



Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Queue Tree* dengan PCQ di SMK Negeri 1 Surabaya

Fikri Dwilaksono^{1*}, Henni Endah Wahanani², Mohammad Idhom³

¹⁻³Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

Email: 180810101@student.upnjatim.ac.id¹, henniendah.if@upnjatim.ac.id², idhom@upnjatim.ac.id³

Alamat: Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec.Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi penulis: 180810101@student.upnjatim.ac.id *

Abstract. *With the rapid advancement of information technology, maintaining a stable and efficient computer network has become essential, particularly in educational settings. SMK Negeri 1 Surabaya encounters difficulties in managing its limited bandwidth because of the large number of users accessing the network simultaneously. This research focuses on applying bandwidth management through the Queue Tree technique combined with Per Connection Queuing (PCQ) on the school's computer network using Mikrotik hardware. The approach aims to enhance network performance by improving throughput, minimizing delays, and stabilizing jitter. Evaluation of Quality of Service (QoS) indicators including throughput, packet loss, delay, and jitter demonstrated favorable outcomes, with all metrics categorized as good. Findings confirm that using Queue Tree and PCQ methods contributes to fairer bandwidth distribution, mitigates network congestion, and improves overall network quality in the educational environment. This study offers a practical solution to support teaching and administrative processes by providing a more reliable and efficient network infrastructure.*

Keywords: *Bandwidth Management, Mikrotik, Per Connection Queuing (PCQ), Quality of Service (QoS), Queue Tree.*

Abstrak. Seiring pesatnya perkembangan teknologi informasi, kebutuhan akan jaringan komputer yang stabil dan efisien menjadi sangat penting, khususnya di lingkungan pendidikan. SMK Negeri 1 Surabaya menghadapi kendala dalam pengelolaan bandwidth yang terbatas akibat tingginya jumlah pengguna yang mengakses jaringan secara bersamaan. Penelitian ini bertujuan menerapkan manajemen bandwidth menggunakan metode Queue Tree dengan Per Connection Queuing (PCQ) pada jaringan komputer di SMK Negeri 1 Surabaya dengan perangkat Mikrotik. Metode ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas jaringan seperti throughput, mengurangi delay, serta mengoptimalkan kestabilan jitter. Pengujian parameter Quality of Service (QoS) seperti throughput, kehilangan paket, delay, dan jitter menunjukkan hasil yang signifikan, di mana semua parameter berada dalam kategori baik. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penerapan metode Queue Tree dan PCQ mampu memberikan alokasi bandwidth yang lebih adil, mengurangi kemacetan jaringan, serta meningkatkan kualitas jaringan di lingkungan pendidikan. Penelitian ini memberikan solusi efektif untuk mendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi dengan kualitas jaringan yang lebih stabil dan efisien.

Kata kunci: *Manajemen Bandwidth, Mikrotik, Per Connection Queuing (PCQ), Quality of Service (QoS), Queue Tree.*

1. LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan akan jaringan komputer yang stabil dan efisien semakin mendesak, terutama di institusi pendidikan. SMK Negeri 1 Surabaya ini merupakan dari salah satu lembaga pendidikan, memiliki fungsi penting dalam menyediakan koneksi internet. yang memadai untuk mendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi. Namun, dengan banyaknya pengguna yang mengakses jaringan secara bersamaan, seringkali terjadi kemacetan dan penurunan kualitas layanan, seperti lambatnya akses internet dan ketidakstabilan koneksi. Maka pada pengelolaan bandwidth akan lebih

efektif dan menjadi krusial untuk menjaga kelancaran komunikasi data pada jaringan(Dwilaksono et al., 2021).

Manajemen bandwidth merupakan teknik yang digunakan untuk memaksimalkan penggunaan pada bandwidth di jaringan komputer menggunakan dengan membatasi alokasi bandwidth ke setiap pengguna atau aplikasi. Salah satu pada metode yang dapat diterapkan pada manajemen jaringan bandwidth adalah dengan pcq dan queue tree Pada perangkat Mikrotik, metode ini memungkinkan pembagian bandwidth yang lebih merata, menekan kemacetan jaringan, serta meningkatkan kualitas layanan (Quality of Service/QoS) .memprioritaskan trafik penting. Dalam hal ini, SMK Negeri 1 Surabaya membutuhkan solusi yang dapat manage jaringan internetnya agar lebih efisien dan mendukung berbagai kegiatan tanpa gangguan. (Saputra, 2023)

Penelitian ini dimana bertujuan untuk manajemen jaringan pada bandwidth yang dimana akan menggunakan metode Queue Tree dengan PCQ di jaringan komputer di SMK Negeri 1 Surabaya. Dengan menggunakan Mikrotik sebagai perangkat utama dan mengonfigurasi Queue Tree serta PCQ, diharapkan dapat tercapai peningkatan QoS yang signifikan, seperti peningkatan throughput, pengurangan delay, dan stabilitas jitter yang lebih baik. Simulasi dan implementasi dari metode ini akan dilakukan untuk mengukur efektivitasnya dalam meningkatkan kinerja jaringan, dengan tujuan memberikan solusi optimal bagi kebutuhan administrasi dan pembelajaran di SMK Negeri 1 Surabaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen *Bandwidth* pada Jaringan Komputer

