

Manajemen Bandwidth Berbasis QoS untuk Optimasi Jaringan di LKSA Muhammadiyah Purworejo

Diterima:

28 Oktober 2025

Revisi:

28 Desember 2025

Terbit:

26 April 2026

Fajar Ponco Adi Wibowo, Hamid Muhammad Jumasa, Murhadi

Universitas Muhammadiyah Purworejo

Abstrak—Latar Belakang: LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo memanfaatkan jaringan komputer dan internet untuk pembelajaran, administrasi, serta layanan fotokopi. Namun, belum adanya manajemen bandwidth menyebabkan distribusi kecepatan internet tidak merata dan koneksi kurang stabil, terutama saat lalu lintas padat, sehingga layanan penting terganggu. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan menerapkan *Quality of Service* (QoS) dengan teknik *Per Connection Queue* (PCQ) guna meningkatkan pemerataan dan stabilitas koneksi internet. **Metode:** Penelitian menggunakan pendekatan *Network Development Life Cycle* (NDLC) yang mencakup analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring, dan manajemen. Jaringan dibagi ke dalam tiga subnet: laboratorium, tata usaha, dan fotokopi. Konfigurasi dilakukan pada router Mikrotik dengan *PCQ classifier*, *mangle rules*, serta prioritas untuk aplikasi penting. Pengujian dilakukan sebelum dan sesudah penerapan menggunakan *Speedtest* dan parameter QoS (throughput, packet loss, delay, jitter) berdasarkan standar TIPHON. **Hasil:** Sebelum penerapan QoS, ruang fotokopi mendominasi penggunaan bandwidth dengan unduh 29,35 Mbps, sedangkan laboratorium dan tata usaha hanya 8,10 Mbps dan 6,97 Mbps. Setelah penerapan, distribusi bandwidth lebih merata dengan hasil fotokopi 1,94 Mbps, laboratorium 2,51 Mbps, dan tata usaha 3,95 Mbps. Parameter QoS juga membaik dengan *throughput* lebih seimbang, *packet loss* mendekati 0%, *delay* rendah (0,96–1,02 ms) dan *jitter* stabil. **Kesimpulan:** Penerapan QoS melalui PCQ terbukti efektif menjaga kualitas jaringan sesuai standar TIPHON.

Kata Kunci—Manajemen Bandwidth; *Quality of Service*; *Per Connection Queue*; *Network Development Life Cycle*; Mikrotik

Abstract— Background: LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo utilizes computer networks and the internet to support learning, administration, and photocopying services. However, the absence of proper bandwidth management causes uneven internet distribution and unstable connections, especially during peak traffic, disrupting essential services. **Objective:** This study applies *Quality of Service* (QoS) using the *Per Connection Queue* (PCQ) technique to improve fairness and stability of internet access. **Method:** The research adopts the *Network Development Life Cycle* (NDLC) approach, consisting of analysis, design, simulation, implementation, monitoring, and management stages. The network is divided into three subnets: laboratory, administration, and photocopy. Configuration was carried out on a Mikrotik router using the *PCQ classifier*, *mangle rules*, and traffic prioritization for critical applications. Testing was conducted before and after implementation using *Speedtest* and QoS parameters (throughput, packet loss, delay, jitter) based on the TIPHON standard. **Results:** Before QoS implementation, the photocopy room dominated bandwidth usage with 29.35 Mbps, while the laboratory and administration obtained only 8.10 Mbps and 6.97 Mbps. After QoS, distribution became more balanced with 1.94 Mbps in the photocopy room, 2.51 Mbps in the laboratory, and 3.95 Mbps in administration. QoS parameters also improved, with more balanced throughput, near-zero packet loss, low delay (0.96–1.02 ms), and stable jitter. **Conclusion:** The application of QoS through PCQ proved effective in equalizing bandwidth distribution and maintaining network quality according to the TIPHON standard.

Keywords—Bandwidth Management; *Quality of Service*; *Per Connection Queue*; *Network Development Life Cycle*; Mikrotik.

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



Penulis Korespondensi:

Fajar Ponco Adi Wibowo,
Teknologi Informasi,
Universitas Muhammadiyah Purworejo,
Email: fjrpanca@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi, internet telah menjadi kebutuhan utama organisasi karena berperan penting dalam mendukung aktivitas administrasi, komunikasi, dan pertukaran informasi (Sumual et al., 2003; Wanggi et al., 2023). Pemanfaatan internet pada lembaga pendidikan dan sosial juga semakin luas, mencakup administrasi, pelaporan, serta layanan berbasis digital (Bagus et al., 2024). Namun, semakin banyaknya variasi aplikasi yang berjalan secara bersamaan dapat menyebabkan konsumsi bandwidth yang tidak seimbang, sehingga kinerja jaringan sering mengalami gangguan dan menurunkan kualitas layanan (Anwar & Akbar, 2024).

LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo merupakan salah satu lembaga yang memanfaatkan jaringan komputer untuk mendukung kegiatan pembelajaran, administrasi, dan layanan usaha fotokopi. Infrastruktur jaringan yang ada belum dilengkapi mekanisme manajemen bandwidth, sehingga distribusi kecepatan internet tidak merata dan kualitas koneksi kurang stabil, terutama saat jumlah pengguna meningkat. Kondisi ini menyebabkan layanan penting seperti pembelajaran daring dan kegiatan administrasi terganggu, karena trafik non-prioritas seperti media sosial dan gim daring sering mendominasi penggunaan bandwidth.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti menawarkan solusi dengan penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode *Quality of Service* (QoS). Manajemen bandwidth adalah teknik pengelolaan jaringan yang digunakan untuk manajemen, mengoptimalkan, mengkonfigurasi berbagai jenis jaringan melalui penerapan *Quality of Service* (QoS) berdasarkan prioritas tipe lalu lintas data (Sidqi et al., 2021; Anwar, 2022; Septyani et al., 2024). Dengan penerapan QoS, diharapkan performa jaringan internet di LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo dapat meningkat terutama dalam mendukung layanan-layanan esensial yang berperan langsung terhadap kelancaran operasional lembaga.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas implementasi QoS dan metode manajemen bandwidth pada berbagai lingkungan jaringan. Penelitian yang dilakukan Bagus et al. (2024) tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kualitas layanan jaringan (QoS) dengan mengelola distribusi bandwidth secara efisien, sehingga pengguna memperoleh akses internet yang lebih stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum penerapan HTB, QoS memiliki *throughput* 512 Kbps, *packet loss* 0%, *delay* 10,76 ms, dan *jitter* 3,49 ms. Setelah penerapan HTB, *throughput* turun menjadi 20 Kbps, *delay* meningkat menjadi 53,12 ms, namun *packet loss* tetap 0% dan *jitter* menurun menjadi 1,48 ms. Meskipun *throughput* dan *delay* berubah, penurunan *jitter* serta kestabilan *packet loss* menunjukkan peningkatan koneksi dan stabilitas jaringan (Bagus et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Mawarni et al. (2024) Penelitian ini dilatarbelakangi masalah ketidakstabilan kecepatan jaringan ketika diakses secara bersamaan oleh banyak pengguna. Tujuan dari penelitian mengoptimalkan pengelolaan jaringan WiFi melalui implementasi manajemen bandwidth di SMP Tarbiyyatul Mu'alimin Al-Islamiyyah Roudhlatul Qur'an Metro. Metode yang digunakan adalah QoS (*Quality Of Service*) dan *Network Development Life Cycle* (NDLC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan manajemen bandwidth menggunakan Mikrotik RB941-2nd-TC, access point TL-WR840N, kabel UTP, serta teknik simple queue mampu meningkatkan kualitas jaringan, dibuktikan melalui analisis traffic dan pengujian speedtest (Mawarni et al., 2024).

