

**LAPORAN  
HASIL PENELITIAN**



**ANALISIS QUALITY OF SERVICE DENGAN METODE PER CONNECTION  
QUEUES MENGGUNAKAN TOPOLOGI JARINGAN INFRASTRUKTUR DI  
STMIK AMIKOM SURAKARTA**

Disusun oleh:

**Widiyanto Hadi, S.E., M.Kom**

**Moch Hari Purwiantoro, S.T., MM., M.Kom**

**Indrawan Ady Saputro, M.Kom**

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
AMIKOM SURAKARTA**

**2023**

**Halaman Pengesahan**  
**Laporan Hasil Penelitian Dosen**  
**Diajukan Kepada STMIK AMIKOM Surakarta**  
**Melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat**

---

Judul Penelitian : Analisis Quality of Service dengan Metode Per Connection Queues  
pada Jaringan Infrastruktur di STMIK AMIKOM Surakarta

Ketua Peneliti :

- a. Nama Lengkap : Widiyanto Hadi, S.E., M.Kom
- b. Email : widiyantohadi@dosen.amikomsolo.ac.id

Biaya yang Disetujui : Rp. 1.500.000,- (Satu Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)

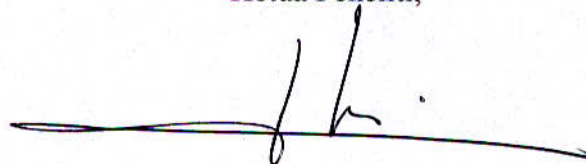
Sukoharjo, 6 Juni 2023

Menyetujui  
Kepala LPPM



(Ina Sholihah Widiati, M.Kom)

Ketua Peneliti,



(Widiyanto Hadi, S.E., M.Kom)

## DAFTAR ISI

LAPORAN HASIL PENELITIAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Tinjauan Pustaka .....	2
BAB 2 METODE PENELITIAN .....	4
2.1 Quality of Service.....	4
2.2 Parameter QoS.....	4
2.3 Per Connection Queue.....	5
2.4 Alur Penelitian.....	6
BAB 3 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	8
3.1 Desain Topologi Infrastruktur.....	8
3.2 Manajemen Bandwidth .....	8
3.3 Capture Paket Data menggunakan Wireshark.....	11
3.4 Hasil Analisis QoS sebelum diimplementasikan metode PCQ.....	12
3.5 Hasil Analisis QoS setelah diimplementasikan metode PCQ.....	13
BAB IV PENUTUP.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Penelitian.....	6
Gambar 3. 1 Desain Topologi .....	8
Gambar 3. 2 Queue Download .....	9
Gambar 3. 3 Queue Upload.....	10
Gambar 3. 4 Tampilan Konfigurasi Per Connection Queue.....	10
Gambar 3. 5 Implementasi PCQ.....	11
Gambar 3. 6 Tampilan Capture Paket Data menggunakan Wireshark.....	11

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Penilaian Quality of Service.....	4
Tabel 2. 2 Nilai dari Throughput.....	4
Tabel 2. 3 Nilai dari Packet Loss.....	5
Tabel 2. 4 Nilai dari Delay .....	5
Tabel 2. 5 Nilai dari Jitter.....	5
Tabel 3. 1 Nilai dari Throughput.....	12
Tabel 3. 2 Nilai dari Packet Loss.....	12
Tabel 3. 3 Nilai dari Delay .....	12
Tabel 3. 4 Nilai dari Jitter.....	12
Tabel 3. 5 Nilai dari Throughput.....	13
Tabel 3. 6 Nilai dari Packet Loss.....	13
Tabel 3. 7 Nilai dari Delay .....	13
Tabel 3. 8 Nilai dari Jitter.....	13
Tabel 3. 9 Hasil Perbandingan Nilai Quality of Service .....	14

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kualitas Layanan (QoS) adalah aspek penting dari setiap infrastruktur jaringan untuk memastikan komunikasi yang andal dan efisien. Kualitas layanan, terutama pada jaringan dalam suatu organisasi, penting untuk memastikan akses komunikasi dan pergerakan data menjadi lebih cepat dan stabil (Rasudin, 2014). Kualitas jaringan internet erat kaitannya dengan manajemen bandwidth, hal ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap pengguna mendapatkan akses yang memadai dan layanan yang berkualitas. Ada beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan QOS jaringan internet. Penelitian yang dilakukan oleh (Pamungkas et al., 2021) terkait perbandingan bandwidth management dengan metode HTB dan PCQ menghasilkan kesimpulan bahwa metode PCQ lebih optimal dibandingkan metode HTB karena dapat berbagi jaringan secara merata dengan setiap pengguna yang terhubung.