Manajemen bandwidth adalah teknik yang digunakan untuk mengoptimalkan dan mengelola penggunaan bandwidth dalam jaringan komputer. Hal ini menjadi semakin penting seiring dengan pesatnya peningkatan penggunaan internet dan aplikasi berbasis web yang membutuhkan koneksi yang cepat dan stabil. Qos ini mengacu kepada kemampuan dimana menilai performa sistem komunikasi data, yang berperan krusial dalam pengelolaan bandwidth.. (Aminah, 2022) Dengan semakin banyaknya pengguna internet dan aplikasi yang membutuhkan bandwidth besar, seperti streaming video, permainan daring, dan komunikasi real-time, masalah kemacetan bandwidth semakin sering terjadi. Kemacetan bandwidth muncul ketika kapasitas jaringan tidak dapat memenuhi seluruh permintaan pengguna, yang akhirnya berdampak pada penurunan kualitas layanan. (Septyani et al., 2024)

IP Address

IP Address adalah penanda unik IP Address diberikan kepada setiap perangkat yang tersambung dalam jaringan komputer dan berfungsi sebagai alamat unik yang memungkinkan perangkat-perangkat tersebut untuk saling berkomunikasi dan mengakses internet. (Wicaksono & Wahanani, 2025)

Bandwidth

Bandwidth ini merujuk pada kapasitas atau kemampuan dari kabel ethernet untuk mentransfer lalu lintas paket data sebanyak jumlah tertentu. Selain itu, bandwidth mengacu pada volume paket data yang dikonsumsi dalam satu satuan waktu, yang diukur menggunakan bit per second (bps). (Zihan fauziah rahmah, 2023)

Queue Tree

Queue Tree adalah metode yang pengelolaan bandwidthnya dapat lebih kompleks karena pengaturannya melibatkan berbagai faktor, seperti protokol, port, alamat IP, serta memerlukan pengaktifan fitur Mangle pada Firewall. Fitur ini sangat bermanfaat dalam pengelolaan *bandwidth*, terutama pada jaringan dengan dua koneksi internet, karena pengaturan paket mark pada *Queue Tree* lebih efisien berbeda dengan dengan penggunaan Simple Queues. *Queue Tree* memungkinkan pengaturan yang lebih terperinci, seperti pembatasan bandwidth untuk koneksi tertentu, baik untuk unduhan maupun unggahan. Dengan demikian, Pada *queue Tree* sangat efektif untuk mengelola lalu lintas data yang lebih spesifik, memastikan setiap koneksi memperoleh alokasi bandwidth yang sesuai dengan kebijakan yang diterapkan, serta mengoptimalkan penggunaan kedua koneksi internet secara bersamaan tanpa mengorbankan kualitas salah satu koneksi. (Prihantoro et al., 2021)

Per Connection Queuing (PCQ)

Per Connection Queue (PCQ) merupakan dimana metode antrian yang diterapkan pada jaringan dengan jumlah klien yang banyak atau yang sulit diperkirakan jumlahnya. Sebagai contoh, di sebuah universitas yang menyediakan layanan Wi-Fi untuk banyak penggunanya, PCQ digunakan untuk mengelola lalu lintas jaringan dan kualitas layanan (Quality of Service/QoS). PCQ adalah salah satu solusi yang relatif mudah dalam manajemen bandwidth, di mana metode ini bekerja menggunakan algoritma secara otomatis membagi setiap bandwidth secara merata kepada setiap klien yang aktif Metode ini sangat ideal diterapkan ketika kita kesulitan dalam menentukan alokasi bandwidth secara spesifik untuk setiap pengguna. Dengan PCQ, bandwidth dibagi sesuai dengan subkelas atau subqueue yang ditetapkan untuk setiap pengguna, memungkinkan pembagian yang lebih adil dan efisien. Salah satu keuntungan utama dari PCQ adalah kemudahannya untuk diimplementasikan dalam

pengaturan jaringan yang membutuhkan pembatasan bandwidth dinamis dan berbasis jumlah pengguna yang terus berubah. Konfigurasi PCQ yang sederhana membuatnya sangat cocok digunakan di lingkungan dengan banyak pengguna, seperti di universitas, kantor, atau jaringan publik, di mana kebutuhan bandwidth dapat berubah-ubah secara signifikan (Mahfuzi et al., 2023)

Wireshark

Wireshark adalah alat untuk menganalisis protokol jaringan yang termasuk ke dalam kategori network analysis tool atau packet sniffer. Saat paket trafik bergerak di dalam sebuah jaringan, packet sniffer mampu merekam PDU, melakukan decoding, serta menganalisis isi paket tersebut. Wireshark dirancang khusus sebagai packet sniffer yang dapat mempelajari dan menjelaskan berbagai kategori protokol yang berfungsi dalam satu jaringan. (Siswanto et al., 2023)

Winbox

Winbox adalah Aplikasi berbasis Windows yang sering dipakai untuk konfigurasi perangkat Mikrotik.. Dalam mengelola bandwidth, aplikasi ini diperlukan agar pengguna dapat melakukan pengaturan sesuai kebutuhan dengan menggunakan Winbox.(Saputra Wanggi et al., 2023)

