

## Optimalisasi QoS Manajemen Bandwidth Menggunakan PCQ dan FQ\_Codel Berbasis Mikrotik

Muhammad Jihan Gumeular<sup>\*1</sup>, Denar Regata Akbi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Malang

agumjihjan@webmail.umm.ac.id\*

### Abstrak

Distribusi bandwidth yang tidak merata dan koneksi internet lambat seringkali menyebabkan buffering serta delay yang berlebihan dalam mengakses internet pada jaringan. Faktor penyebab akses internet yang lambat meliputi banyaknya jumlah perangkat yang terkoneksi ke internet yang tidak diimbangi dengan ketersediaan bandwidth yang memadai serta tidak adanya pemisahan trafik antara jaringan realtime dan non-realtime. Permasalahan ini dapat diatasi melalui metode manajemen bandwidth. Manajemen bandwidth pada MikroTik menggunakan beberapa metode seperti PCQ (Per Connection Queue), Queue Tree, dan FQ\_Codel. Metode ini dipilih karena PCQ dapat membagi bandwidth secara otomatis dan digunakan untuk trafik non-realtime, FQ\_Codel dapat mengatasi buffering dan mengurangi delay pada jaringan internet, dan Queue Tree dapat dirancang untuk melakukan pemisahan trafik jaringan antara trafik realtime dan non-realtime secara lebih kompleks. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengatasi masalah koneksi internet lambat dan distribusi bandwidth yang tidak merata di Kost Putra Jetis melalui optimalisasi Quality of Service (QoS) menggunakan metode PCQ dan FQ\_Codel berbasis MikroTik. Metode penelitian melibatkan pengumpulan data sekunder melalui studi pustaka dan data primer melalui observasi serta pengembangan jaringan seperti NDLC. Hasil pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan Wireshark menunjukkan bahwa penggunaan metode PCQ dan FQ\_Codel berhasil meningkatkan kualitas layanan internet, terutama dalam hal streaming video, YouTube, video konferensi, dan gaming. Dengan demikian, QoS akses internet dapat dikategorikan sangat baik. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan performa jaringan internet di lingkungan Kost Putra Jetis.

**Kata Kunci:** Manajemen Banwidth, PCQ, FQ\_Codel, Queue Tree, QoS

### Abstract

Uneven bandwidth distribution and slow internet connections often cause excessive buffering and delay in accessing the internet on the network. The factors causing slow internet access include the large number of devices connected to the internet that are not balanced with adequate bandwidth availability and the lack of traffic separation between realtime and non-realtime networks. This issue can be addressed through bandwidth management methods. Bandwidth management on MikroTik uses several methods such as PCQ (Per Connection Queue), Queue Tree, and FQ\_Codel. These methods are chosen because PCQ can automatically distribute bandwidth and is used for non-realtime traffic, FQ\_Codel can overcome buffering and reduce delay on the internet network, and Queue Tree can be designed to perform more complex traffic queueing tasks and to separate network traffic between realtime and non-realtime traffic. The purpose of this research is to address the issues of slow internet connections and uneven bandwidth distribution at Kost Putra Jetis through the optimization of Quality of Service (QoS) using the PCQ and FQ\_Codel methods based on MikroTik. The research methodology involves collecting secondary data through literature studies and primary data through observations and network development like NDLC. The results of the tests conducted three times using Wireshark show that the use of the PCQ and FQ\_Codel methods successfully improves the quality of internet service, especially in terms of video streaming, YouTube, video conferencing, and gaming. Thus, the QoS of internet access can be categorized as very good. This research contributes to improving the performance of the internet network in the Kost Putra Jetis environment.

**Keywords:** Bandwidth Management, PCQ, FQ\_Codel, Queue Tree, QoS

## 1. Pendahuluan

Di era yang semakin digital, pengguna internet tidak hanya menjadi konsumen informasi, tetapi juga menjadi produsen konten dan data yang aktif. Mereka tidak hanya mencari informasi tetapi juga terlibat dalam berbagi pengetahuan, pengalaman, dan opini melalui berbagai platform online. Akses internet kini menjadi kebutuhan penting bagi banyak individu dan bisnis. Tidak terkecuali bisnis penginapan seperti tempat kos, banyak pengunjung yang menginginkan koneksi Internet yang cepat dan stabil saat menginap. Namun, tingginya biaya bandwidth internet dan pembagian beberapa wifi di setiap sektor ruangan mengakibatkan pembatasan alokasi bandwidth oleh penyedia layanan internet (ISP)[1]. Oleh karena itu, dibutuhkannya seorang administrator jaringan yang mampu mengimplementasikan sistem manajemen bandwidth yang efisien dan efektif dalam mengatur akses internet.