Per Connection Queue (PCQ) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengatur manajemen bandwidth (Dewi et al., 2018). Agar kualitas layanan jaringan di STMIK AMIKOM Surakarta lebih baik maka perlu adanya manajemen bandwidth sehingga pembagian jaringan pada masing-masing user memiliki bandwidth yang merata. Menyadari hal tersebut maka penulis melakukan penelitian terkait dengan “Quality of Service with Queues Per Connection using the Infrastructure Network topology at STMIK Amikom Surakarta”

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian masalah pada latar belakang, maka permasalahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah kualitas jaringan dan pembagian bandwidth yang ada di STMIK AMIKOM Surakarta

- b. Bagaimana metode Per Connection Queue (PCQ) mempengaruhi kualitas jaringan yang ada di STMIK AMIKOM Surakarta

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi infrastruktur jaringan yang ada di STMIK Amikom Surakarta, termasuk perangkat keras (switch, router, dll.) dan topologi jaringan yang digunakan. Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan bahwa kualitas layanan dalam jaringan STMIK AMIKOM Surakarta akan meningkat, dan pengguna jaringan akan mendapatkan manfaat yang lebih baik dalam hal akses, kecepatan, dan penggunaan sumber daya jaringan sehingga dapat membagikan jaringan secara merata.

### **1.4 Tinjauan Pustaka**

Kualitas Layanan (QoS) adalah aspek penting dari setiap infrastruktur jaringan untuk memastikan komunikasi yang andal dan efisien. Kualitas layanan, terutama pada jaringan dalam suatu organisasi, penting untuk memastikan akses komunikasi dan pergerakan data yang lebih cepat dan stabil (Rasudin, 2014). Kualitas jaringan internet erat kaitannya dengan manajemen bandwidth, hal ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap pengguna mendapatkan akses yang memadai dan layanan yang berkualitas. Ada beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan jaringan internet QOS. Penelitian yang dilakukan oleh (Pamungkas et al., 2021) terkait perbandingan manajemen bandwidth dengan metode HTB dan PCQ menghasilkan kesimpulan bahwa metode PCQ lebih optimal daripada metode HTB karena dapat berbagi jaringan secara merata dengan setiap pengguna yang terhubung. Per Connection Queue (PCQ) adalah metode yang digunakan untuk mengelola manajemen bandwidth (Dewi et al., 2018). Agar kualitas layanan jaringan di STMIK AMIKOM Surakarta menjadi lebih baik, maka perlu adanya manajemen bandwidth agar pembagian jaringan masing-masing user memiliki bandwidth yang merata. Menyadari hal tersebut, penulis melakukan penelitian terkait "Kualitas Layanan dengan Antrian Per Koneksi menggunakan

topologi Jaringan Infrastruktur di STMIK AMIKOM Surakarta". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi infrastruktur jaringan yang ada di STMIK AMIKOM Surakarta, termasuk perangkat keras (switch, router, dll) dan topologi jaringan yang digunakan. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan kualitas layanan di jaringan STMIK AMIKOM Surakarta akan meningkat, dan pengguna jaringan akan mendapatkan manfaat yang lebih baik dalam hal akses, kecepatan, dan penggunaan sumber daya jaringan sehingga dapat berbagi jaringan secara merata.



## BAB 2

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan analisis Quality of Service terkait manajemen badwidth di STMIK AMIKOM Surakarta dengan metode Per Connection Queue (PCQ).

#### 2.1 Quality of Service

QoS adalah singkatan dari quality of service yang digunakan untuk menganalisis kualitas jaringan internet yang ada dalam suatu organisasi atau perusahaan. Standar QoS yang saat ini banyak diterapkan adalah TIPHON TR.101329.V2.1.1.1999-06 yang dikeluarkan oleh perusahaan ETSI (European Telecommunications Standards Institution). QoS adalah kemampuan jaringan untuk memberikan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, pengalamatan, kegelisahan dan penundaan. Parameter QoS mengacu pada kinerja tingkat kecepatan dan memandu berbagai jenis data dalam komunikasi (Apriyanto et al., 2022). Berikut ini adalah kategori penilaian analisis QoS yang disajikan pada tabel 1:

Tabel 2. 1 Kategori Penilaian Quality of Service

Nilai	Nilai QoS(%)	Kategori
3.8-4	95% - 100%	Sangat Bagus
3-3.79	75% - 94,75%	Bagus
2-2.99	50% - 74,5%	Cukup Bagus
1-1.99	25% - 49,75%	Kurang Bagus

#### 2.2 Parameter QoS

Parameter QoS adalah throughput, packet loss, delay, jitter atau variasi dalam kedatangan paket (Utami, 2020). Berikut ini adalah kategori dari masing-masing Parameter QoS :

1. **Throughput** mengacu pada bandwidth yang diukur pada waktu dan periode yang digunakan untuk memindahkan file dengan ukuran tertentu (Utami, 2020). Tabel 2.2 menampilkan kategori throughput.