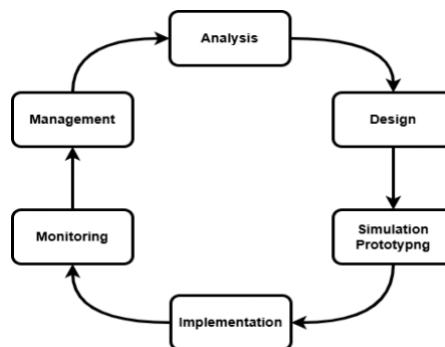
Penelitian yang dilakukan oleh Ridwan et al. (2024) Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan *Quality of Service* (QoS) pada jaringan wireless di Kantor Kecamatan Kemang dengan menerapkan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) Penelitian ini menggunakan metode *Action Research* dengan tahapan diagnosa, rencana tindakan, tindakan, evaluasi, dan pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam parameter QoS seperti *bandwidth*, *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* yang sesuai dengan standar TIPHON. Total bandwidth meningkat dari 37,71Mbps menjadi 47,79Mbps, *throughput* dari 1,68% menjadi 19,85%, *delay* dari 159ms menjadi 19ms, *jitter* dari 1,05ms menjadi 19,62ms, dan *packet loss* dari 5% menjadi 1%. Penerapan PCQ secara efektif meningkatkan QoS di jaringan wireless Kantor Kecamatan Kemang (Ridwan et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Tangkelangi (2024) penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi kinerja jaringan internet di Yayasan Bina Darma, yang mengalami kendala request time out akibat penggunaan bandwidth yang tidak optimal, karena belum ada mekanisme manajemen bandwidth yang tepat. Penelitian ini menerapkan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) untuk pembagian bandwidth secara otomatis ke semua client. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kualitas jaringan secara signifikan, dengan kategori QoS yang tetap "Sangat Baik" meskipun terjadi variasi kecepatan download dan upload (Tangkelangi, 2024).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penerapan metode QoS dengan teknik PCQ pada jaringan LKSA yang memiliki karakteristik campuran antara lingkungan pendidikan dan sosial, dengan tiga subnet berbeda yang memiliki kebutuhan bandwidth bervariasi. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan manajemen bandwidth menggunakan metode QoS dan PCQ pada router mikrotik untuk meningkatkan pemerataan dan stabilitas koneksi internet di LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo.

II. METODE

Penelitian ini menerapkan metode *Network Development Life Cycle*. Metode ini digunakan secara berurutan dimulai dari tahap analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring, dan manajemen serta melakukan pengujian. Model ini digunakan untuk merancang infrastruktur jaringan, sehingga memungkinkan dilakukannya pemantauan dan evaluasi terhadap kinerja jaringan secara efektif dan efisien (Rahman, 2024). Tahapan metode NDLC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode NDLC (Subektiningsih et al., 2022)

1. Analisis

Tahapan analisis dilakukan identifikasi kebutuhan jaringan di LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo melalui observasi dan wawancara. Permasalahan utama yang ditemukan adalah koneksi internet yang tidak stabil akibat belum adanya manajemen bandwidth.

2. Desain

Tahapan desain dilakukan dengan mengembangkan topologi jaringan model bintang, di mana seluruh perangkat terhubung ke router MikroTik sebagai pusat pengelolaan. Skema pembagian bandwidth dirancang dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) yang memungkinkan distribusi kapasitas internet lebih adil berdasarkan jumlah koneksi aktif.

3. *Simulation prototype*

Tahapan ini, dilakukan pembuatan simulasi jaringan berdasarkan desain topologi yang telah dirancang sebelumnya. Simulasi ini menggunakan perangkat lunak khusus Cisco Packet Tracer untuk merepresentasikan konfigurasi jaringan secara virtual.

4. Implementasi

Tahapan implementasi dilakukan dengan menerapkan konfigurasi pada perangkat MikroTik sesuai rancangan sebelumnya. Metode *Per Connection Queue* (PCQ) digunakan untuk membagi bandwidth secara adil antar pengguna melalui penerapan *mangle rules* dan *queue tree*.

5. Monitoring

Pada tahap ini, jaringan dimonitor secara real time untuk mengevaluasi kestabilan dan keandalan sistem. Monitoring difokuskan pada penggunaan bandwidth, potensi kemacetan, serta kepatuhan jaringan terhadap konfigurasi QoS yang telah ditetapkan.

6. Manajemen

Tahap manajemen meliputi pemeliharaan berkelanjutan, pengendalian sistem oleh administrator, serta penyesuaian konfigurasi bila ditemukan kendala. Tujuannya adalah menjaga agar jaringan tetap optimal, stabil dan sesuai kebutuhan operasional lembaga.

7. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan setelah penerapan manajemen bandwidth menggunakan Speedtest dan Wireshark. Parameter yang diukur meliputi *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*, sehingga diperoleh gambaran efektivitas konfigurasi dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan. Untuk menentukan kualitas pelayanan diperlukan parameter pendukung sebagai berikut:

a. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan akses transfer data yang diukur dalam satuan BPS (*bytes per second*). *Throughput* juga dapat diartikan sebagai jumlah keseluruhan paket data yang tiba selama interval waktu tertentu, dibagi dengan durasi interval tersebut (Budiman et al., 2020; Prahara et al., 2023). Agar lebih jelas perhatikan tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kategori *Throughput*

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

(Sumber :TIPHON)

Berikut persamaan yg digunakan:

$$Throughput = \frac{Jumlah\ Bytes}{Time\ span} \quad (1)$$

b. *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan paket data untuk berpindah dari pengirim ke penerima. Nilainya dipengaruhi oleh jarak, media transmisi, kemacetan jaringan, dan waktu pemrosesan (Kusbandono & Syafitri, 2019). Agar lebih jelas perhatikan tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kategori *Delay*

Kategori	<i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 ms - 300 ms	3
Sedang	300 ms - 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

(Sumber :TIPHON)

Berikut persamaan yg digunakan:

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Paket data diterima}} \quad (2)$$

c. *Jitter*

Jitter adalah selisih waktu antara kedatangan paket data yang diterima dengan waktu kedatangan yang diharapkan. Besarnya nilai *jitter* dipengaruhi oleh variasi beban trafik antar paket dalam jaringan IP [13][14]. Agar lebih jelas perhatikan tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kategori *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms - 75 ms	3
Sedang	75 ms - 125 ms	2
Buruk	125 - 225 ms	1

(Sumber :TIPHON)

Berikut persamaan yg digunakan:

$$\text{Rata - rata jitter} = \frac{\text{Total jitter}}{\text{Paket data diterima}-1} \quad (3)$$

d. *Packet Loss*

Packet Loss adalah jumlah tingkat kesalahan (*error rate*) pada koneksi transmisi paket data yang diukur dalam bentuk persentase, dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor [14]. Agar lebih jelas perhatikan tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kategori *Packet Loss*

Kategori	<i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 ms - 300 ms	3
Sedang	300 ms - 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

(Sumber :TIPHON)

Berikut persamaan yg digunakan:

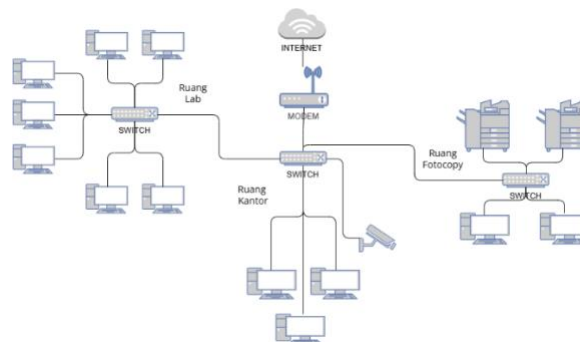
$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{data dikirim}-\text{data diterima})}{\text{data diterima}} \times 100\% \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini mencakup dari hasil analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring dan manajemen serta hasil pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem setelah penerapan manajemen bandwidth. Tujuan dari penerapan ini adalah untuk meningkatkan performa jaringan secara keseluruhan sehingga lebih optimal dibandingkan kondisi sebelumnya. Manajemen bandwidth diterapkan menggunakan aplikasi winbox, sedangkan kualitas jaringan dievaluasi dengan bantuan wireshark berdasarkan parameter *Quality of Service* seperti *throughput*, *jitter*, *delay* dan *packet loss*. Sementara itu, pengukuran kecepatan *download* dan *upload* dilakukan melalui aplikasi *Speedtest by Ookla*.

1. Analisis

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan jaringan di LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo berdasarkan hasil observasi dan wawancara langsung. Diketahui bahwa jaringan internet di LKSA diperoleh dari ISP dengan kapasitas bandwidth sebesar 30 Mbps yang langsung disalurkan melalui modem ke beberapa unit pengguna seperti laboratorium, administrasi, usaha fotokopi, serta sejumlah klien lainnya.



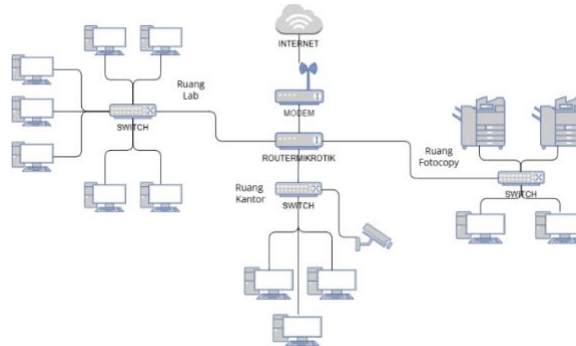
Gambar 2. Topologi yang Sedang Berjalan

Pada Gambar 2 ditunjukkan topologi jaringan di LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo yang masih belum dilengkapi router sebagai pusat manajemen trafik, sehingga distribusi bandwidth tidak terkelola dengan baik. Kondisi ini menimbulkan masalah berupa koneksi tidak stabil, *buffering* dan terganggunya layanan penting. Solusi yang ditawarkan adalah penerapan manajemen *bandwidth* menggunakan teknik *Per Connection Queue (PCQ)* dan *queue tree* pada Mikrotik untuk membagi bandwidth secara adil, menjaga layanan prioritas, serta meningkatkan kestabilan jaringan.

2. Desain

Berdasarkan data analisis yang telah dilakukan maka akan dibuat suatu bentuk rancangan sebagai gambaran akan proyek yang akan dibangun. Perancangan desain jaringan dilakukan dengan menerapkan model topologi bintang. Dalam topologi ini, seluruh perangkat pengguna

dihubungkan ke satu perangkat pusat yaitu router mikrotik yang berfungsi sebagai pengelola utama lalu lintas jaringan.

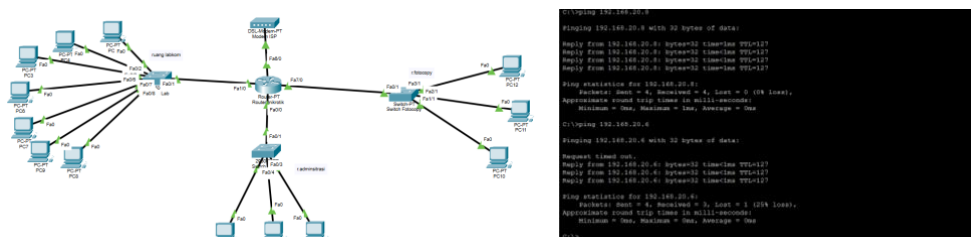


Gambar 3. Hasil Desain Topologi Jaringan

Pada gambar diatas jaringan dibagi ke tiga ruangan, yaitu laboratorium, kantor, dan fotokopi, yang semuanya terhubung ke router Mikrotik sebagai pusat kendali. Koneksi internet dari modem diteruskan ke router, lalu dibagi ke masing-masing ruangan melalui jalur utama. Setiap jalur menghubungkan perangkat komputer, *access point*, dan *switch*, sehingga distribusi data tetap terpusat namun terpisah per ruangan. Dengan topologi bintang ini, pengaturan bandwidth, pemantauan trafik, dan penanganan gangguan menjadi lebih mudah.