Peningkatan Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan metode secara umum dipakai untuk menilai dan mengatur kinerja jaringan, termasuk perangkat seperti host dan router. QoS bertujuan untuk menyediakan layanan jaringan yang lebih terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan serta persyaratan yang telah ditentukan. QoS bukanlah sebuah entitas atau organisasi tertentu, melainkan sebuah konsep desain yang diterapkan dalam solusi jaringan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan trafik data. Melalui QoS, penyedia jaringan dapat menjamin bahwa trafik dengan kebutuhan khusus memperoleh prioritas lebih tinggi dibandingkan trafik lainnya. (Daulay, 2020) QoS berfokus pada penyediaan berbagai tingkat kualitas layanan berdasarkan kebutuhan jaringan yang berbeda, seperti kecepatan transfer data dan pengiriman berbagai jenis data yang berbeda. Selain itu, QoS memungkinkan pengelola jaringan untuk memberi prioritas pada trafik tertentu, memastikan bahwa data yang lebih penting atau sensitif, seperti data real-time atau komunikasi suara, memperoleh prioritas dalam penggunaan bandwidth. Hal ini sangat penting dalam jaringan yang mendukung aplikasi-aplikasi kritis, seperti video conference atau transaksi finansial, yang membutuhkan kecepatan dan latensi rendah agar dapat berfungsi dengan baik. Dengan QoS, pengelolaan bandwidth menjadi lebih efisien dan

jaringan dapat beroperasi dengan lebih stabil meskipun ada permintaan trafik yang tinggi (Solehudin et al., 2025)

Pengujian QOS memiliki beberapa paratameter. Parameter yang digunakan adalah Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter .

1 . Throughput

Throughput merujuk pada jumlah bandwidth yang digunakan untuk mentransfer data dalam periode waktu tertentu. Hal ini juga menggambarkan paket yang telah dikirim telah berhasil dalam waktu yang ditentukan, lalu akan dibagi selama proses interval tersebut. (Kasus et al., 2024)

$$Throughput = \frac{\text{packet data diterima}}{\text{lama waktu pengirima}}$$

Tabel 1. Parameter Throughput

Throughput	Indexs	Kategori
> 2 .1 Mbps	4	Sangat Bagus
1200 Kbps – 2 .1 Mbps.	3	Bagus
700 - 1200 kbps.	2	Sedang
338 – 700 kbps.	1	Jelek

2.Packet Loss

Packet Loss merujuk pada kondisi di mana beberapa paket data tidak berhasil diterima selama proses transmisi, yang umumnya disebabkan oleh tabrakan (collision) atau kepadatan (congestion) dalam jaringan.

$$Packet\ Los = \frac{(\text{packet dikirim} - \text{packet diterima})}{\text{packet dikirim}} \times 100\%$$

Tabel 2. Parameter Packet Loss

Packet Loss	Indexs	Kategori
0 %	4	Sangat Bagus.
3 %	3	Bagus.
15 %	2	Sedang.
25 %	1	Jelek.

3 . Delay

Delay merupakan waktu dimana memerlukan mentransfer data pada sumber ke tujuan, yang dipengaruhi oleh sejumlah elemen seperti jarak, saluran komunikasi, dan prosedur yang terlibat. Nilai pada delay yang tinggi akan dapat mengindikasikan adanya kesulitan atau peningkatan beban pada jaringan internet.

$$Delay\ rata - rata = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total packet diterima}}$$

Tabel 3. Parameter Delay

Delay (ms)	Indexs	Kategori
<150 ms	4	Sangat Bagus
150ms - 300 ms	3	Bagus
300ms - 450 ms	2	Sedang
450 ms	1	Jelek

4 . Jitter

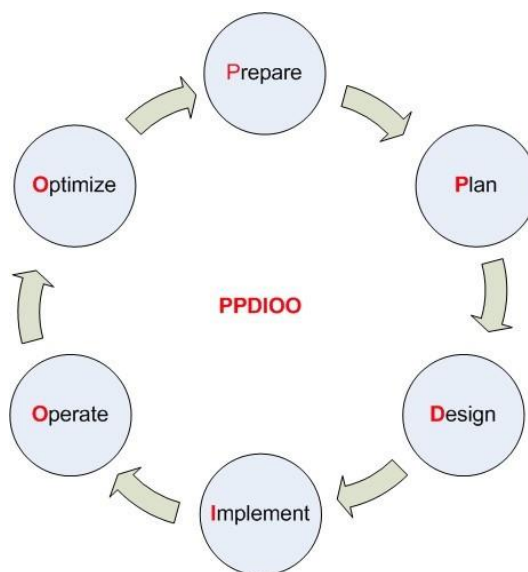
Jitter merupakan perbedaan dalam delay, yang merujuk pada perbedaan waktu antara kedatangan atau pengiriman sinyal pada lokasi penerima yang berbeeda.