Dengan menggunakan router mikrotik, seorang administrator jaringan dapat dengan mudah melakukan manajemen bandwidth, namun demikian di dalam router mikrotik terdapat beberapa metode yang bisa digunakan untuk melakukan management bandwidth[2]. Metode pembagian bandwidth yang biasa digunakan pada mikrotik adalah PCQ (Per Connection Queue) dan di sisi lain PCQ menghasilkan download yang lebih baik. Pada PCQ, bandwidth per user yang aktif secara otomatis dibagi rata. Queue Tree digunakan untuk memisahkan protokol seperti gaming, web browsing, streaming sehingga bandwidth diprioritaskan berdasarkan kebutuhan penggunaan perangkat yang digunakan [1]. Metode PCQ yang dikombinasikan dengan FQ\_Codel memiliki efek membagi bandwidth secara merata dan adil, serta mengurangi adanya bufferbloat yang terjadi pada jaringan, Sedangkan FQ\_Codel sendiri digunakan untuk memberikan isolasi antara berbagai aliran lalu lintas, terutama untuk lalu lintas yang menggunakan komunikasi real-time seperti voip, gaming, dan streaming [3].

Jaringan yang baik tidaklah identik dengan kecepatan akses saja, banyak faktor yang mempengaruhi kualitas suatu jaringan[4]. Penempatan dan struktur topologi dalam jaringan "Kost Putra Jetis" juga berperan penting dalam menentukan kualitas serta stabilitas jaringan. Saat ini, topologi yang diterapkan belum optimal, yang menyebabkan kesulitan bagi beberapa pengguna yang lokasinya berada lebih jauh dari router utama untuk terhubung ke jaringan. Untuk mengatasi masalah ini akan dilakukan pengembangan jaringan dengan menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle). Metode ini dipilih karena NDLC merupakan suatu metode yang digunakan dalam perancangan topologi jaringan[5]. Selain itu NDLC memastikan bahwa proses pengembangan jaringan dilakukan secara terstruktur dan terencana, karena metode tersebut mempunyai beberapa fase, tahapan atau mekanisme proses secara spesifik[6].

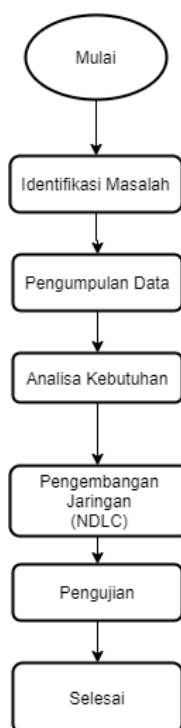
Pada penelitian ini, manajemen bandwidth berbasis MikroTik akan diterapkan di "Kost Putra Jetis". Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada kendala bandwidth yang terbatas dan frekuensi tingginya bufferbloat yang menyebabkan peningkatan latensi. "Kost Putra Jetis" dipilih karena jumlah pengunjung yang tinggi dan seringnya akses internet dari setiap pengunjung yang terhubung ke jaringan kost. Dalam implementasi ini, peneliti akan menerapkan metode PCQ dan FQ\_Codel untuk memastikan bahwa jaringan di "Kost Putra Jetis" memiliki kualitas yang optimal dan stabil untuk berbagai keperluan penggunaan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, maka dalam penelitian ini akan diimplementasikan metode PCQ dan FQ\_Codel. FQ\_Codel merupakan kombinasi dari Fair Queueing (FQ) dan Controlled Delay (CoDel) [7]. FQ\_Codel yaitu sebuah skema hibrid yang menggabungkan penjadwalan aliran dengan manajemen antrian aktif. Skema ini terdiri dari serangkaian antrian dan penjadwal yang memutuskan dari antrian mana sebuah paket harus diambil [3]. FQ\_Codel membantu memastikan aliran paket melalui jaringan dengan lancar dan responsif, menghindari penumpukan yang disebabkan oleh buffer yang terlalu besar [8]. Dengan demikian, FQ\_Codel dapat meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna dalam jaringan internet. Melalui penggabungan metode ini, diharapkan jaringan di Kost Putra Jetis dapat beroperasi lebih stabil dan lancar, menjamin pengalaman pengguna yang lebih baik, dan memperbaiki penggunaan bandwidth secara efisien. Penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman yang lebih baik dalam meningkatkan manajemen bandwidth di lingkungan Kost Putra Jetis.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah pendekatan atau metode terstruktur yang digunakan dalam suatu bidang yang sistematis dengan tujuan memperoleh hasil yang memuaskan dalam penelitian ilmiah[9]. Metode penelitian yang digunakan antara lain adalah pengumpulan data, analisa

kebutuhan, implementasi dan pengujian. Setiap instrumen penelitian memiliki beberapa skema di dalamnya, dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang valid dari pelaksanaan penelitian ini seperti yang dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