3. Simulation Prototype

Simulasi jaringan ini menggunakan perangkat lunak cisco packet tracer sebagai representasi awal dari desain topologi yang telah dirancang.



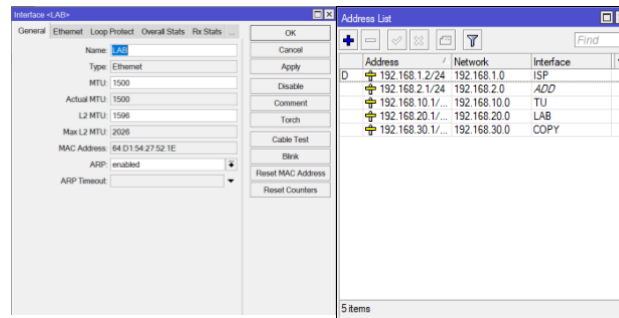
Gambar 4. Hasil Simulasi Jaringan

Pada gambar diatas merupakan hasil simulasi menunjukkan bahwa seluruh perangkat berhasil saling terhubung dengan stabil tanpa kendala IP konflik. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa desain jaringan yang diusulkan layak untuk diimplementasikan dalam kondisi nyata.

4. Implementasi

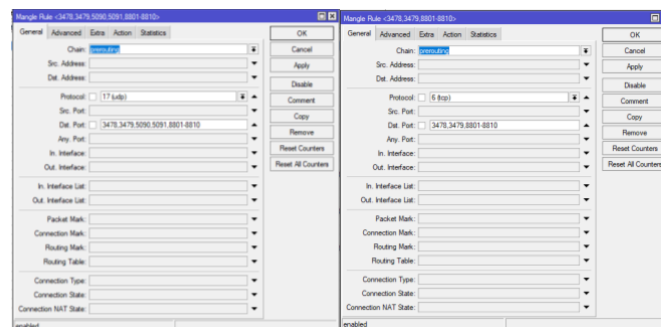
Implementasi dilakukan pada perangkat Mikrotik Routerboard melalui aplikasi Winbox dengan menerapkan metode PCQ dan Queue Tree untuk memastikan distribusi bandwidth berjalan merata sesuai kebutuhan pengguna. langkah pertama adalah membuat interface, IP

address, kemudian mengatur mangle rules dan menerapkan manajemen bandwidth menggunakan PCQ dan Queue Tree.



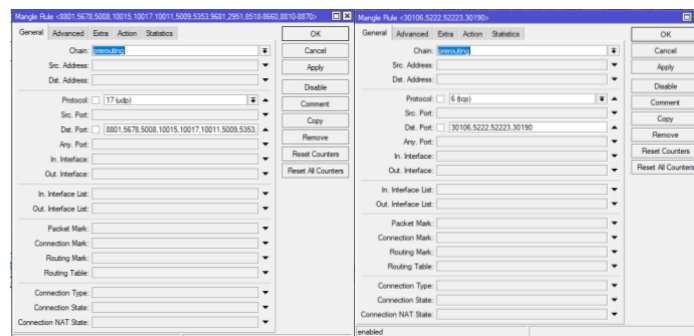
Gambar 5. Konfigurasi Interface dan IP Address

Pada gambar diatas merupakan konfigurasi interface pada perangkat Mikrotik dilakukan dengan pemberian nama sesuai segmen jaringan, yaitu LAB, TU, dan COPY untuk memudahkan identifikasi. Setiap interface diberi alamat IP berbeda, dimana ether1 sebagai ISP menggunakan 192.168.1.2/24, ether2 (TU) 192.168.10.1/24, LAB 192.168.20.1/24, dan COPY 192.168.30.1/24, sehingga masing-masing terhubung ke subnet yang berbeda. Selanjutnya konfigurasi mangle rules berdasarkan aplikasi dan ruangan.



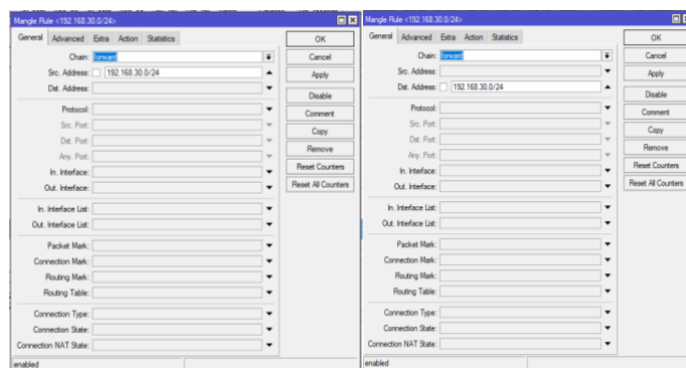
Gambar 6. Konfigurasi Mangle Rules Aplikasi Zoom

Pada gambar di atas merupakan konfigurasi *Mangle Rule* pada mikrotik digunakan untuk menandai paket data tertentu. Penandaan ini memungkinkan paket diproses lebih lanjut dalam *routing*, *queue*, atau *filtering*. Pada konfigurasi ini, protokol UDP dan TCP serta rentang port tertentu telah ditentukan



Gambar 7. Konfigurasi Mangle Rules Aplikasi Game

Pada gambar di atas merupakan konfigurasi *Mangle Rule* pada mikrotik digunakan untuk menandai paket data tertentu. Penandaan ini memungkinkan paket diproses lebih lanjut dalam *routing*, *queue*, atau *filtering*. Pada konfigurasi ini, protokol UDP dan TCP serta rentang port tertentu telah ditentukan.



Gambar 8. Konfigurasi Mangle Rule Berdasarkan Ruang

Pada gambar di atas ditampilkan konfigurasi *mangle rule* yang digunakan untuk menandai trafik berdasarkan alamat sumber (*source address*) dari subnet tertentu. Dalam hal ini, sumber trafik berasal dari subnet 192.168.30.0/24 yang mewakili jaringan ruang fotokopi. Kemudian lakukan hal yang sama untuk ruangan lainnya, selanjutnya konfigurasi manajemen bandwidth.