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ packet\ diterima}$$

Tabel 4. Parameter Jitter

Jitter (ms)	Indexs	Kategori
0 ms	4	Sangat Bagus
0 ms - 75 ms	3	Bagus
75 ms - 125 ms	2	Sedang
125 ms - 225 ms	1	Jelek

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. PPDIOO Network Lifecycle

Dalam perancang jaringan pada komputer, dimana metode yang sebaiknya digunakan adalah Metode PPDIOO. Salah satu keuntungan utama dari penerapan metode ini adalah kemampuannya untuk mengurangi biaya pembangunan jaringan komputer. Hal ini disebabkan oleh pendekatan bertahap yang diterapkan dalam proses perancangannya. Metode ini mengharuskan pembangunan jaringan komputer melalui beberapa fase, yaitu Fase Prepare, Fase Plan, Fase Design, Fase Implement, Fase Operate, dan Fase Optimize. Peneliti akan memakai 4 fase yaitu prepare, plan, design dan implement. (Ridobillah et al., 2024)

Fase Prepare

Pada tahap persiapan, dilakukan identifikasi kebutuhan jaringan di SMK N 1 Surabaya berdasarkan jumlah pengguna, termasuk siswa, guru, dan ruang laboratorium. Tahap persiapan mencakup analisis terhadap kebutuhan sistem, observasi lapangan, serta pengukuran kualitas jaringan yang sudah diterapkan. Tahap akan ini meliputi upaya merumuskan permasalahan, memahami desain sistem yang akan diimplementasikan, mengenali tipe dan jenis aplikasi yang digunakan, serta mengidentifikasi komponen pendukungnya, sehingga tujuan dan kebutuhan sistem dapat dijelaskan dengan lebih jelas. (Ningsih et al., 2024)

Fase Plan

Pada tahap perencanaan, dibuat solusi untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan pada tahap persiapan sebelumnya, yang mencakup analisis kebutuhan sistem, observasi lapangan, dan pengukuran kualitas jaringan.

Fase Design

Pada tahap desain, akan dilakukan penyesuaian sistem jaringan yang akan diterapkan di SMK N 1 Surabaya, berdasarkan solusi yang telah dikembangkan pada tahap sebelumnya.

Fase Implement

Pada tahap implementasi, jaringan akan diterapkan sesuai dengan perancangan yang telah dipersiapkan sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase Prepare

Pada fase ini, peneliti melakukan observasi di SMK Negeri 1 Surabaya dan menganalisis hasil pengumpulan data, seperti buku, studi literatur, atau jurnal yang relevan, untuk mendapatkan informasi tambahan yang dibutuhkan dalam menganalisis kebutuhan dan permasalahan dalam penelitian. Tujuan dari tahap persiapan ini adalah agar sistem yang dikembangkan dapat berjalan dengan lancar dan efektif. Menurut hasil wawancara dengan pihak manajemen jaringan pada tempat peneliti, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5. Gedung Terpasang Jaringan

No	Nama Gedung	Pemilik Gedung	Alokasi Bandwidth	Metode Pembagian Bandwidth
1	Gedung 1	Guru	5 Mbps	Queue Tree dengan PCQ
2	Gedung 2	Lab	10 Mbps	Queue Tree dengan PCQ
3	Gedung 3	Siswa	3 Mbps	Queue Tree dengan PCQ

Fase Plan

Pada Fase ini bertujuan untuk membangun sebuah jaringan komputer yang dilengkapi dengan sistem keamanannya, yang tentunya memerlukan berbagai jenis perangkat, baik software maupun hardware.

Tabel 6. Hardware

No	Nama	Spesifikasi
1	Router (Mikrotik)	RB941-2nD
2	Acces Point	TL-WR840N
3	Laptop/Komputer	-
4	Kabel LAN/UTP	Cat 5E

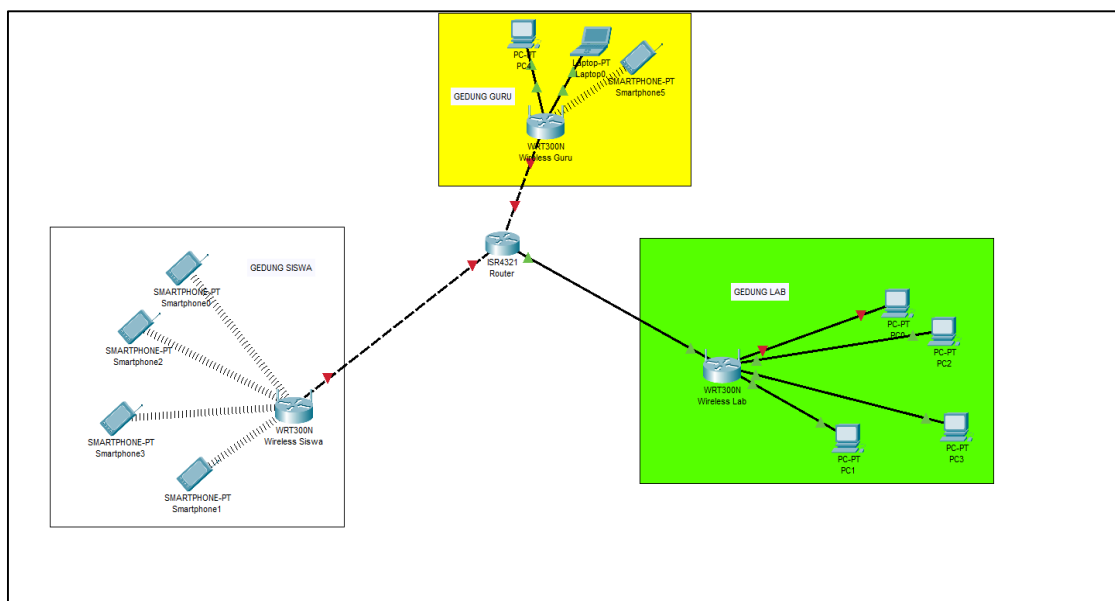
Pada table diatas merupakan kebutuh untuk merancang sebuah jaringan yang dimana akan di praktekan di SMK Negeri 1 Surabaya. Adapun kebutuhan untuk software tersebut

Tabel 7. Software

No	Nama	Spesifikasi
1	Winbox	Admin
2	Windows 10	Admin
3	Wireshark	Admin

Pada table diatas merupakan kebutuh software untuk merancang sebuah jaringan yang dimana akan di praktekan pada SMK Negeri 1 Surabaya.

