

# Analysis and Implementation of Bandwidth Management on Wireless Local Area Network Internet Using the PCQ Method at SMAN 1 Mawasangka Tengah

**Nurhayati. M, Muhammad Na'im Al Jum'ah\*, Mardianto**

Department of Computer Science, FTI USN Kolaka, Kolaka, Indonesia

e-mail: hayati.id2001@gmail.com, \*[muhnaimaljumah@usn.ac.id](mailto:muhnaimaljumah@usn.ac.id), [mardoanto.itsc@gmail.com](mailto:mardoanto.itsc@gmail.com)

## **Abstract**

*With the rapid development of internet network technology, bandwidth management has become crucial, especially in networks with many users SMAN 1 Mawasangka Tengah has a Wi-Fi network used by teachers and students, but the network often experiences disruptions due to the lack of proper bandwidth management. This research aims to analyze and implement bandwidth management using the Per Connection Queue (PCQ) method to automatically and evenly allocate bandwidth to all users. Testing was conducted by comparing network performance before and after the implementation of bandwidth management, with QoS tests including throughput, delay, and packet loss. The results show that after implementing the PCQ method, the network's performance became more stable with a more even distribution of bandwidth. This is proven by an increase in average throughput for download activities from 8,690 kbps to 12,316 kbps, and video streaming from 986.33 kbps to 1,607.33 kbps. Delay decreased from 1.1 ms to 0.71 ms for downloads, and video streaming from 9.85 ms to 5.02 ms. Packet loss also decreased from 4.43% to 0% for downloads, and video streaming from 7.73% to 0.1%. In conclusion, the PCQ method is effective in addressing network stability and bandwidth management issues at SMAN 1 Mawasangka Tengah.*

**Keywords**—Bandwidth, Bandwidth Management, PCQ, Quality of Service

## **Abstrak**

*Seiring dengan berkembangnya teknologi jaringan internet, manajemen bandwidth menjadi hal yang sangat penting, terutama pada jaringan dengan banyak pengguna SMAN 1 Mawasangka Tengah memiliki jaringan wifi yang digunakan oleh guru dan siswa, namun jaringan tersebut sering mengalami gangguan akibat tidak adanya pengelolaan bandwidth yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengimplementasikan manajemen bandwidth menggunakan metode Per Connection Queue (PCQ) agar dapat mengalokasikan bandwidth secara otomatis dan merata kepada semua pengguna. Pengujian dilakukan dengan membandingkan performa jaringan sebelum dan sesudah implementasi manajemen bandwidth, pengujian QoS yaitu throughput, delay, dan packet loss. Hasil pengujian menunjukkan setelah implementasi metode PCQ performa jaringan lebih stabil dengan alokasi bandwidth yang lebih merata. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan rata-rata throughput untuk aktivitas download dari 8.690 kbps menjadi 12.316 kbps, video streaming dari 986,33 kbps menjadi 1.607,33 kbps. Delay menurun dari 1,1 ms menjadi 0,71 ms untuk download, video streaming dari 9,85 ms menjadi 5,02 ms. Packet loss juga mengalami pengurangan dari 4,43% menjadi 0% untuk download, video streaming dari 7,73% menjadi 0,1%. Kesimpulannya, metode PCQ efektif dalam mengatasi masalah stabilitas jaringan dan manajemen bandwidth di SMAN 1 Mawasangka Tengah.*

**Kata kunci**—Bandwidth, Manajemen Bandwidth, PCQ, Quality of Service

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan pemanfaatan internet dalam institusi pendidikan telah meningkatkan kebutuhan akan layanan jaringan yang stabil, adil, dan efisien [1], [2], [3], [4]. Ketika jumlah pengguna meningkat, tanpa pengelolaan bandwidth yang memadai, sebagian pengguna atau aplikasi dapat menghabiskan sumber daya jaringan secara tidak proporsional mengakibatkan kualitas layanan menurun dan kemacetan lalu lintas data (*network congestion*) yang merugikan banyak pihak [5], [6], [7], [8], [9]. Hal ini merupakan persoalan umum dalam skala pendidikan yang perlu ditangani untuk mendukung proses pembelajaran yang berkesinambungan.

Berdasarkan hasil observasi, SMAN 1 Mawasangka Tengah memiliki jaringan nirkabel (*wireless*) dengan kapasitas bandwidth sebesar 130 Mbps yang disediakan untuk menunjang kegiatan belajar mengajar. Sekolah ini terdiri dari 31 ruangan, dengan dua jurusan utama yaitu IPA dan IPS, didukung oleh 38 tenaga pengajar serta 363 siswa aktif. Namun, meskipun kapasitas jaringan relatif memadai, distribusi penggunaan bandwidth tidak merata. Aktivitas seperti *streaming* video, penggunaan media sosial, dan pengunduhan berkas berukuran besar sering kali mengurangi ketersediaan bandwidth untuk kebutuhan akademik. Kondisi tersebut menyebabkan akses ke platform pembelajaran daring menjadi lambat, bahkan mengalami kegagalan terutama pada jam-jam sibuk.

Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, metode *Per Connection Queue* (PCQ) dipandang sebagai salah satu pendekatan yang efektif. PCQ berfungsi untuk melakukan pembagian bandwidth secara adil kepada setiap koneksi aktif melalui mekanisme otomatis, tanpa memerlukan konfigurasi yang kompleks [10], [11], [12], [13]. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode ini mampu menurunkan tingkat latensi, mencegah terjadinya dominasi pemakaian bandwidth oleh sebagian pengguna, serta meningkatkan kualitas layanan jaringan secara keseluruhan [14], [15], [16], [17], [18], [19].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengimplementasikan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ pada jaringan WLAN SMAN 1 Mawasangka Tengah. Adapun tujuan utamanya adalah mengevaluasi efektivitas PCQ dalam menciptakan distribusi bandwidth yang adil, mengurangi kemacetan jaringan, serta meningkatkan stabilitas koneksi dan pengalaman pengguna. Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan kontribusi praktis sebagai acuan bagi sekolah lain dengan tantangan serupa serta memperkaya literatur tentang manajemen bandwidth pada lingkungan pendidikan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini. Alur penelitian yang dimulai dari menentukan lokasi dan waktu penelitian, pengumpulan data. Analisis data, analisis dan perancangan, implementasi, analisis hasil dan menentukan kesimpulan dan saran.



Gambar 1 Alur Penelitian

### 2.1 pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi yaitu mengadakan pengamatan atau peninjauan langsung terhadap lokasi penelitian. Wawancara dengan melakukan tanya jawab secara langsung pada pihak IT disekolah, dan studi pustaka yaitu mencari dan mempelajari bahan pustaka baik dari internet, jurnal, *digital library*, buku, *e-book* atau karya-karya ilmiah yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

### 2.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan 3 tahapan yaitu *redukasi* data atau merangkum hal-hal penting yang diperoleh dari tahap pengumpulan data. *Display* data yaitu menyusun data agar mudah dipahami baik dalam bentuk uraian singkat, tabel, bagan, grafik, dan yang terakhir *verifikasi* data yaitu penarikan kesimpulan dan memastikan data yang diperoleh benar-benar dari sumber asli.

### 2.3 Analisis dan Perancangan

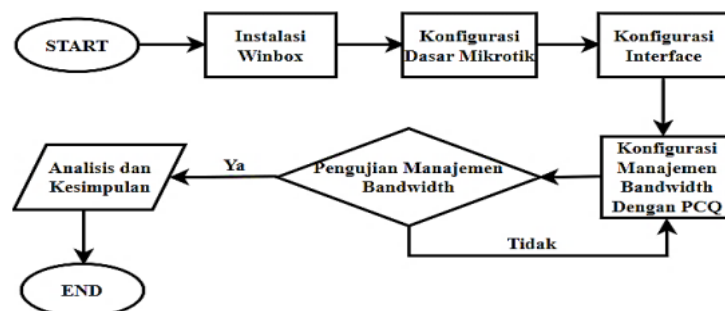
#### 2.3.1 Analisis Kebutuhan Pengujian

Analisis kebutuhan pengujian bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sebelum melakukan analisis kinerja jaringan menggunakan metode PCQ, yang meliputi kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

1. Perangkat keras yang digunakan yaitu : mikrotik dengan merek RB gr750r2 digunakan untuk konfigurasi manajemen *bandwidth*, Tp-Link dengan merek TL-WR840N untuk memperluas jangkauan sinyal *wifi*, kabel UTP untuk menghubungkan mikrotik ke PC, laptop lenovo CPU Intel Celeron N4020, CPU Speed @1,10GHz, RAM 4,00 GB sebagai server jaringan dan laptop asus X441M CPU Intel Celeron N4000, CPU Speed @2,6GHz, RAM 4,00 GB sebagai client.
2. Perangkat lunak yang digunakan seperti : *operating system windows 10*, *winbox* untuk meremote mikrotik, *browser chrome* untuk mengakses *web speedtest* sebagai pengujian kecepatan *bandwidth* jaringan unduh dan unggah, dan *wireshark* untuk analisis paket data lalu lintas jaringan seperti *throughput*, *delay* dan *packet loss*.