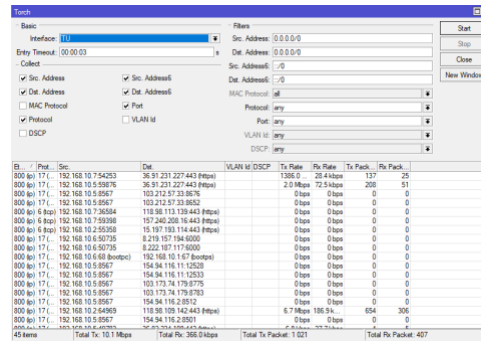
Simple Queues				
Interface Queues				
Queue Tree				
Queue Types				
+ - ✓ ✗ 📄 🔍 00 Reset Counters 00 Reset All Counters				
Name	Parent	Packet Marks	Limit At (b...	Max Li...
TOTAL-D...	global			30M
Lab-D...	TOTAL-DOW...	lab-download		15M
TU-Do...	TOTAL-DOW...	tu-download		10M
Zoom...	TOTAL-DOW...	paket-zoom		10M
Foto-D...	TOTAL-DOW...	foto-download		5M
Game...	TOTAL-DOW...	mpaket		512k
TOTAL-U...	global			15M
TU-Upl...	TOTAL-UPL...	tu-upload		5M
Lab-U...	TOTAL-UPL...	lab-upload		4M
Foto-U...	TOTAL-UPL...	foto-upload		3M
Zoom...	TOTAL-UPL...	paket-zoom		3M
Game...	TOTAL-UPL...	mpaket		512k

Gambar 9. Konfigurasi Manajemen Bandwidth

Gambar di atas menunjukkan tampilan *queue tree* pada mikrotik yang telah dikonfigurasi menggunakan metode pcq untuk pengelolaan bandwidth. Dalam konfigurasi tersebut, trafik dibagi ke dalam dua jalur utama, yaitu *download* dan *upload*, lalu diklasifikasikan lebih lanjut berdasarkan jenis aplikasi dan lokasi pengguna. Masing-masing kategori seperti zoom, game, laboratorium, kantor (TU) dan ruang fotokopi memiliki alokasi tersendiri.

5. Monitoring

Monitoring trafik jaringan dilakukan untuk mengamati penggunaan bandwidth tiap ruangan setelah penerapan PCQ. Proses ini menggunakan fitur *Torch* pada Mikrotik yang menampilkan lalu lintas data secara real-time pada setiap interface.



Gambar 10. Hasil Monitoring

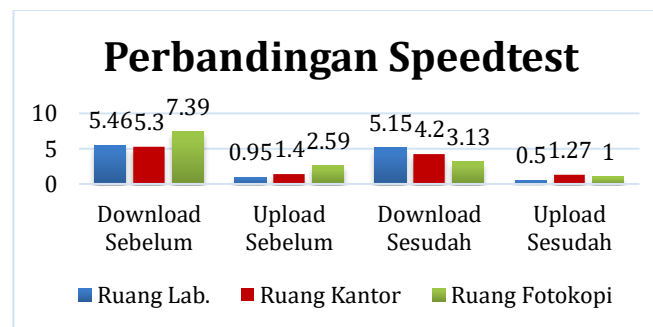
Pada gambar diatas hasil monitoring, memperlihatkan bahwa metode *per connection queue* (PCQ) telah membagi bandwidth secara proporsional ke setiap koneksi, tanpa dominasi oleh satu pengguna.

6. Manajemen

Berdasarkan hasil pemantauan pascaimplementasi, tidak ditemukan gangguan yang signifikan pada kinerja jaringan. Trafik jaringan berjalan stabil dan merata, serta tidak ada koneksi tunggal yang mendominasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai rencana dan dapat dikendalikan dengan baik oleh administrator.

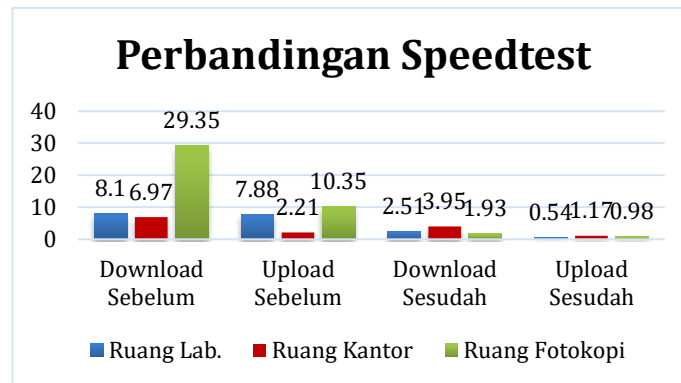
7. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa hasil penelitian ini meningkatkan kualitas jaringan sebelum dan sesudah implementasi manajemen bandwidth menggunakan metode *per connection queue* (PCQ) pada router mikrotik. Berikut hasil pengujian dan perbandingan sebelum dan sesudah penerapan.



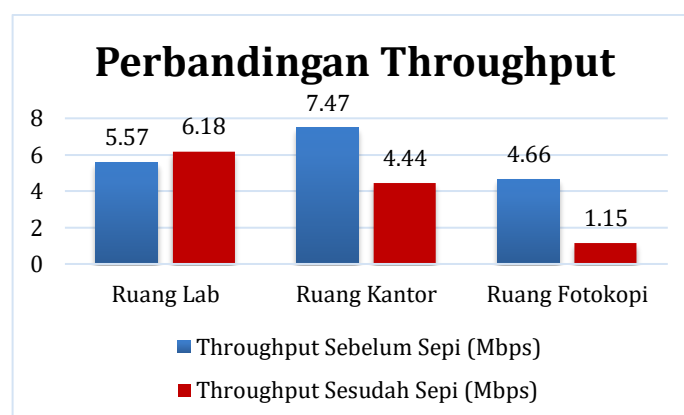
Gambar 11. Perbandingan Hasil Speedtest Kondisi Sepi

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian pada kondisi jaringan sepi, di mana kecepatan unduh dan unggah di setiap ruangan mengalami penurunan setelah penerapan PCQ. Hal ini menandakan bahwa mekanisme PCQ telah bekerja dalam menyeimbangkan distribusi bandwidth secara lebih adil antar pengguna. Meskipun kecepatan individu berkurang, kualitas jaringan tetap terjaga dan penggunaan bandwidth menjadi lebih merata.