Tabel 2. 2 Nilai dari Throughput

Kategori	Throughput (bps)	Nilai
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Cukup Bagus	50	2
Kurang Bagus	25	1

2. **Packet Loss** adalah persentase paket yang hilang atau tidak terkirim selama proses transmisi data. Faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan seperti: sinyal

jaringan yang tidak stabil, kesalahan dari perangkat keras jaringan, dan faktor lainnya (Saleh et al., 2022). Mengkategorikan kehilangan paket seperti yang dijelaskan dalam tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Nilai dari Packet Loss

Kategori	Packet Loss (%)	Nilai
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Cukup Bagus	15	2
Kurang Bagus	25	1

3. **Delay** atau **latency** adalah total waktu sebuah paket dikirim oleh pengirim ke receiver melalui jaringan (Rasudin, 2014). Tabel 5 menampilkan kategori penundaan.

Tabel 2. 4 Nilai dari Delay

Kategori	Delay (ms)	Nilai
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 - 300	3
Cukup Bagus	300 - 450	2
Kurang Bagus	>450	1

4. **Jitter** dapat diartikan sebagai variasi keterlambatan yang disebabkan oleh antrian panjang dalam pemrosesan data. Antrian pada router dan switch dapat menyebabkan jitter (Apriyanto et al., 2022). Mengkategorikan jitter seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 2. 5 Nilai dari Jitter

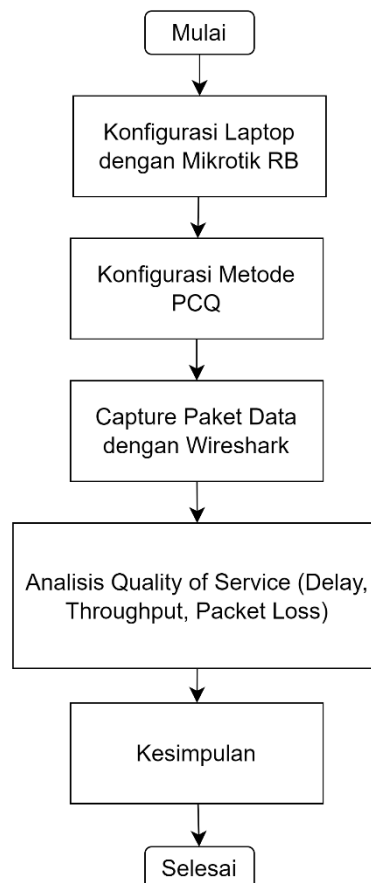
Kategori	Jitter (ms)	Nilai
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 - 300	3
Cukup Bagus	300 - 450	2
Kurang Bagus	>450	1

### 2.3 Per Connection Queue

Per Connection Queue (PCQ) merupakan metode yang dapat diimplementasikan untuk manajemen bandwidth sehingga dapat meningkatkan kinerja sistem khususnya di bidang jaringan. Metode PCQ bekerja dengan membuat aturan antrian pada router sehingga bandwidth dapat dialokasikan ke semua pengguna secara merata (Smansub et al., 2019). PCQ dapat diterapkan jika pengaturan bandwidth mengalami kesulitan dalam menentukan bandwidth per pengguna (Arifin, 2018).

## 2.4 Alur Penelitian

Metode yang digunakan dalam melakukan analisis Quality of Service terkait pengelolaan bandwidth di STMIK AMIKOM Surakarta dengan metode Per Connection Queue (PCQ). Berikut alur penelitian dalam penelitian ini:



Gambar 2. 1 Alur Penelitian

Berikut ini penjelasan dari alur penelitian :

- a. Melakukan konfigurasi Laptop dengan Mikrotik RB
- b. Konfigurasi PCQ (Per Connection Queue) untuk melakukan manajemen bandwidth sehingga setiap user akan mendapatkan alokasi bandwidth yang sama dengan menentukan upload dan download.
- c. Capture data dengan wireshark sebagai data penelitian untuk dilakukan analisis Quality of Service
- d. Melakukan analisis Quality of Service yaitu mengukur beberapa aspek meliputi:
  - Throughput, Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second)