### 2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah langkah pertama dan sangat penting dalam penelitian. Masalah yang di temui adalah koneksi internet yang lambat dan distribusi bandwidth yang tidak merata di setiap klien yang terkoneksi jaringan internet. Oleh karena itu, penulis harus melakukan manajemen bandwidth untuk mengatasi masalah tersebut. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah adalah dengan melakukan observasi. Observasi ini memberi penulis pengetahuan langsung tentang masalah konektivitas internet di mana manajemen bandwidth tidak dilakukan di beberapa lokasi.

### 2.2 Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang tepat dan akurat maka proses pengumpulan data harus dilakukan secara cermat dan teliti. Dalam penelitian ini proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode pengumpulan data kualitatif yaitu metode observasi dan studi pustaka.

#### 1. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data secara sistematis yang melibatkan pengamatan langsung dan terstruktur terhadap perilaku, kejadian, atau fenomena yang sedang diteliti. Metode observasi digunakan dengan tujuan untuk memperoleh data seakurat mungkin. Peneliti secara langsung mengamati kegiatan yang terkait dengan pertanyaan penelitian dan mencatat hasil pengamatannya. Melalui kegiatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi kesalahan dan proses yang terjadi di Kos Putra Jetis

#### 2. Studi Pustaka

Studi pustaka melibatkan pengumpulan data dan informasi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya. Dalam konteks ini, studi pustaka dilakukan dengan mencari jurnal-jurnal yang membahas implementasi jaringan menggunakan metode *FQ\_Code1* dan *PCQ*, menjadi dasar dalam penyusunan penelitian ini.

### 2.3 Analisa Kebutuhan

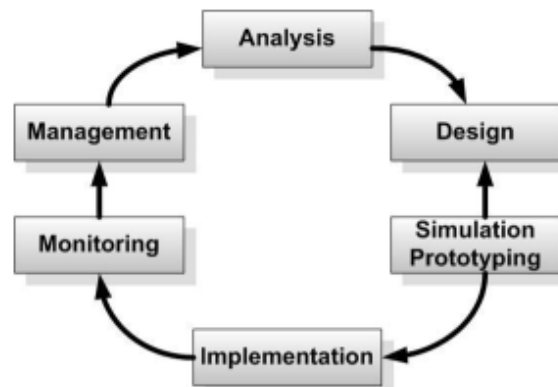
Dalam menganalisis kebutuhan dengan tujuan untuk meningkatkan, diperlukan beberapa elemen kunci untuk memastikan ketersediaan dan mengatasi kekurangan yang mungkin ada dalam penelitian ini. Tabel 1 adalah beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk melaksanakan implementasi.

*Tabel 1. Spesifikasi Hardware dan Software*

Hardware	Software
Laptop (Intel i5, Ram 8GB, SSD 512GB)	Windows 10
MikroTik RB760iGS	Winbox
access point Tenda N300	Google Chrome
MikroTik RB951UI-2HnD	Mikrotik OS 7
Kabel LAN	Wireshark

### 2.4 Pengembangan Jaringan

Penulis menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle) digunakan untuk merancang, menerapkan, dan memelihara sistem jaringan komputer. NDLC memandu proses pengembangan sistem jaringan dengan mendefinisikan siklus, fase, tahapan, dan langkah-langkah spesifik yang diperlukan[10]. Metode NDLC banyak digunakan para administrator jaringan untuk membuat sebuah jaringan internet. Perancangan jaringan komputer dengan metode NDLC agar dapat mengoptimalkan jaringan komputer yang ada[11]. Berikut merupakan tahapan dari metode NDLC seperti Gambar 2.