Fase Design



Gambar 2. Topologi Jaringan SMK N 1 Surabaya

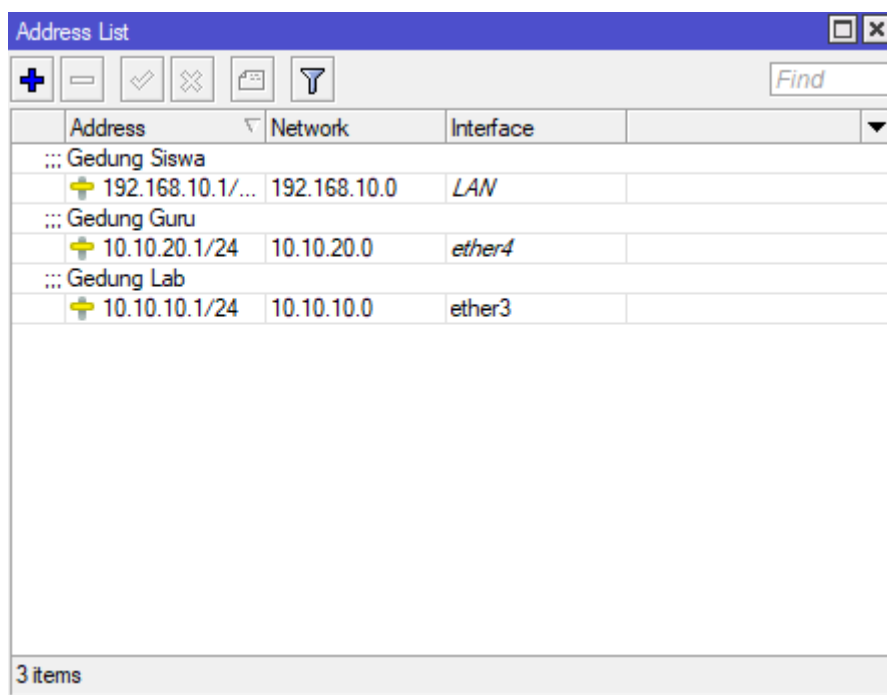
Pada gambar 2 merupakan design dari topologi jaringan SMK N 1 Surabaya dimana untuk yang berwarna putih merukan gedung siswa untuk yang berwarna kuning merupakan gedung dari guru dan yang terakhir berwarna hijau yang dimana gedung untuk lab.

Fase Implementasi

Pada fase akan melakukan penerapan jaringan berdasarkan rancangan yang sudah dibuat sebelumnya. Mulai dari pengkonfigurasi jaringan dengan metode queue tree dengan pcq melakukan pengujian secara bergantian

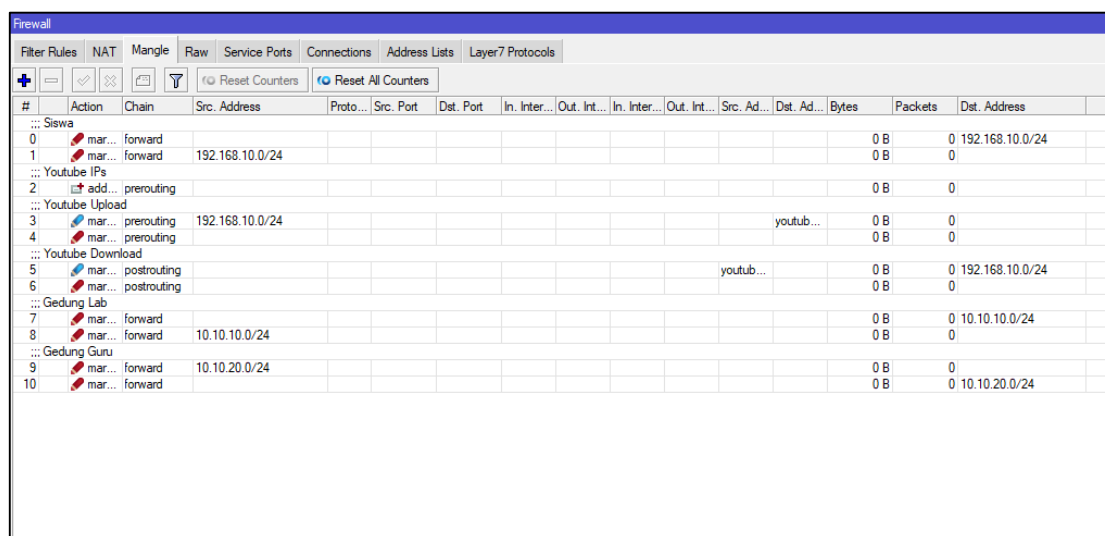
1 Konfigurasi Metode Queue Tree dengan PCQ

Berikut merupakan konfigurasi metode queue tree dengan pcq yang akan diterapkan pada jaringan SMK1 Sby dan akan diuji kualitas jaringannya, terlihat pada gambar no 4, no 5, no 6 dan no 7 berikut.