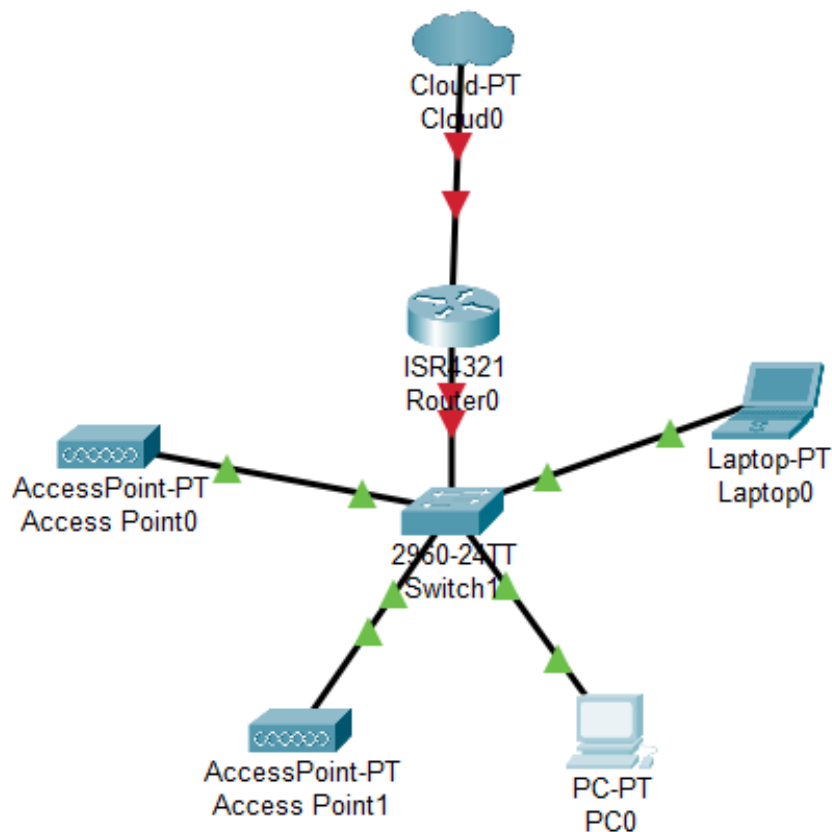
- Packet Loss, Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan
  - Delay (Latency), Delay (Latency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama.
  - Jitter atau Variasi Kedatangan Paket, Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan jitter.
- e. Melakukan kesimpulan perbandingan sebelum diterapkan metode manajemen bandwidth PCQ dan sesudah diterapkan. Pengujian dilakukan untuk memastikan manajemen bandwidth terdistribusi secara merata.

## BAB 3

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Desain Topologi Infrastruktur

Berikut ini desain topologi jaringan yang digunakan dalam manajemen bandwidth menggunakan metode Per Connection Queue (PCQ) seperti pada gambar 3.



Gambar 3. 1 Desain Topologi

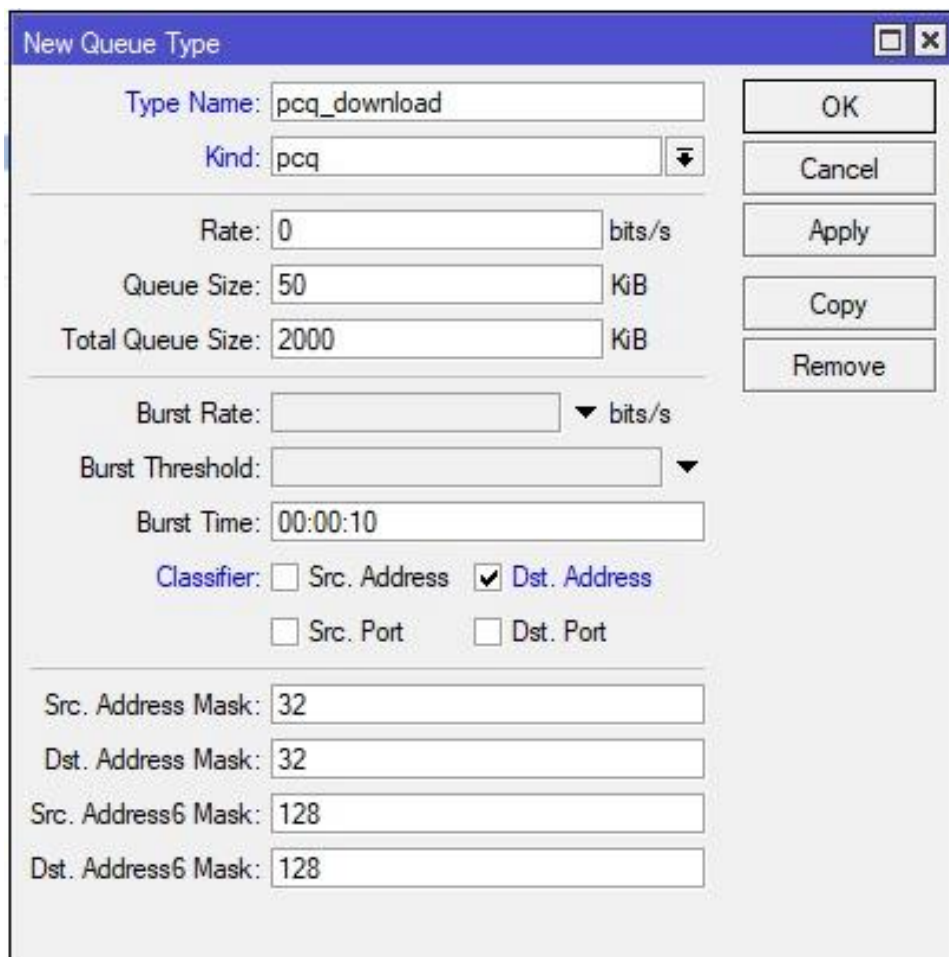
#### 3.2 Manajemen Bandwidth

Setelah melakukan desain topologi kemudian dilakukan skenario manajemen bandwidth dengan memisahkan bandwidth antara upload dan download. Jadi ketika user menggunakan jaringan untuk melakukan upload maupun download dan user lain juga melakukan aktifitas yang sama, maka kedua aktifitas tersebut dapat dilakukan tanpa mengganggu satu sama lain. Pada tahap manajemen bandwidth akan dilakukan konfigurasi mikrotik RB menggunakan PC