*Gambar 2. Tahapan NDLC*

1. **Analysis**  
melakukan analisa kebutuhan permasalahan yang timbul, hal yang diminta pengguna, serta analisa topologi atau jaringan yang sudah ada saat ini. Bentuk topologi jaringan Kost Putra Jetis secara umum menggunakan topologi star. Topologi star mengutamakan komputer server sebagai pusat kontrol. Hal ini menyangkut fungsi dan efisiensi dalam penyimpanan dan pengolahan data sehingga dapat terkontrol dengan baik dan lancar[12].
2. **Design**  
membuat gambar design topologi jaringan interkoneksi yang akan dibangun, berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dibangunlah skema baru jaringan komputer yang efisien untuk optimalisasi pembagian bandwidth menggunakan metode PCQ dan FQ\_Codel.
3. **Simulation Prototyping**  
proses membuat diagram flowchart yang akan digunakan dalam setiap tahap perancangan sistem manajemen bandwidth.
4. **Implementation**  
Penerapan melibatkan eksekusi dari rencana dan desain yang telah dipersiapkan sebelumnya. Tahap penerapan ini memiliki peran krusial dalam menentukan kesuksesan atau kegagalan suatu proyek yang sedang dibangun, dan di sinilah pengujian lapangan dilakukan untuk menyelesaikan tantangan teknis dan non-teknis [13].

## 5. Monitoring

Salah satu tugas yang paling penting karena memastikan komputer dan komunikasi antara pengguna pada tugas analisis tidak terganggu[14]. Dalam kerangka penelitian ini, mengamati langsung kemajuan manajemen bandwidth yang telah dialokasikan.

## 6. Manajemen

Salah satu aspek yang mendapat perhatian khusus kita perlu memperhatikan kendala dalam kebijakan yang diterapkan, serta kebutuhan akan kebijakan yang mendukung kinerja optimal sistem dengan menjaga tingkat keandalan yang tinggi[15]. Pada tahap ini, perawatan rutin akan dilakukan secara berkala terhadap jaringan komputer yang sudah beroperasi.

## 2.5 Pengujian

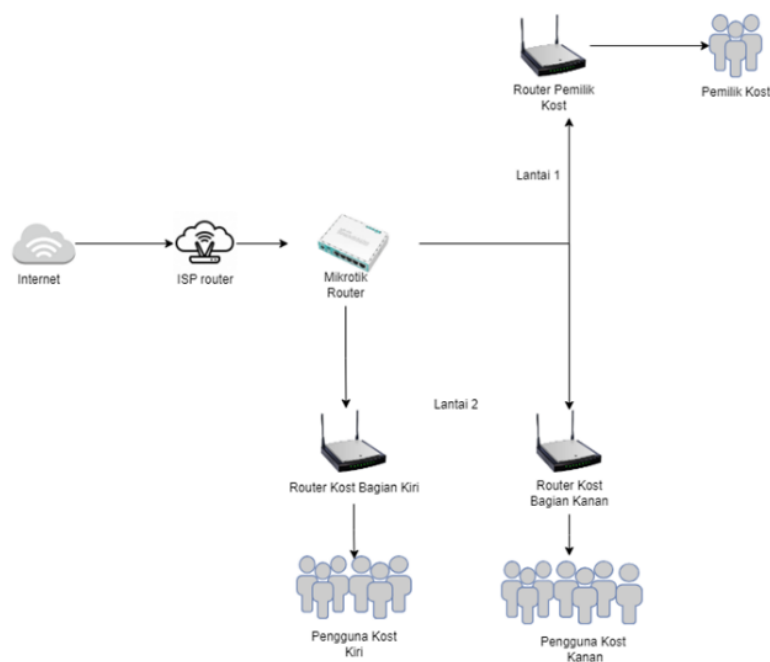
Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa hasil penelitian ini meningkatkan kualitas layanan (QoS) jaringan dibandingkan dengan sebelumnya, serta untuk membandingkan hasil sebelum dan setelah implementasi manajemen bandwidth dengan menggunakan MikroTik. Quality of Service adalah teknik untuk mengelola bandwidth, delay, dan packet loss untuk aliran dalam jaringan[16]. Pengujian QoS dilakukan dengan menggunakan parameter standar Typhone. Standar Typhone adalah sebuah metodologi pengujian QoS yang populer dan komprehensif. Standar ini mendefinisikan berbagai skenario pengujian untuk mengukur berbagai aspek QoS.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisis dan Perancangan

Analisis dan Perancangan jaringan di Kost Putra Jetis melibatkan pengembangan topologi baru. Rencana ini mencakup penambahan 2 access point Tenda N300 dan MikroTik RB951UI-2HnD yang akan digunakan sebagai access point. Selain itu, terdapat juga 1 router Mikrotik RB760iGS yang telah di-upgrade ke OS terbaru. Tujuan perancangan ini adalah untuk menciptakan skema jaringan komputer yang efisien guna mengoptimalkan pembagian bandwidth dengan menggunakan metode *PCQ* dan *FQ\_Code!*.