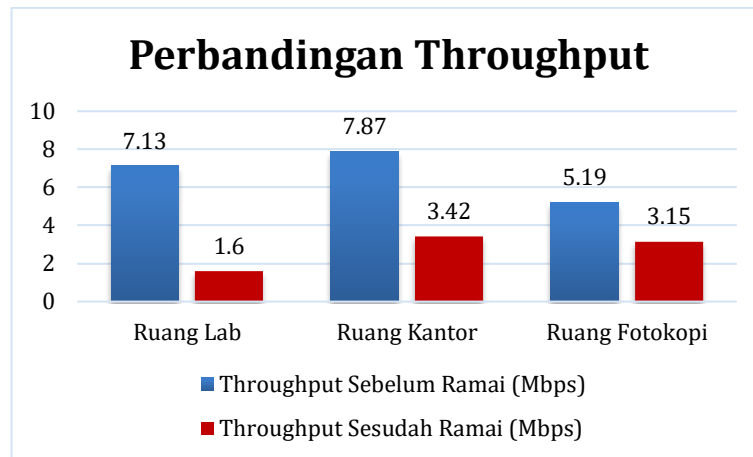
Gambar 12. Perbandingan Hasil Speedtest Kondisi Ramai

Gambar 12 menunjukkan hasil pengujian pada kondisi jaringan ramai. Sebelum penerapan PCQ, terlihat dominasi bandwidth di Ruang Fotokopi dengan kecepatan unduh 29,35 Mbps dan unggah 10,35 Mbps, sedangkan Ruang Lab dan Kantor memperoleh kecepatan yang jauh lebih rendah. Setelah penerapan PCQ, distribusi bandwidth menjadi lebih seimbang, dimana kecepatan di Ruang Fotokopi turun menjadi 1,94 Mbps (unduh) dan 0,99 Mbps (unggah), sementara Ruang Lab dan Kantor memperoleh alokasi yang lebih proporsional. Hal ini membuktikan bahwa PCQ efektif dalam menciptakan pemerataan bandwidth antar pengguna.

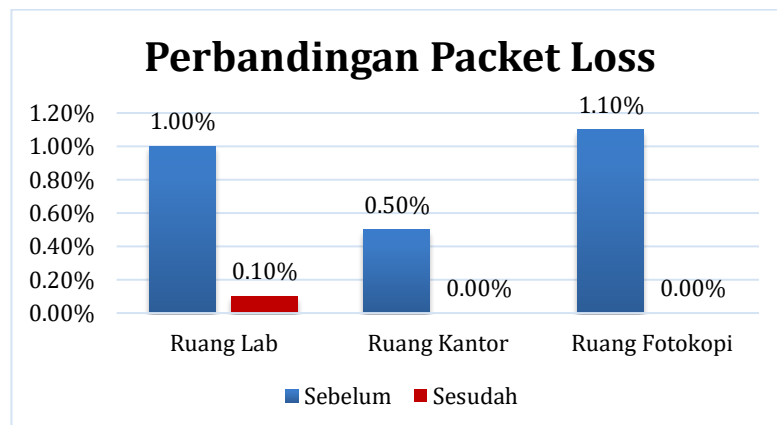


Gambar 13. Grafik *Throughput Low Traffic*

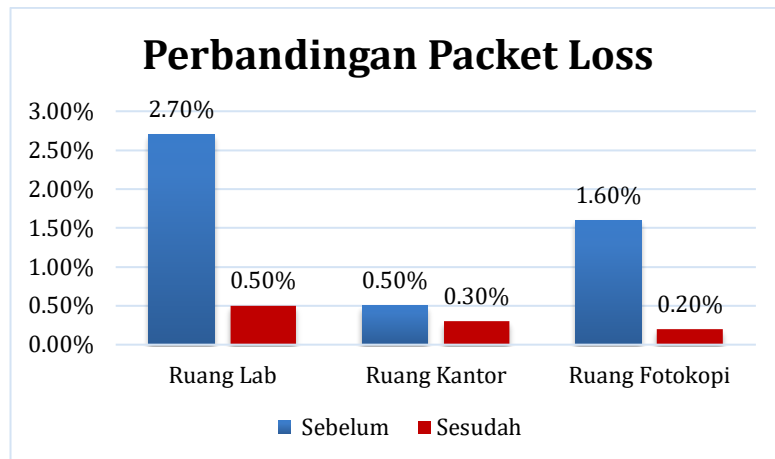
Pada gambar diatas, Sebelum penerapan PCQ, *throughput* di semua ruangan tergolong sangat baik, yakni Lab 5,57 Mbps, Kantor 7,47 Mbps, dan Fotokopi 4,66 Mbps (indeks rata-rata 4). Setelah PCQ, Lab naik menjadi 6,18 Mbps, Kantor turun ke 4,44 Mbps (tetap sangat baik), dan Fotokopi turun menjadi 1,15 Mbps (kategori sedang, indeks rata-rata 3,33), menunjukkan bahwa meski *throughput* individu menurun, distribusi internet menjadi lebih adil dan stabil.

Gambar 14. Grafik *Throughput High Traffic*

Berdasarkan pengujian, sebelum penerapan PCQ, seluruh area memiliki *throughput* tinggi dengan kategori sangat baik (indeks 4), namun berpotensi menimbulkan ketimpangan akses. Setelah PCQ, *throughput* Ruang Lab turun menjadi 1,60 Mbps (kategori baik, indeks 3), sementara Ruang Kantor dan Fotokopi tetap sangat baik meski menurun, dengan rata-rata indeks turun dari 4 menjadi 3,67, menunjukkan alokasi bandwidth kini lebih merata. Penurunan ini dinilai wajar karena alokasi bandwidth kini dibagi merata berdasarkan jumlah koneksi aktif.

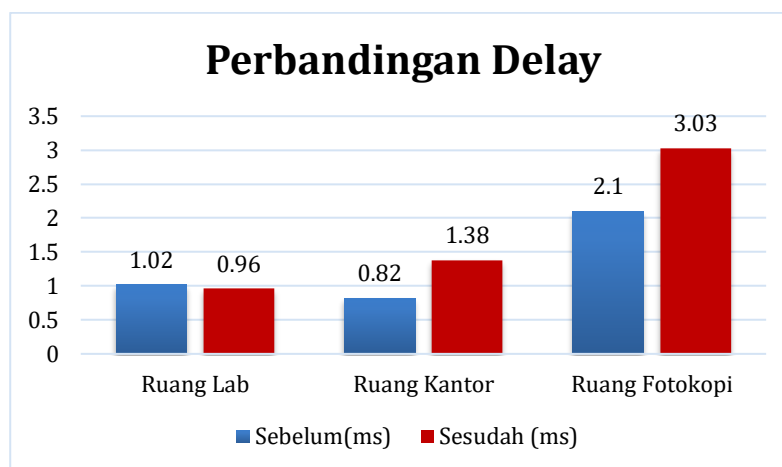
Gambar 15. Grafik *Packet Loss Low Traffic*

Berdasarkan gambar diatas, sebelum penerapan PCQ tingkat *packet loss* di semua ruangan sudah sangat bagus (<2%, indeks 4). Setelah penerapan PCQ, *packet loss* turun mendekati 0% tanpa mengubah indeks, menunjukkan kualitas transmisi semakin baik dan stabil.