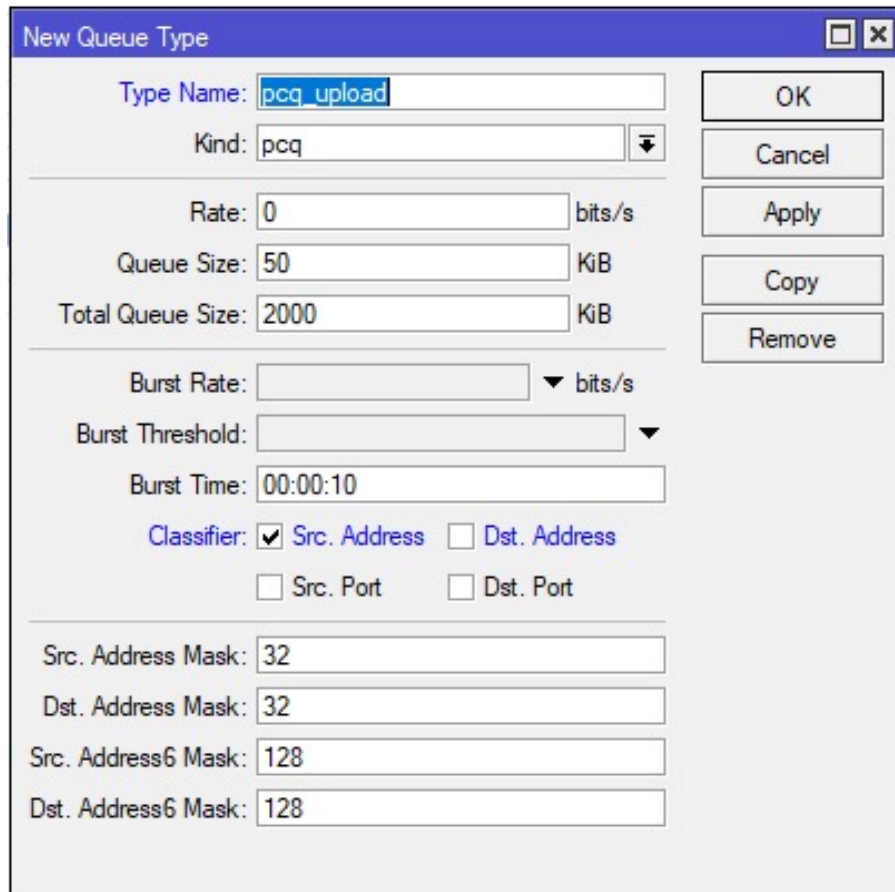
kemudian konfigurasi pada mikrotik untuk pembagian bandwidth menggunakan metode PCQ setelah itu melakukan pengujian.

A. Konfigurasi Mikrotik Manajemen Bandwidth menggunakan PCQ

- Masuk ke konfigurasi PCQ pada Queue Types, untuk mengatur bandwidth download pada masing-masing client dengan konfigurasi PCQ type name=pcq\_download untuk download kind = pcq, rate= 0, limit = 50, total limit = 2000, tersaji pada gambar 3.2.
- Masuk ke konfigurasi PCQ pada Queue Types, untuk mengatur bandwidth upload pada masing-masing client dengan konfigurasi PCQ type name=pcq\_upload untuk download kind = pcq, rate= 0, limit = 50, total limit = 2000, tersaji pada gambar 3.3.