Pada Gambar 3 terlihat topologi yang akan diimplementasikan. Modem Indihome wireless akan dinonaktifkan, dan port 1 pada modem Indihome akan dihubungkan ke port 1 pada Mikrotik. Port 2, 3, 4, dan 5 pada Mikrotik akan disetel menggunakan mode bridge sehingga semua perangkat akan menggunakan IP address yang sama. IP address yang digunakan adalah IPv4 dengan subnet mask 255.255.255.0 (/24). Prefix ini dipilih untuk mengantisipasi jika jumlah perangkat yang terhubung meningkat.



Gambar 3. Perancangan Topologi

### 3.2 Implementasi Konfigurasi Manajemen Bandwidth

Manajemen bandwidth menggunakan jenis antrean queue tree, dengan pcq dan fq\_codel sebagai metode yang digunakan. Manajemen bandwidth ini diterapkan pada seluruh interface. Kombinasi dari kedua metode tersebut dijelaskan dalam Gambar 4, yang menunjukkan pembagian lalu lintas menjadi dua kategori: real-time dan non-real-time. Metode *pcq* digunakan untuk lalu lintas non-real-time, sementara metode *fq\_codel* digunakan untuk lalu lintas real-time. Selain lalu lintas yang dipisahkan tersebut, semua lalu lintas lainnya akan dimasukkan ke dalam kategori All Download dan All Upload yang sudah diberikan batasan. Gambar 5 menunjukkan konfigurasi untuk pembuatan metode queue tree dan *fq\_codel*.

Name	Parent	Packet...	Queue Type	P. Limi...	Max...	Avg. Rate	Bytes	Packets	Queued Bytes	Dropped
1. ALL Global Traffic	global		ALL-Realtime	8	45M	872.2 kbps	381.3 GiB	469.617...	0 B	0
2. Global Limiter Re...	1. ALL GL...		ALL-Realtime	8	8M	35M	2.8 Mbps	205.8 GiB	255.213...	0 B
Bufferbloat-Down...	2. Global_...	Bufferbloa...	ALL-Realtime	4			0 bps	1560.1...	1.213.391	0 B
Bufferbloat-Uplo...	2. Global_...	Bufferbloa...	ALL-Realtime	4		20M	0 bps	275.7 MiB	864.682	0 B
Game Download	2. Global_...	Game-Do...	ALL-Realtime	2	1M	5M	0 bps	5.5 GiB	6.524.233	0 B
Game Upload	2. Global_...	Game-Up...	ALL-Realtime	2	1M	3M	0 bps	245.2 MiB	4.011.535	0 B
Sosmed Downlo...	2. Global_...	Sosmed-...	ALL-Realtime	5			1632 bps	40.0 GiB	36.432.5...	0 B
Sosmed Uploa...	2. Global_...	Sosmed-...	ALL-Realtime	5			12.2 kbps	4195.0...	14.459.0...	0 B
Tiktok Downloa...	2. Global_...	Tiktok-Do...	ALL-Realtime	4	10M	40M	0 bps	36.8 GiB	30.617.0...	0 B
Tiktok Uploa...	2. Global_...	Tiktok-Up...	ALL-Realtime	4			0 bps	1349.8...	15.995.4...	0 B
VIP	2. Global_...	VPN	ALL-Realtime	1	200k	500k	0 bps	227.9 KiB	1.572	0 B
Valorant Downl...	2. Global_...	Valorant-...	ALL-Realtime	2	8M	30M	0 bps	987.4 MiB	4.643.143	0 B
Valorant Uploa...	2. Global_...	Valorant-...	ALL-Realtime	2	8M	30M	0 bps	590.2 MiB	4.068.851	0 B
VidCon Downloa...	2. Global_...	Vicon-Do...	ALL-Realtime	5	15M	20M	0 bps	71.7 MiB	119.890	0 B
VidCon Uploa...	2. Global_...	Vicon-Up...	ALL-Realtime	5	15M	20M	0 bps	8.3 MiB	60.534	0 B
WA Downloa...	2. Global_...	Wa-Down...	ALL-Realtime	8			576 bps	16.8 GiB	18.158.3...	0 B
WA Uploa...	2. Global_...	Wa-Up...	ALL-Realtime	8			624 bps	10.7 GiB	14.882.0...	0 B
YT Down - Rea...	2. Global_...	Youtube-...	ALL-Realtime	4	8M	40M	2.5 Mbps	80.9 GiB	70.924.4...	0 B
YT UP - Realtime	2. Global_...	Youtube-...	ALL-Realtime	4	8M	40M	57.9 kbps	6.1 GiB	33.046.0...	0 B
3. Global Limiter No...	1. ALL GL...		ALL Non Rea...	8	8M	45M	1006.0 kbps	179.6 GiB	221.097...	0 B
::: Dropped 654 657										
ALL DOWNLOAD	3. Global_...	ALL-Down...	ALL-Realtime	8	8M	30M	927.7 kbps	164.4 GiB	134.821...	0 B
ALL UPLOAD	3. Global_...	ALL-Uplo...	ALL-Realtime	8			78.2 kbps	10.6 GiB	81.779.7...	0 B
Akademik Downl...	3. Global_...	PaketAk...	ALL Non Rea...	8			0 bps	68.4 MiB	50.347	561
Akademik Uploa...	3. Global_...	PaketAk...	ALL Non Rea...	8			0 bps	2416.0...	37.853	0
Speedtest Downl...	3. Global_...	Speedtes...	ALL Non Rea...	4	8M	30M	0 bps	3325.7...	3.178.433	10.153
Speedtest Uploa...	3. Global_...	Speedtes...	ALL Non Rea...	4	15M		0 bps	1976.8...	3.029.778	0 B

