadi tiga tingkat prioritas, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, dengan tujuan agar pengalokasian bandwidth bisa lebih optimal. Pengaturan ini dilakukan melalui fitur firewall mangle dan queue tree pada router MikroTik, yang memungkinkan pengelolaan traffic shaping secara detail sehingga setiap jenis trafik mendapatkan porsi sumber daya sesuai kebutuhannya. Dengan konfigurasi ini, layanan yang bersifat penting seperti pembelajaran daring dapat memperoleh koneksi yang lebih stabil meskipun beban trafik sedang tinggi. Temuan penelitian ini adalah penerapan konfigurasi QoS berbasis firewall mangle dan queue tree mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan jaringan dan menjaga kualitas layanan pada kondisi penggunaan padat. Hasil penelitian ini sejalan atau didukung oleh temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan kedua fitur tersebut pada router MikroTik efektif untuk membagi prioritas lalu lintas dan menjaga kualitas koneksi bagi aplikasi yang membutuhkan kestabilan tinggi (Rohan et al., 2025).

C. Pengukuran Kinerja Jaringan Setelah Penerapan QoS

Setelah menerapkan QoS, kinerja jaringan diukur untuk menganalisis empat parameter penting, yaitu *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*. Uji coba dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*, di mana lalu lintas data diawasi selama berbagai aktivitas, seperti menonton *streaming*, mengunduh file, dan mengikuti konferensi video. Langkah ini bertujuan agar bisa mengetahui secara jelas bagaimana performa jaringan setelah dioptimalkan. Hasil pengukuran yang detail ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil setelah penerapan QoS

.No.	SSID	Parameter	Hasil	Standar QoS	Indeks
1.	RPS ATAS 1	<i>Throughput</i>	6,88 Mbps	Sangat Baik	4
		<i>Packet loss</i>	0,5 %	Sangat Baik	4
		<i>Delay</i>	2 ms	Sangat Baik	4
		<i>Jitter</i>	9,19E-07 ms	Sangat Baik	4
2.	RPS ATAS 2	<i>Throughput</i>	6,64 Mbps	Sangat Baik	4
		<i>Packet loss</i>	0,8 %	Sangat Baik	4
		<i>Delay</i>	2,1 ms	Sangat Baik	4
		<i>Jitter</i>	3,12E-04 ms	Sangat Baik	4

Setelah penerapan QoS, seluruh parameter kinerja jaringan menunjukkan perbaikan, dengan *throughput* pada SSID RPS ATAS 1 mencapai 6,88 Mbps dan pada SSID RPS ATAS 2 sebesar 6,64 Mbps, *packet loss* menurun menjadi 0,5% dan 0,8%, *jitter* lebih stabil, serta *delay* yang sedikit meningkat namun masih dalam batas wajar. Temuan penelitian ini adalah penerapan metode QoS dengan teknik *traffic shaping* mampu mengoptimalkan distribusi bandwidth, menekan tingkat kehilangan paket, serta meningkatkan kestabilan koneksi untuk mendukung layanan *real-time*. Hasil penelitian ini sejalan atau didukung oleh temuan sebelumnya yang menyebutkan bahwa penerapan QoS dan teknik *traffic shaping* mampu meningkatkan *throughput* secara signifikan, sehingga alokasi *bandwidth* dapat lebih optimal (Qalbi & Riadi, 2019). Penelitian lain juga mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa metode serupa dapat menurunkan *packet loss* hingga mencapai 0%, yang berarti transmisi data berjalan lebih andal tanpa kehilangan paket (Budin & Riadi, 2019). Selain itu, hasil penelitian terdahulu membuktikan bahwa penerapan teknik ini juga dapat memperbaiki nilai *delay* sehingga waktu tempuh pengiriman data menjadi lebih efisien (Budin & Riadi, 2019).

D. Hasil Kuesioner

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sudah dipakai sebelumnya, didapat nilai rata-rata untuk masing-masing indikator kinerja jaringan. Nilai-nilai rata-rata itu kemudian dibagi ke dalam kategori penilaian berdasarkan standar evaluasi yang berlaku. Proses pembagian ini memudahkan dalam memahami kualitas layanan jaringan secara keseluruhan. Hasil lengkap perhitungan serta kategori dari setiap indikator bisa dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil perhitungan MOS

Indikator	Jumlah Pertanyaan	Rata-Rata Skor	Kategori
Throughput	3	4,0	Baik
Delay	6	4,1	Baik
Packet Loss	3	4,0	Baik
Jitter	3	4,1	Baik
Pengalaman Pengguna	10	4,0	Baik
MOS		4,0	Baik

Mayoritas indikator pertanyaan mendapat kategori penilaian "Baik", dengan rata-rata skor berkisar antara 4,0 hingga 4,1. Tidak ada indikator pertanyaan yang masuk dalam kategori di bawah "Cukup", dan rata-rata skor keseluruhan mencapai 4,0, yang termasuk dalam kategori "Baik". Hasil ini menunjukkan bahwa persepsi responden terhadap kualitas jaringan setelah menerapkan QoS secara umum positif. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Quality of Service* (QoS) berhasil meningkatkan kualitas jaringan WLAN di

SMK TI Kartika Cendekia, sehingga responden menilai kualitas jaringan tersebut dalam kategori "Baik".