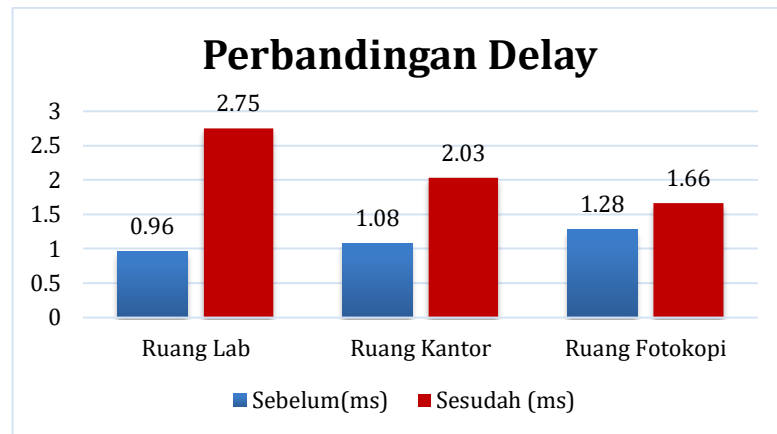
Gambar 16. Grafik *Packet Loss High Traffic*

Berdasarkan gambar diatas, pada kondisi jaringan ramai *packet loss* di semua ruangan sudah tergolong sangat bagus, meskipun sebelum penerapan PCQ nilai tertinggi di Ruang Lab mencapai 2,7%. Setelah penerapan PCQ, *packet loss* menurun signifikan menjadi 0,5% di Ruang Lab, 0,3% di Ruang Kantor, dan 0,2% di Ruang Fotokopi. Penurunan ini menunjukkan efektivitas PCQ dalam mengurangi kehilangan paket dan menjaga kualitas transmisi data.



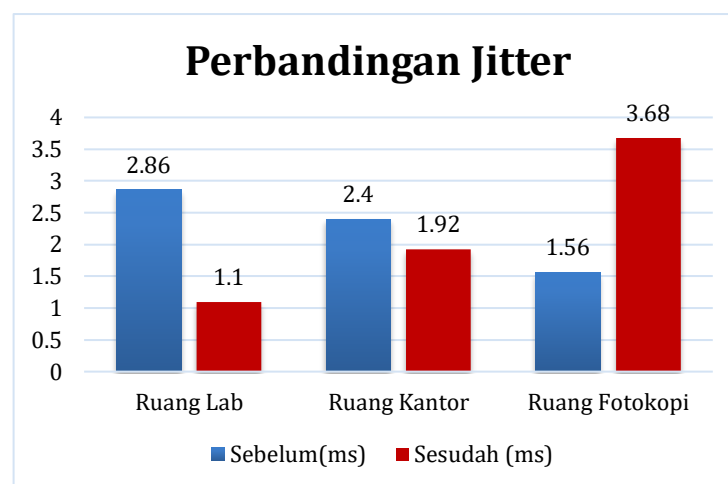
Gambar 17. Grafik *Delay LowTraffic*

Berdasarkan gambar diatas, sebelum penerapan PCQ sudah sangat baik di semua ruangan dengan rata-rata indeks 4. Setelah penerapan, terjadi sedikit perubahan: Lab 0,96 ms, Kantor 1,38 ms, dan Fotokopi 3,03 ms. Meski ada peningkatan pada beberapa ruangan, seluruhnya tetap dalam kategori sangat bagus, yang menunjukkan distribusi bandwidth lebih adil meskipun ada konsekuensi antrian paket



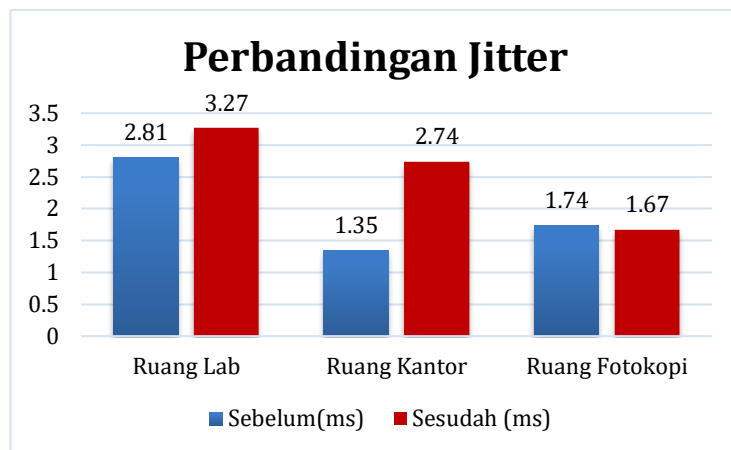
Gambar 18. Grafik *Delay High Traffic*

Berdasarkan gambar, *delay* sebelum penerapan PCQ di semua ruangan tergolong sangat bagus dengan nilai Lab 0,96 ms, Kantor 1,08 ms, dan Fotokopi 1,28 ms (indeks 4). Setelah penerapan, *delay* meningkat menjadi 2,75 ms di Lab, 2,03 ms di Kantor, dan 1,66 ms di Fotokopi, namun seluruhnya tetap masuk kategori sangat bagus sesuai standar TIPHON (<150 ms)



Gambar 19. Grafik *Jitter Low Traffic*

Berdasarkan gambar diatas, seluruh ruangan menunjukkan performa *jitter* sangat baik sebelum dan sesudah penerapan metode per connection queue (PCQ). Sebelum PCQ, jitter tercatat 2,86 ms di Ruang Lab, 2,40 ms di Ruang Kantor, dan 1,56 ms di Ruang Fotokopi. Setelah PCQ, *jitter* menurun menjadi 1,10 ms di Ruang Lab, 1,92 ms di Ruang Kantor, dan meningkat sedikit menjadi 3,68 ms di Ruang Fotokopi. Seluruh nilai tetap dalam kategori sangat baik, menandakan kestabilan jaringan tetap terjaga dan manajemen bandwidth efektif meningkatkan performa pada beberapa ruangan.



Gambar 20. Grafik *Jitter High Traffic*

Berdasarkan gambar diatas, *jitter* pada kondisi jaringan ramai tetap sangat baik di seluruh ruangan sebelum dan sesudah penerapan PCQ, dengan nilai 1,35–3,27 ms. Hasil ini menunjukkan bahwa PCQ menjaga kestabilan jaringan meskipun trafik meningkat, sejalan dengan temuan Ridwan et al. (2024) bahwa *jitter* dapat meningkat atau menurun tergantung jumlah client aktif, namun secara umum tetap berada dalam kategori sangat baik.