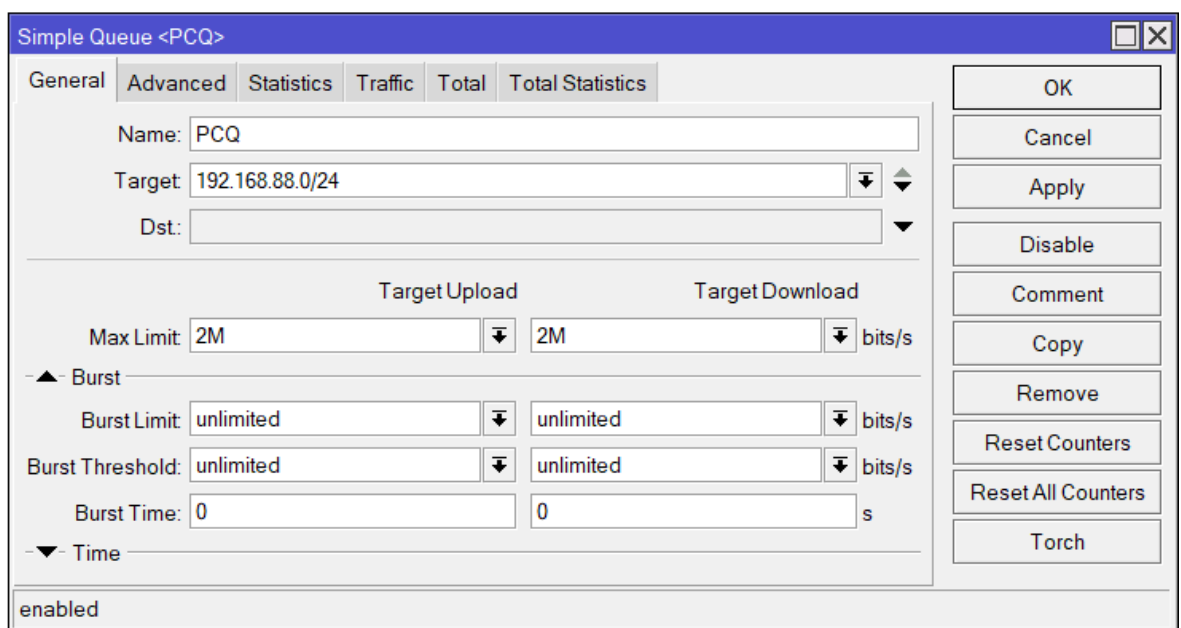


Gambar 3. 2 Queue Download

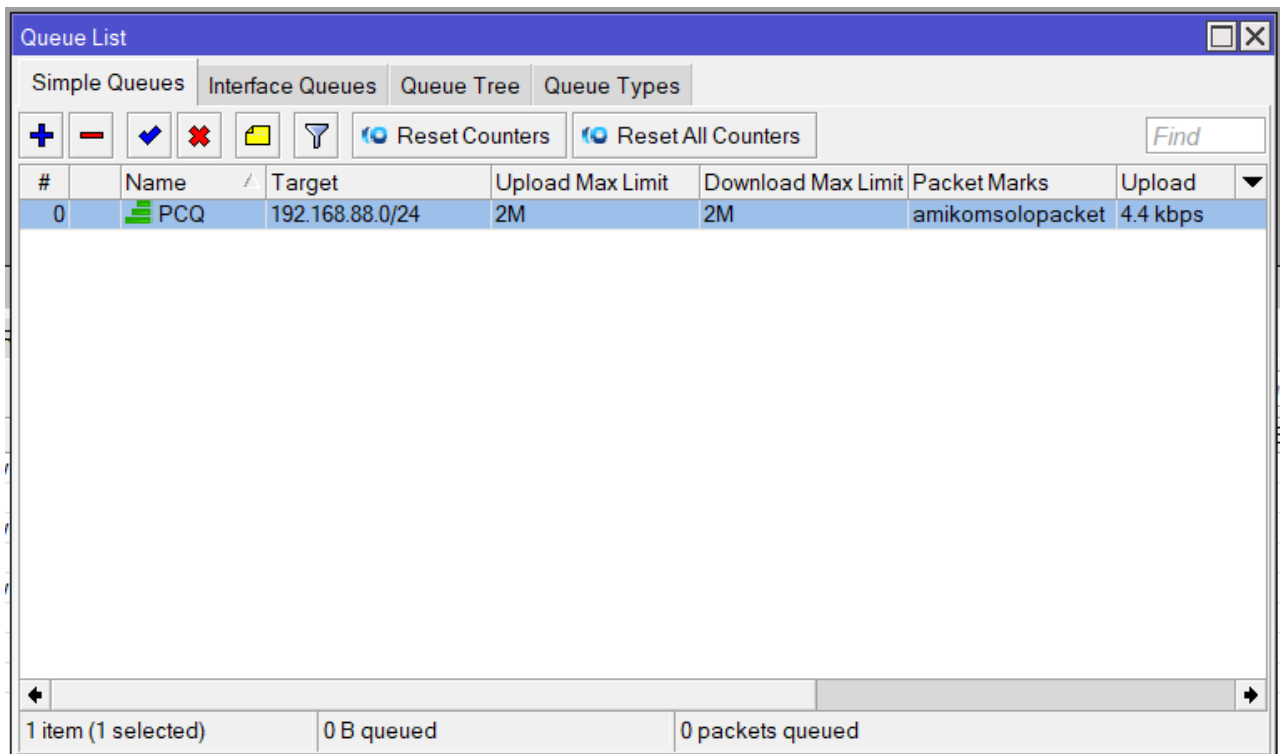


Gambar 3. 3 Queue Upload

Berikut ini merupakan tampilan konfigurasi menggunakan metode PCQ tersaji pada gambar 3.4 dan Gambar 3.5.