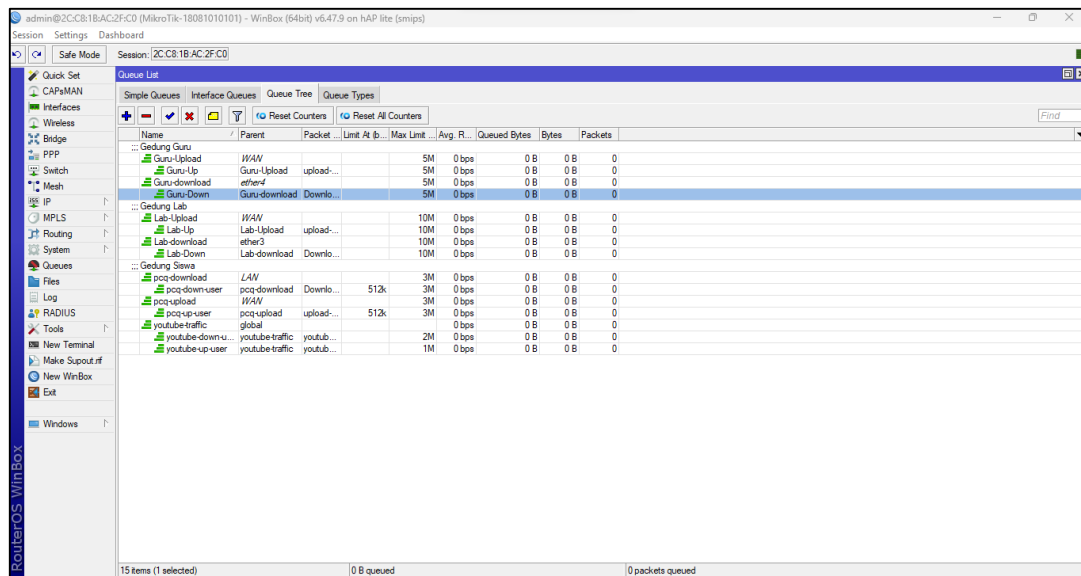
Gambar 3 Ip Address Gedung

Gambar 3 merupakan pembagian ip address pada setiap gedung smkn 1 surabaya



Gambar 4. Konfigurasi Firewall Mangle

Gambar 4 Merupakan settingan untuk firewall mangle sebelum menkonfigurasi pembagian bandwidth kita harus mengkonfigursi firewall mangle tersebut untuk bisa menggunakan metode tersebut.



Gambar 5 Konfigurasi Pembagian Bandwidth

Gambar 5 merupakan konfigurasi pembagian bandwidth yang dimana menggunakan metode queue tree dengan pcq

2 Hasil Pengujian Metode Queue Tree dengan Pcq

Pada hasil tersebut dimana pengujian ini menunjukkan hasil dari perhitungan QoS setiap gedung yang dimana akan dilakukan secara bergantian gedung siswa

a) Throughput

Tabel 7. Throughput

No	Nama Gedung	Hasil Metode Queue Tree dan PCQ	Kategori Throughput
1	Gedung Siswa	2.249 Kb/s	Sangat Bagus
2	Gedung Lab	1.221 Kb/s	Bagus
3	Gedung Guru	1.245 Kb/s	Bagus

Pada tabel 7 merupakan hasil pengujian throughput menunjukkan bahwa gedung siswa memiliki throughput yang sangat baik, sementara gedung lab dan guru berada pada kategori baik. Dimana menunjukkan bahwa menggunakan metode Queue Tree dengan PCQ, pengelolaan bandwidth ini akan dilakukan secara lebih terperinci dan efisien, pembatasan bandwidth yang lebih tepat sesuai dengan kebutuhan jaringan., SMK Negeri 1 Surabaya berhasil mengalokasikan bandwidth dengan cukup efisien, terutama untuk gedung yang memiliki jumlah pengguna lebih banyak, seperti gedung siswa.

b) PacketLoss**Tabel 8. PacketLoss**

No	Nama Gedung	Hasil Metode Queue Tree dan PCQ	Kategori PacketLoss
1	Gedung Siswa	2,48 %	Sangat Bagus
2	Gedung Lab	0 %	Sangat Bagus
3	Gedung Guru	1 %	Sangat Bagus

Pada tabel 8 merupakan hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat packet loss pada semua gedung sangat rendah, bahkan gedung lab dan gedung guru menunjukkan 0% packet loss, yang menunjukkan bahwa metode Queue Tree dan PCQ telah berhasil mengurangi kehilangan paket data, memastikan kualitas jaringan yang lebih stabil.

c) Delay**Tabel 9. Delay**

No	Nama Gedung	Hasil Metode Queue Tree dan PCQ	Kategori Delay
1	Gedung Siswa	2,267 ms	Sangat Bagus
2	Gedung Lab	5,633 ms	Sangat Bagus
3	Gedung Guru	3,687 ms	Sangat Bagus