IV. KESIMPULAN

Penerapan metode *Quality of Service* (QoS) dengan teknik *traffic shaping* terbukti mampu meningkatkan kinerja jaringan WLAN di SMK TI Kartika Cendekia, terbukti dari peningkatan *throughput*, penurunan *packet loss*, serta stabilnya *delay* dan *jitter* yang mendukung kelancaran pembelajaran digital. Namun, penelitian ini terbatas pada pengujian di lingkungan sekolah dengan kondisi jaringan tertentu, sehingga hasilnya mungkin berbeda jika diterapkan pada skala atau jenis jaringan yang lain. Oleh karena itu, penelitian berikutnya sebaiknya menguji penerapan QoS di berbagai jenis jaringan dan skenario yang lebih luas agar dapat memperoleh pemahaman yang lebih lengkap mengenai efektivitasnya. Dengan demikian, pengelolaan jaringan yang optimal dapat terus dikembangkan untuk mendukung proses pembelajaran berbasis teknologi yang semakin rumit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arman, A. F., Budiman, E., & Taruk, M. (2020). Implementasi Metode PCQ pada QoS Jaringan Komputer Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 4(2), 100. <https://doi.org/10.30872/jurti.v4i2.5111>
- Budin, S., & Riadi, I. (2019). Traffic Shaping Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) pada Jaringan Nirkabel. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 1(3), 144. <https://doi.org/10.12928/biste.v1i3.1100>
- Diki, M., & Rismayadi, A. A. (2022). Optimalisasi Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket Di Smk Pasundan Rancaekek. *Jurnal Responsif: Riset Sains Dan Informatika*, 4(1), 61–69. <https://doi.org/10.51977/jti.v4i1.615>
- Hanipah, R., & Dhika, H. (2020). Analisa Pencegahan Aktivitas Ilegal Didalam Jaringan Dengan Wireshark. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v4i1.5668>
- Idrus, K., Hamza, S., & Mandar, G. (2021). Optimalisasi Bandwidth Menggunakan Traffic Shapping di Lab.Networking Universitas Muhammadiyah Maluku Utara. *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, 4(1), 6–11. <https://doi.org/10.52046/j-tifa.v4i1.1162>
- 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. <https://doi.org/10.53769/bandwidth.v1i1.380>
- Nuryani, R., Rahmatuloh, M., & Resdiana, W. (2024). Aplikasi Dashboard Kinerja Wireless Local Area Network (WLAN) Menggunakan Metode Quality Of Service (QOS). *Jurnal Kecerdasan Buatan Dan Teknologi Informasi*, 3(3), 146–155. <https://doi.org/10.69916/jkbt.v3i3.153>
- Paramitha, P., & Suartana, I. M. (2024). Analisis QoS Dan QoE Pada Video Streaming Berbasis IoT Menggunakan ESP32-CAM dan NGROK. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 5(04), 466–472. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v5n04.p466-472>
- Qalbi, M. A. K., & Riadi, I. (2019). Optimalisasi Jaringan Wireless Menggunakan Quality of Service (QoS) dan Algoritma Hierarchical Token Bucket (HTB). *JSTIE (Jurnal Sarjana*

- Teknik Informatika) (E-Journal)*, 7(2), 113. <https://doi.org/10.12928/jstie.v7i2.15812>
- Rohan, M., Ridho, A., Widyawati, L., & Azhar, L. Z. (2025). *Implementasi Traffic Shapping dengan Firewall Mangle dan Queue Tree untuk Meningkatkan Efisiensi Bandwidth di SDN*. 35–46. <https://doi.org/10.30812/juteks.v1i1.5130>
- Tan, F., Budiman, J. B., & Skynyrd. (2023). Perbandingan Perkembangan Teknologi Berbasis Nirkabel di Daerah Pelosok dan Daerah Kota. *Jurnal Sains, Nalar, Dan Aplikasi Teknologi Informasi*, 2(2), 25–31. <https://doi.org/10.20885/snati.v2i2.23>
- Tiar, P., Saragih, Y., & Latifa, U. (2021). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Wi-Fi Untuk Sistem Pendekripsi Kebocoran Gas LPG Menggunakan WireShark. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 11(2), 154. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v11i2.11000>
- Tulloh, D. M., Duskarnaen, M. F., & Ajie, H. (2020). Analisis Jaringan Akses Internet Menggunakan Mikrotik Router Os Di Smk Tunas Harapan Dengan Optimalisasi Load Balancing Menggunakan Parameter Qos (Quality Of Service). *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 4(1), 39–42. <https://doi.org/10.21009/pinter.4.1.9>
- Utami, P. R. (2020). Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(2), 125–137. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i2.2723>
- Wahyuningsih, S., & Katemba, P. (2025). Analisis Kinerja Jaringan Dengan Menggunakan Metode Traffic Shaping Pada Jaringan Cv. Indira Pratama. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(4), 5803–5811. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i4.13932>