#### 2.3.2 Rancangan Sistem Manajemen Bandwidth

Setelah kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras terpenuhi, selanjutnya melakukan perancangan sistem manajemen bandwidth yang akan di implementasikan dengan metode PCQ. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini, tahap pertama dalam implementasi yaitu melakukan instalasi *winbox* pada PC yang berfungsi untuk *meremote* mikrotik. Selanjutnya konfigurasi mikrotik, tahap selanjutnya pengaturan IP *address* dan nama *interface*. Setelah konfigurasi IP *address* dan *interface* selesai, selanjutnya konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode PCQ yang terdiri dari konfigurasi *Mangle*, *Queue Types* (PCQ *Upload* dan *Download*), serta konfigurasi *Parent Queue* dan *Child Queue*. Tahap selanjutnya melakukan pengujian manajemen *bandwidth* setelah itu didapatkan hasil dan kesimpulan.



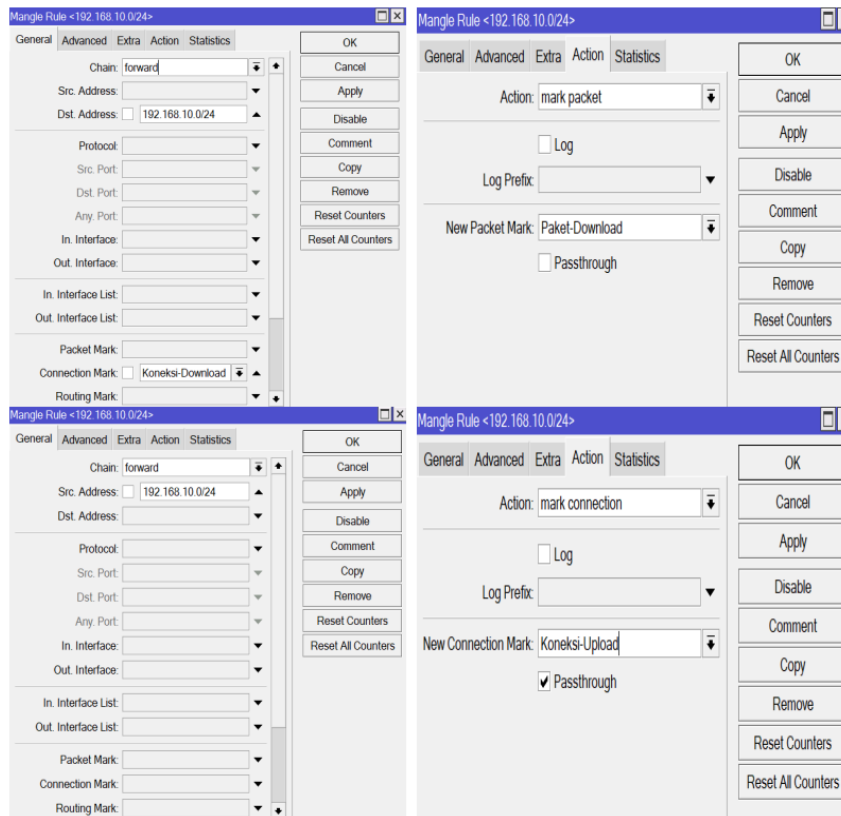
Gambar 2 Perancangan Manajemen Bandwidth

## 2.4 Implementasi

Tahap implementasi adalah tahap penerapan dari hasil perancangan yang telah dibuat. Hasil dari tahap ini berupa konfigurasi manajemen bandwidth dengan metode PCQ di mikrotik RB gr750r2, konfigurasi dilakukan melalui aplikasi winbox.

### 1. Konfigurasi *Mangle*

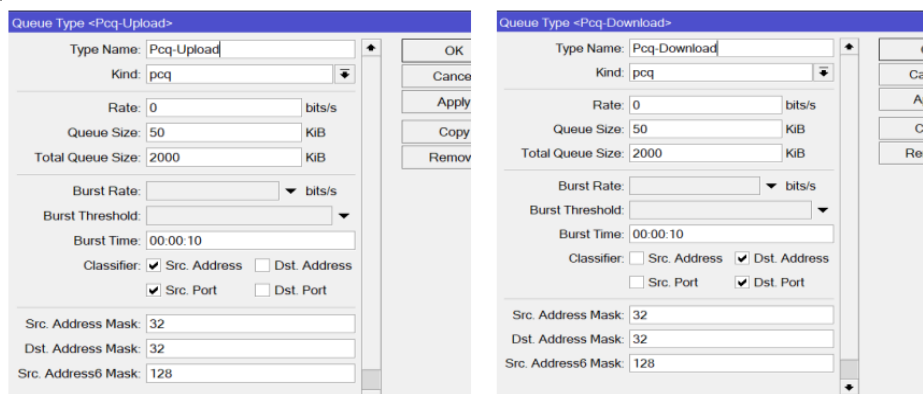
*Mangle* berfungsi untuk menandai paket data yang melewati router, masuk ke router dan keluar dari router. Konfigurasi *mangle* dapat dilakukan dengan menu IP, *firewall* pada tab *mangle* untuk membuat *mark packet* (menandai paket data) dan *mark connection* (menandai koneksi) untuk *client* seperti pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3 Konfigurasi *Mangle*