Pada tabel 9 merupakan Delay pada semua gedung berada dalam kategori sangat baik, dengan nilai delay yang rendah, menunjukkan bahwa jaringan di SMK Negeri 1 Surabaya sangat responsif dan minim hambatan dalam pengiriman data.

d) Jitter**Tabel 10. Jitter**

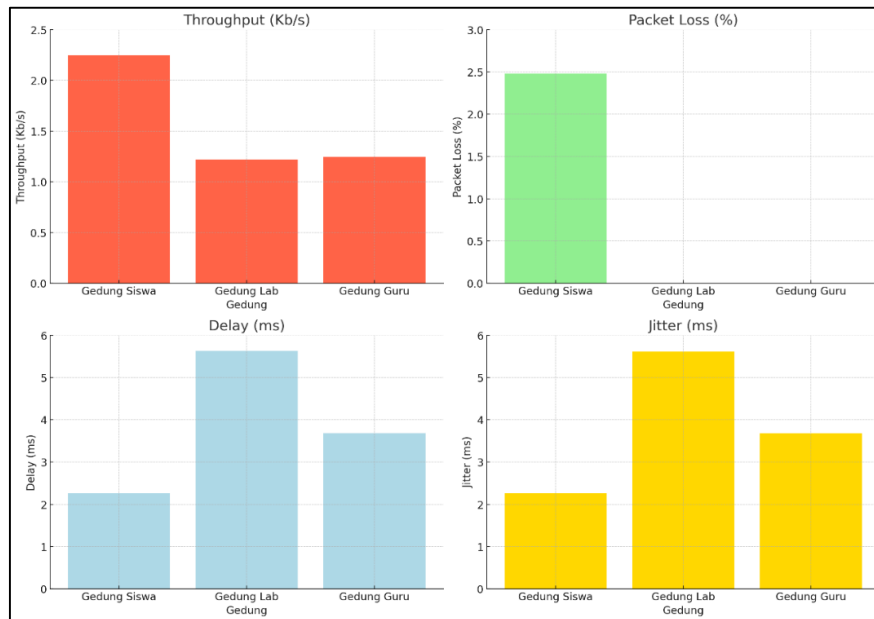
No	Nama Gedung	Hasil Metode Queue Tree dan PCQ	Kategori Jitter
1	Gedung Siswa	2,266 ms	Baik
2	Gedung Lab	5,615 ms	Baik
3	Gedung Guru	3,681 ms	Baik

Pada tabel 10 merupakan Nilai jitter pada semua gedung berada dalam kategori baik, menunjukkan bahwa variasi pengiriman paket data cukup stabil. Meskipun ada fluktuasi waktu yang sedikit lebih tinggi pada gedung lab, secara keseluruhan jaringan menunjukkan kestabilan yang baik.

3. Hasil Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, penerapan metode Queue Tree dan PCQ di SMK Negeri 1 Surabaya telah menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kualitas layanan jaringan. Adanya pengalokasian bandwidth yang adil di setiap gedung dengan mempertimbangkan jumlah pengguna dan jenis trafik membantu mengurangi kemacetan dan meningkatkan stabilitas jaringan. Selain itu, pengujian QoS menunjukkan bahwa throughput, packet loss,

delay, dan jitter berada dalam kategori yang baik, yang menandakan keberhasilan penerapan kedua metode ini dalam meningkatkan kinerja jaringan.



Gambar 6. hasil pengujian QoS

Diagram di atas menunjukkan hasil pengujian QoS pada jaringan komputer yang berada di SMK Negeri 1 Surabaya setelah penerapan metode Queue Tree dan PCQ. Secara keseluruhan, ketiga gedung yang diuji (Siswa, Lab, dan Guru) menunjukkan kinerja yang bagus dalam aspek Throughput, Delay, Packet Loss, dan Jitter. Gedung Siswa memiliki throughput tertinggi (2.249 Kb/s) dan delay terendah (2.267 ms), dengan packet loss 2,48%, yang masih berada dalam kategori sangat baik. Gedung Lab dan Guru juga menunjukkan performa yang baik, dengan packet loss 0%, delay yang wajar, dan jitter yang terjaga dengan baik, meskipun sedikit lebih tinggi dibandingkan Gedung Siswa. Secara keseluruhan, penerapan metode Queue Tree dan PCQ telah berhasil meningkatkan kualitas pada jaringan tersebut, dapat mengurangi kemacetan, dan memastikan distribusi bandwidth adil di seluruh gedung.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada hasil penelitian pada manajemen jaringan bandwidth ini melalui penerapan metode Queue Tree menggunakan PCQ pada jaringan di SMK Negeri 1 Surabaya, dapat diambil kesimpulan bahwa metode ini berhasil meningkatkan kualitas jaringan secara signifikan. Pengujian terhadap parameter QoS, sebagai contoh packet loss, throughput, delay, dan jitter, menunjukkan hasil yang sangat baik di seluruh gedung yang diuji. Penerapan metode Queue Tree dan PCQ terbukti efektif dalam mengalokasikan bandwidth secara merata sesuai dengan kebutuhan masing-masing gedung, sehingga dapat mengurangi kemacetan dan

meningkatkan stabilitas jaringan. Dengan adanya peningkatan QoS, yang mencakup peningkatan throughput, pengurangan packet loss, serta penurunan delay, jaringan di SMK Negeri 1 Surabaya dapat mendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi dengan lebih lancar dan efisien.