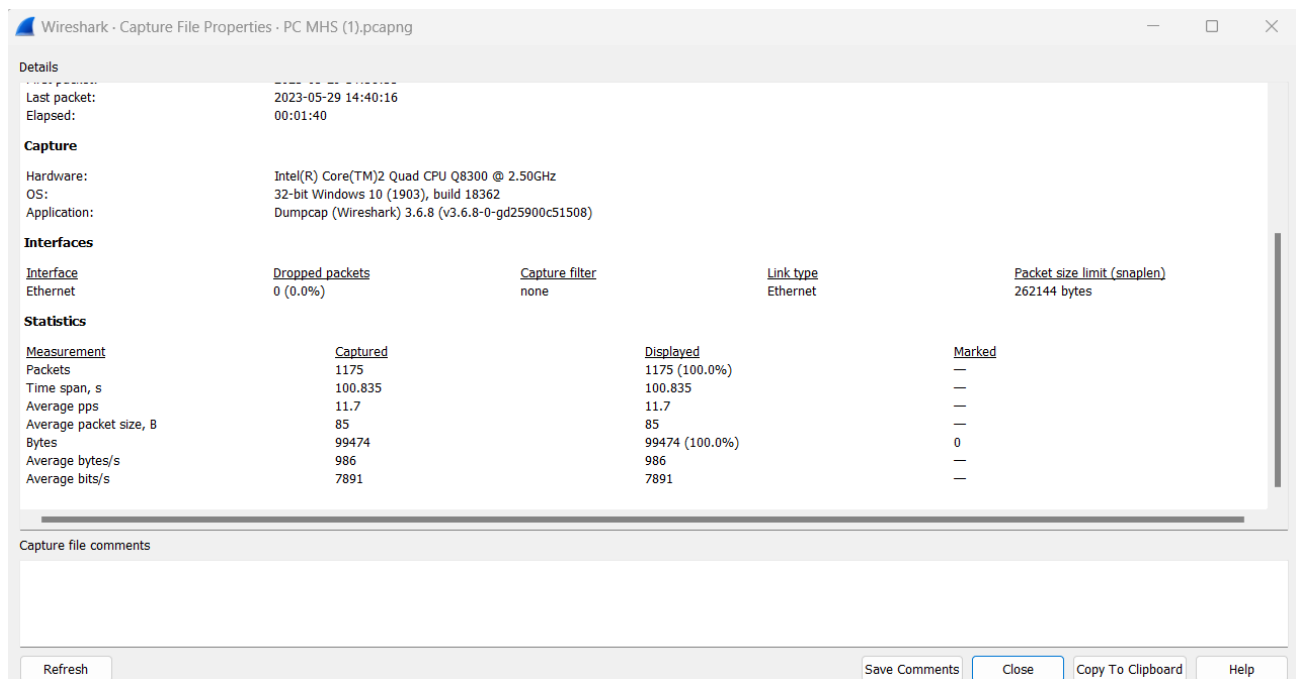


Gambar 3. 4 Tampilan Konfigurasi Per Connection Queue



Gambar 3. 5 Implementasi PCQ

### 3.3 Capture Paket Data menggunakan Wireshark



Gambar 3. 6 Tampilan Capture Paket Data menggunakan Wireshark



### 3.4 Hasil Analisis QoS sebelum diimplementasikan metode PCQ

Berdasarkan hasil analisis Quality of Service (QoS), diperoleh penilaian sebagai berikut:

#### 1. Throughput

Tabel 3. 1 Nilai dari Throughput

Lokasi	Throughput	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	43.96	1	Kurang Bagus
Access Points 2	26.83	1	Kurang Bagus
PC	75	3	Bagus
Laptop	44.344	1	Kurang Bagus

#### 2. Packet Loss

Tabel 3. 2 Nilai dari Packet Loss

Lokasi	Packet Loss	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	69.5%	1	Kurang Bagus
Access Points 2	35.6%	1	Kurang Bagus
PC	0%	4	Sangat Bagus
Laptop	3%	3	Bagus

#### 3. Delay

Tabel 3. 3 Nilai dari Delay

Lokasi	Delay (ms)	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	97	4	Sangat Bagus
Access Points 2	169	3	Bagus
PC	995	1	Kurang Bagus
Laptop	495	1	Kurang Bagus

#### 4. Jitter

Tabel 3. 4 Nilai dari Jitter

Lokasi	Jitter (ms)	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	38,72	4	Sangat Bagus
Access Points 2	167	3	Bagus
PC	516	1	Kurang Bagus
Laptop	346	1	Kurang Bagus

### 3.5 Hasil Analisis QoS setelah diimplementasikan metode PCQ

Berdasarkan hasil analisis Quality of Service (QoS), diperoleh penilaian sebagai berikut:

#### 1. Throughput

Tabel 3. 5 Nilai dari Throughput

Lokasi	Throughput	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	84	4	Sangat Bagus
Access Points 2	90,8	4	Sangat Bagus
PC	75	3	Bagus
Laptop	61	2	Cukup Bagus