Temuan penelitian ini adalah penerapan metode *Per Connection Queue* (PCQ) pada router Mikrotik terbukti efektif dalam menyeimbangkan distribusi bandwidth antar pengguna tanpa menurunkan kualitas jaringan secara signifikan, ditunjukkan oleh nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* yang tetap berada pada kategori sangat baik sesuai standar TIPHON. Hasil penelitian ini sejalan atau didukung oleh Christanto et al. (2021) membuktikan bahwa metode *Per Connection Queue* (PCQ) mampu mencegah dominasi bandwidth oleh pengguna tertentu dan menciptakan distribusi yang lebih merata pada jaringan. Temuan serupa juga dilakukan oleh Tangkelangi (2024), yang menyatakan bahwa penerapan manajemen bandwidth dengan metode PCQ menghasilkan nilai *Quality of Service* (QoS) yang optimal serta membantu pembagian bandwidth secara adil di setiap pengguna. Selain itu, Ridwan et al. (2024) menegaskan bahwa konfigurasi manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ mampu menciptakan pemerataan alokasi bandwidth dan meningkatkan performa jaringan secara keseluruhan, sehingga memberikan pengalaman pengguna yang lebih stabil dan efisien.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode *Quality of Service* (QoS) dengan teknik *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Queue Tree* pada perangkat Mikrotik di LKSA Yatim Muhammadiyah Purworejo terbukti efektif

dalam meningkatkan performa jaringan. Jaringan dibagi menjadi tiga subnet (laboratorium, tata usaha, dan fotokopi) dengan alokasi bandwidth proporsional melalui PCQ classifier serta pengaturan prioritas trafik menggunakan mangle rules. Hasil pengujian menggunakan Speedtest dan parameter QoS (*throughput, packet loss, delay, jitter*) mengacu pada standar TIPHON menunjukkan bahwa setelah penerapan QoS, distribusi bandwidth menjadi lebih merata dan stabil. Keterbatasan penelitian ini adalah pengujian terbatas pada tiga subnet dengan jumlah pengguna rendah. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan PCQ dengan teknik manajemen lain, menambahkan parameter evaluasi seperti MOS atau *User Experience Monitoring*, serta melakukan *stress test* untuk menguji ketahanan konfigurasi. Dengan demikian, penerapan QoS melalui PCQ berhasil meningkatkan kualitas layanan jaringan dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Sumual, T. D. J., Maramis, G. D. P., & K. Q. C. (2003). Analisis kualitas layanan jaringan internet menggunakan metode RMA dan QoS. UIN Suska Riau, 9(12), 702–711. <https://doi.org/10.33395/remik.v9i2.14857>
- Wanggi, Y. S., Hariadi, F., Wira, K., & Sumba, W. (2023). Management bandwidth jaringan komputer di Puskesmas Rambangaru menggunakan hotspot Mikrotik. CONTAR: Jurnal Ilmu Komputer, 1(1), 17–22. <https://journal.unwira.ac.id/index.php/CONTAR/article/view/2373/712>
- Bagus, M., Mulyanto, Y., Sofya, N. D., & Yuliadi. (2024). Penerapan hierarchical token bucket (HTB) dalam manajemen bandwidth untuk meningkatkan quality of service (QoS) pada SMKN 1 Alas. Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronika, 7(1), 174–182. <https://doi.org/10.36595/jire.v7i1.1168>
- Anwar, I. D., & Akbar, Y. (2024). Manajemen bandwidth jaringan dengan metode per connection queue (PCQ) pada Mikrotik di Masterpiece Family Karaoke Tebet. Jurnal Indonesia Manajemen Informatika dan Komunikasi, 5(3), 3125–3137. <https://doi.org/10.35870/jimik.v5i3.986>
- Sidqi, T. O., Fitri, I., & Nathasia, N. D. (2021). Implementasi manajemen bandwidth menggunakan metode HTB (hierarchical token bucket) pada jaringan Mikrotik. JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika), 6(1), 132–138. <https://doi.org/10.29100/jipi.v6i1.1927>
- Anwar, M. S. (2022). Analisis QoS (quality of service) manajemen bandwidth menggunakan metode kombinasi simple queue dan PCQ (per connection queue) pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara. sudo Jurnal Teknik Informatika, 1(2), 82–97. <https://doi.org/10.56211/sudo.v1i2.24>
- Septyani, H., Noviriandini, A., & Indriyani, L. (2024). Penerapan metode simple queue dalam manajemen bandwidth jaringan komputer local area network (LAN) pada PT Uni Gemilang Sentosa Jakarta. Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v7i1.4900>

- Mawarni, E., et al. (2024). Penerapan manajemen bandwidth dengan metode QoS (quality of service) menggunakan Mikrotik router. *Jurnal Ilmu Komputer*, 5(2). <https://doi.org/10.24127/ilmukomputer.v5i2.4702>
- Ridwan, M. H., Solehudin, A., & Rozikin, C. (2024). Analisis quality of service (QoS) jaringan wireless dengan penerapan PCQ (studi kasus: Kantor Kecamatan Kemang). *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(3), 3293–3309. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9663>
- Tangelangi, F. M. (2024). Optimasi kinerja internet dengan implementasi metode peer connection queue (PCQ) untuk manajemen bandwidth di Yayasan Bina Darma. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 8(4). <https://doi.org/10.35870/jtik.v8i4.2302>
- Rahman, M., Dasuki, M., & Oktavianto, H. (2024). Implementasi manajemen bandwidth simple queue sebagai optimalisasi layanan jaringan internet warga menggunakan metode NDLC. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 5(1), 27–35. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v5i1.6899>
- Subektiningsih, S., Renaldi, R., & Ferdiansyah, P. (2022). Analisis perbandingan parameter QoS standar TIPHON pada jaringan nirkabel dalam penerapan metode PCQ. *Explore*, 12(1), 57. <https://doi.org/10.35200/explore.v12i1.527>
- Budiman, A., Duskarnaen, M. F., & Ajie, H. (2020). Analisis quality of service (QoS) pada jaringan internet SMK Negeri 7 Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer*, 4(2), 32–36. <https://doi.org/10.21009/pinter.4.2.6>
- Prahara, S., Martanto, & Ali, I. (2023). Optimalisasi jaringan internet dengan load balancing menggunakan parameter QoS (studi kasus: SMK Bina Warga Lemahabang). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 212. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6256>
- Kusbandono, H., & Syafitri, E. M. (2019). Penerapan quality of service (QoS) dengan metode PCQ untuk manajemen bandwidth internet pada WLAN Politeknik Negeri Madiun. *Research on Computer and Information System Technology Management*, 2(1), 7. <https://doi.org/10.25273/research.v2i1.3743>