Gambar 4. Konfigurasi Manajemen Bandwidth

Type Name	Kind
ALL Non Realtime	pcq
ALL-Realtime	fq_codel
* default	pfifo
* default-small	pfifo
* ethernet-default	pfifo

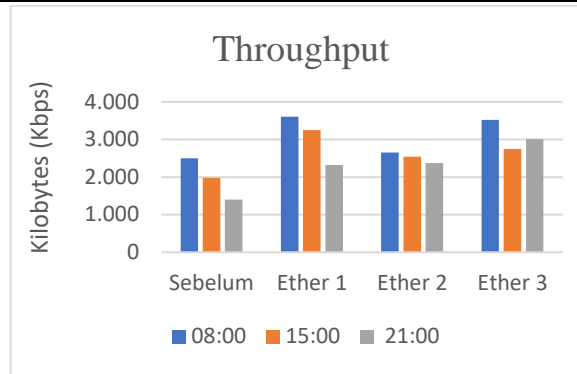
Gambar 5. Konfigurasi Queue Type

### 3.3 Pengujian dan Perbandingan

Dalam pengujian ini, manajemen bandwidth dilakukan menggunakan aplikasi Wireshark. Pengujian mencakup berbagai aktivitas seperti streaming video dan YouTube. Nilai yang akan dianalisis merupakan nilai rata-rata dari hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) pada beberapa antarmuka pada pagi hari (08:00), sore hari (15:00), dan malam hari (21:00). Hasil jaringan setelah proses optimalisasi akan dibandingkan dengan kondisi jaringan sebelum optimalisasi, dengan menggunakan beberapa parameter QoS seperti Throughput, Packet Loss, Jitter, dan Latency.

#### 1. Perbandingan Throughput

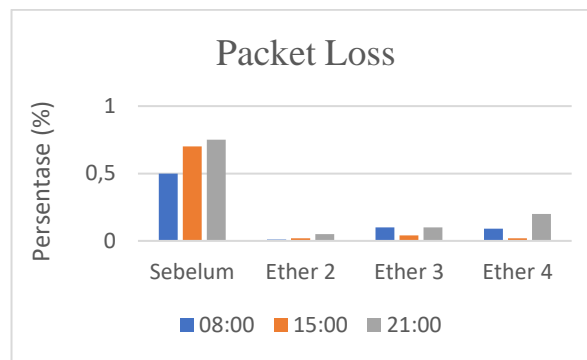
Perbandingan throughput sebelum dan setelah implementasi menunjukkan perbedaan yang signifikan, terutama dalam kondisi lalu lintas yang rendah dan tanpa interferensi jaringan, seperti yang terlihat pada grafik Gambar 6. Sebelum menerapkan metode *PCQ* dan *Fq\_Codel*, throughput tertinggi hanya mencapai 2.500 Kbps. Namun, setelah implementasi metode *PCQ* dan *Fq\_Codel*, throughput rata-rata meningkat menjadi 3.258 Kbps pada kondisi lalu lintas rendah. Hal ini menghasilkan kategori QoS akses internet yang dapat dikategorikan sebagai 'Sangat Bagus'.