Saran

Pada hasil penelitian, terdapat bahwa ada beberapa rekomendasi yang layak dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, mengingat keberhasilan penerapan metode Queue Tree dan PCQ di SMK Negeri 1 Surabaya, disarankan untuk menerapkan metode serupa di sekolah-sekolah lain atau di area dengan kebutuhan jaringan yang tinggi. Hal ini akan membantu meningkatkan kualitas jaringan di berbagai institusi pendidikan. Selain itu, meskipun hasil pengujian QoS menunjukkan hasil yang baik, perlu adanya evaluasi rutin terhadap kapasitas jaringan, mengingat pertumbuhan jumlah pengguna dan aplikasi yang memerlukan bandwidth besar. Peningkatan kapasitas jaringan dapat menjadi langkah preventif untuk menghadapi peningkatan kebutuhan di masa depan. Pemantauan dan pemeliharaan secara berkala juga sangat disarankan untuk memastikan kualitas jaringan tetap terjaga, agar permasalahan teknis dapat dideteksi lebih awal dan konfigurasi yang telah diterapkan tetap optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada para pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan pada proses penulisan. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada SMK Negeri 1 Surabaya yang sudah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan menyediakan fasilitas yang mendukung kelancaran penelitian. Penelitian ini dimana merupakan bagian dari skripsi yang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan dukungan yang positif bagi pengembangan manajemen jaringan komputer di institusi pendidikan, khususnya SMK Negeri 1 Surabaya.

DAFTAR REFERENSI

- Aminah, S. (2022). Manajemen bandwidth dalam mengoptimalkan penggunaan router Mikrotik terhadap pelayanan koneksi jaringan. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*. <https://doi.org/10.37034/infec.v4i3.144>
- Daulay, O. L. (2020). Analisis quality of services (QoS) pada manajemen bandwidth menggunakan metode hierarchical token bucket (HTB) pada sistem jaringan. *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology)*, 5(2), 18–35.
- Dwilaksono, F., Ismail, Y. O., & Agussalim. (2021). Analisis dan desain jaringan VLAN pada SMKN 1 Surabaya menggunakan Cisco Packet Tracer. *Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN Veteran Jawa Timur*, November, 341–348.
- Kasus, J., Desa, B., Mbd, K., Aitiameru, H., & Christianto, E. (2024). Implementasi QoS dengan kombinasi queue tree dan dynamic queue untuk meningkatkan kualitas. *Jurnal Teknologi dan Informatika*, 9, 642–650.
- Mahfuzi, A. W., Abdullah, D., Juhardi, U., Marhalim, M., & Pallas, R. (2023). Implementasi metode PCQ – Queue Tree pada router Mikrotik untuk meningkatkan quality of service jaringan internet di Desa Renah Semanek. *Jurnal Media Infotama*, 19(2), 339–350. <https://doi.org/10.37676/jmi.v19i2.4173>
- Ningsih, S., Musril, H. A., Khairuddin, K., & Okra, R. (2024). Manajemen bandwidth jaringan menggunakan router Mikrotik RB941 berbasis queue tree di Laboratorium Komputer SMKN 3 Payakumbuh. *Simkom*, 9(1), 90–100. <https://doi.org/10.51717/simkom.v9i1.302>
- Prihantoro, C., Hidayah, A. K., & Fernandez, S. (2021). Analisis manajemen bandwidth menggunakan metode queue tree pada jaringan internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 13(2), 81. <https://doi.org/10.46964/justti.v13i2.750>
- Rahmah, Z. F., & Wathoni, M. (2023). Pemanfaatan manajemen bandwidth jaringan hotspot SMK Muhammadiyah Parakan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(November 2022), 3823–3829.
- Ridobillah, R., Indrayana, D., Az-Zahra, F. F., Studi, P., Informatika, T., Sukabumi, U. M., & Barat, J. (2024). Menggunakan metode queue tree dan PCQ di ICT UMMI. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 8(5), 10147–10154.
- Saputra Wanggi, Y., Hariadi, F., Wira, K., & Sumba, W. (2023). Manajemen 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>
- Saputra, A. (2023). Implementasi manajemen bandwidth berbasis Mikrotik menggunakan metode PCQ (*per connection queue*) pada SMK YAJ Depok. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3507>

- 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 (JUTIKOMP)*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v7i1.4900>
- Siswanto, B., Fuad, A., Ahmad, S., Jati Metro, J., & Ternate Selatan, K. (2023). Analisis manajemen bandwidth metode hierarchical token bucket (HTB) penggunaan video conference dan sosial media. *Jurnal Jaringan dan Teknologi Informasi*, 4(1), 16–24. <https://doi.org/00.0000/jati>
- Solehudin, A., Rizal, A., Barat, J., & Queue, S. (2025). Analisis perbandingan QoS manajemen bandwidth menggunakan metode simple queue dan HTB. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(1), 858–866.
- Wicaksono, D. E., & Wahanani, H. E. (2025). Rancangan dan manajemen bandwidth menggunakan PCQ (*per connection queue*) pada PT. Sumber Alam Makmur Sentosa. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika*, 9(3), 3889–3895.