#### 2. Packet Loss

Tabel 3. 6 Nilai dari Packet Loss

Lokasi	Packet Loss	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	0%	4	Sangat Bagus
Access Points 2	0%	4	Sangat Bagus
PC	0%	4	Sangat Bagus
Laptop	0%	4	Sangat Bagus

#### 3. Delay

Tabel 3. 7 Nilai dari Delay

Lokasi	Delay (ms)	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	56.6	4	Sangat Bagus
Access Points 2	17,7	4	Sangat Bagus
PC	164,4	3	Bagus
Laptop	54.4	4	Sangat Bagus

#### 4. Jitter

Tabel 3. 8 Nilai dari Jitter

Lokasi	Jitter (ms)	Informasi	
		Nilai	Kategori
Access Points 1	0,0475	4	Sangat Bagus
Access Points 2	0,074	4	Sangat Bagus
PC	54	4	Sangat Bagus
Laptop	45,9	4	Sangat Bagus

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode PCQ untuk membandingkan analisis QoS sebelum dan sesudah menerapkan metode PCQ. Berdasarkan penilaian analisis QoS sebelum menerapkan metode PCQ, terdapat beberapa perbedaan pembagian manajemen

bandwidth yang mengakibatkan perbedaan nilai throughput, packet loss, delay dan jitter. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian lainnya adalah penelitian menggunakan topologi infrastruktur sehingga memerlukan access point dalam distribusi jaringan dan melakukan analisis QOS sebelum dan sesudah metode PCQ diterapkan. Hasil analisis penilaian QOS sebelum dan sesudah implementasi dimana penerapan metode PCQ mendapat skor 3,75 yang termasuk dalam kategori sangat baik dan hasil analisis saat metode PCQ tidak diterapkan adalah 2,06 yang termasuk dalam kategori wajar. Berikut hasil penilaian QoS dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Hasil Perbandingan Nilai Quality of Service

Per Connection Queue	Quality of Service	Deskripsi
Diterapkan	3,75	Sangat Bagus
Tidak diterapkan	2,06	Cukup Bagus

Dari hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penerapan manajemen bandwidth dengan metode PCQ menghasilkan alokasi jaringan yang merata untuk setiap pengguna. Sebelum metode PCQ diterapkan, hasil analisis penilaian QOS mencapai skor 2,06 yang masuk dalam kategori Cukup Bagus. Setelah menerapkan metode PCQ, hasil analisis meningkat menjadi 3,75 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Perbandingan sebelum menerapkan metode PCQ menghasilkan nilai delay, jitter, packet loss. Sedangkan setelah menerapkan metode PCQ menghasilkan nilai analisis QOS yang lebih baik.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

Dari hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penerapan manajemen bandwidth dengan metode PCQ menghasilkan alokasi jaringan yang merata untuk setiap pengguna. Sebelum metode PCQ diterapkan, hasil analisis penilaian QOS mencapai skor 2,06 yang masuk dalam kategori Cukup Bagus. Setelah menerapkan metode PCQ, hasil analisis meningkat menjadi 3,75 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Perbandingan sebelum menerapkan metode PCQ menghasilkan nilai delay, jitter, packet loss. Sedangkan setelah menerapkan metode PCQ menghasilkan nilai analisis QOS yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, H., Laksono, R. A., & Ramadhani, A. K. (2022). Quality Of Service (QoS) Analysis on The Internet Network (Case Study: Purwodadi Botanical Garden – BRIN). *SMARTICS Journal*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.21067/smartics.v8i1.6503>
- Arifin, M. A. S. (2018). Penerapan Bandwidth Management Untuk Dynamic User Pada Mikrotik Menggunakan Per Connection Queue (PCQ). *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 4(2), 194–198. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v4i2.102>
- Dewi, L. C. K., Rachmawati, R. Y., & Surya. (2018). Analisis Manajemen Bandwidth menggunakan metode PCQ dengan Mikrotik 951ui-2hnd. *Jurnal Jarkom*, 6(1), 24–34. <https://journal.akprind.ac.id/Nilai.php/jarkom/article/view/2278%0Ahttps://journal.akprind.ac.id/Nilai.php/jarkom/article/download/2278/1745>
- Pamungkas, F. I., Satra, R., & Alwi, E. I. (2021). Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dan Hirarchical Token Bucket (HTB). *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, 2(3), 187–196.
- Rasudin. (2014). Quality of Services (Qos) Pada Jaringan Internet Dengan Metode Hierarchy Token Bucket. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Malikussaleh*, 4(1), 210–223.
- Saleh, A. K., Peni, H., Tjahyaningtjas, A., & Rakhmawati, L. (2022). Quality of Service ( QoS ) Comparative Analysis of Wireless Network. *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE)*, 5(2), 30–37.
- Smansub, C., Purahong, B., Sithiyopasakul, P., & Benjangkaprasert, C. (2019). A study of network bandwidth management by using queue tree with per connection queue. *Journal of Physics: Conference Series*, 1195(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1195/1/012019>
- Utami, P. R. (2020). Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(2), 125–137. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i2.2723>