Gambar 6. Hasil Pengujian dan Perbandingan Throughput

## 2. Perbandingan Packet Loss

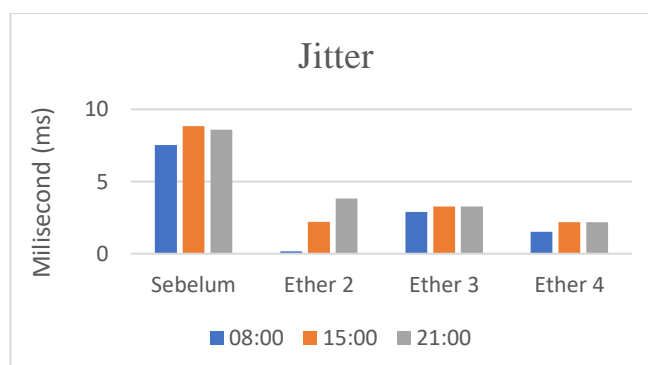
Perbandingan *packet loss* sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan perubahan yang signifikan, seperti yang tergambar dalam grafik Gambar 7. Sebelum menggunakan metode *Fq\_Codel*, tingkat *packet loss* mencapai 0,75%. Namun, setelah menerapkan metode *Fq\_Codel*, tingkat *packet loss* rata-rata menurun menjadi 0,2%. Hal ini menunjukkan bahwa *Fq\_Codel* berhasil mengurangi *packet loss* dalam jaringan, sehingga hasil pengujian ini mencapai kategori 'Sangat Bagus'.



Gambar 7. Hasil Pengujian dan Perbandingan Packet Loss

## 3. Perbandingan Jitter

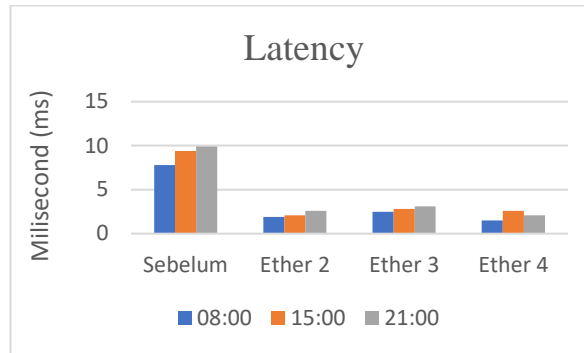
Perbandingan jitter sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan perubahan yang signifikan, seperti yang tergambar dalam grafik Gambar 8. Sebelum menggunakan metode *Fq\_Codel* dan *Pcq*, tingkat jitter mencapai 8,8ms. Namun, setelah menerapkan metode *Fq\_Codel* dan *Pcq*, tingkat jitter rata-rata menurun menjadi 2-3ms. Hal ini menunjukkan bahwa *Fq\_Codel* dan *Pcq* berhasil mengurangi jitter dalam jaringan, sehingga hasil pengujian ini mencapai kategori 'Bagus'.



Gambar 8. Hasil Pengujian dan Perbandingan Jitter

#### 4. Perbandingan Latency

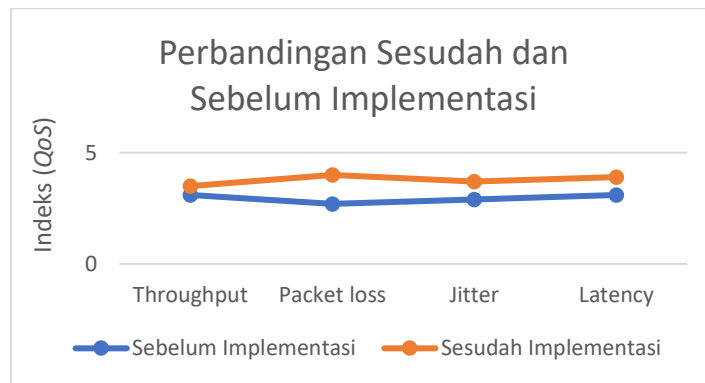
Perbandingan latency sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan perubahan yang signifikan, seperti yang tergambar dalam grafik Gambar 9. Sebelum menggunakan metode *Fq\_Codel* dan *Pcq*, tingkat latency mencapai 9,9 ms. Namun, setelah menerapkan metode *Fq\_Codel* dan *Pcq*, tingkat latency rata-rata menurun menjadi 2,5ms. Hal ini menunjukkan bahwa *Fq\_Codel* dan *Pcq* berhasil mengurangi latency dalam jaringan, sehingga hasil pengujian ini mencapai kategori 'Sangat Bagus'.



Gambar 9. Hasil Pengujian dan Perbandingan Latency

#### 3.4 Hasil Pengujian dan perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimalisasi

Data pada Gambar 10 berasal dari hasil perhitungan rata-rata *throughput*, *packet loss*, *jitter*, dan *latency* yang telah dihitung sebelumnya, yang kemudian dikonversi menjadi indeks parameter QoS. Grafik tersebut menunjukkan bahwa penggunaan metode *PCQ* dan *Fq\_Codel* mengoptimalkan kinerja jaringan. Terlihat bahwa setelah menggunakan metode ini, terjadi peningkatan yang signifikan dalam indeks QoS untuk *packet loss*, *jitter*, dan *latency* dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.



Gambar 10. Hasil Pengujian dan Perbandingan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mencakup analisis, perancangan, hingga implementasi, dapat disimpulkan bahwa optimalisasi dan manajemen bandwidth menggunakan metode *PCQ* dan *Fq\_Codel* pada jaringan internet di Kost Putra Jetis menjadi lebih optimal. Hal ini terutama terlihat saat digunakan untuk streaming video, YouTube, video konferensi, dan gaming. Pengoptimalan jaringan juga didukung oleh pemasangan tiga unit access point yang terletak di ruangan kiri, ruangan kanan, dan ruangan bawah, yang membantu menjaga kestabilan jaringan.

#### Referensi

- [1] F. W. Christanto, A. F. Daru, and A. Kurniawan, "Metode *PCQ* dan *Queue Tree* untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 407–412, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.

- [2] S. Jumiaty, "Analisa Bandwidth Menggunakan Metode Antrian Per Connection Queue," *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 2, no. 2, pp. 244–257, Aug. 2017, doi: 10.36341/rabit.v2i2.213.
- [3] G. Carlucci, L. De Cicco, and S. Mascolo, "Controlling Queuing Delays for Real-Time Communication: The Interplay of E2E and AQM Algorithms." [Online]. Available: <http://www.w3schools.com/browsers/default>.
- [4] A. D. Purwanto and M. Badrul, "Implementasi Access List Sebagai Filter Traffic Jaringan (Study Kasus PT. Usaha Entertainment Indonesia)," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. 11, no. 1, 2018.
- [5] J. Manager, "Implementasi Jaringan Inter-Vlanrouting Berbasis Mikrotik RB260GS dan Mikrotik RB1100AHX4," 2020. [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire>
- [6] R. H. Kurniawan STMIK Mura Lubuklinggau Jl Jend Besar Soeharto Km and kel Lubuk Kupang Kec Lubuk Linggau selatan, "Analisis Dan Implementasi Desain Jaringan Hotspot Berbasis Mikrotik Menggunakan Metode NDLC (Network Development Life Cycle) Pada BPU Bagas Raya Lubuklinggau," 2018.
- [7] T. Høiland-Jørgensen, "Battling Bufferbloat: An experimental comparison of four approaches to queue management in Linux."
- [8] Vinton G. Cerf, "Backspace Bufferbloat and Other Internet Challenges," 2017. [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/>
- [9] M. Fuat Asnawi, "Aplikasi Konfigurasi Mikrotik Sebagai Manajemen Bandwidth dan Internet Gateway Berbasis Web," pp. 42–48, 2018.
- [10] I. Tri Bowo and T. Infomasi, "Analisis Kinerja Web Proxy Dan Management Bandwith Dengan Metode PCQ (Studi Kasus : SMPN 8 Bandar Lampung)," 2022.
- [11] J. Warta, "Implementasi Metode Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Berbasis Hotspot (Studi Kasus : Onesnet Bekasi)," 2019. [Online]. Available: [www.ones.net](http://www.ones.net).
- [12] Dora Sandova and Cahyo Prihantoro, "Analisis Traffic Pada Jaringan LAN," *JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 329–337, 2021.
- [13] Subhiyanto, "Implementasi Manajemen Bandwidth dengan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dan Per Connection Queue (PCQ) pada STMIK Antar Bangsa," *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA STMIK ANTAR BANGSA*, vol. VII, no. 2, 2021.
- [14] Muhammad Akbar Al Maruf, Darman, and Zila Razilu, "Rancang Bangun Manajemen Bandwidth Jaringan Pada Laboratorium Teknik Komputer dan Jaringan," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 246–256, Jun. 2023, doi: 10.51454/decode.v3i2.177.
- [15] T. Oktafi Sidqi *et al.*, "Implementasi Manajemen Bandwith Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) Pada Jaringan Mikrotik," 2021.
- [16] A. Budiman, M. Ficky Duskarnaen, and H. Ajie, "Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Internet SMK Negeri 7 Jakarta," 2020.