### 2. Konfigurasi *Queue Types*

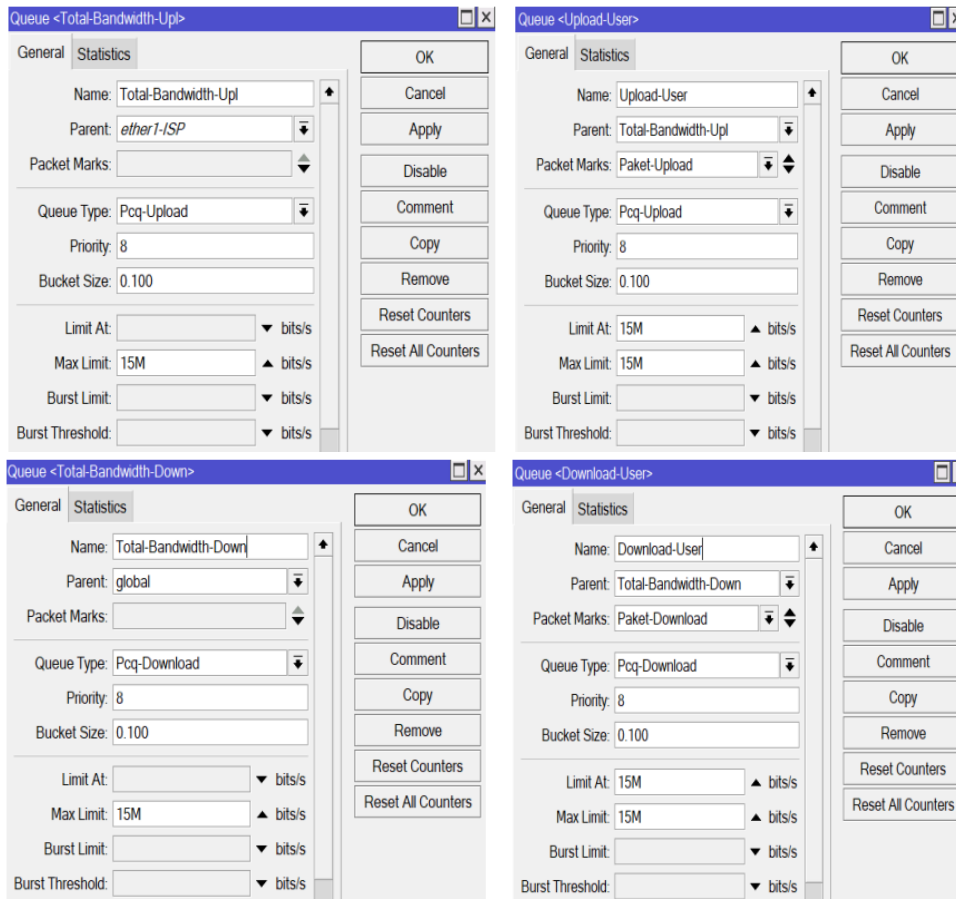
*Queue types* berfungsi mengklasifikasikan arah koneksi dan antrian paket data di router. Misalnya jika *classifier* yang digunakan adalah *src-address* maka aliran PCQ akan berubah menjadi koneksi *upload*, sedangkan *dst-address* akan menjadi koneksi *download*. Konfigurasi *queue types* bisa dilakukan pada menu *queues* seperti Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Konfigurasi *Queue Types*

### 3. Konfigurasi *Queue Tree*

*Queue tree* berfungsi untuk melimitasi (membatasi) *bandwidth* pada mikrotik. Konfigurasi *queue tree* bisa dilakukan pada menu *queues tab queue tree* untuk membuat *parent queue* yang berfungsi membantu router untuk mengetahui total jumlah *bandwidth* yang dimiliki oleh suatu jaringan, dan *child queue* untuk melimitasi dari total *bandwidth* tersebut. Cara settingnya seperti Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Konfigurasi *Queue Tree*

### 2.5 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengukur parameter QoS (*Troughput*, *Delay* dan *Packet Loss*) menggunakan *software protocol analyzer* yaitu *Wireshark* dan melihat *traffik* kecepatan *bandwidth upload* dan *download* menggunakan *Speedtest* pada dua kondisi sebagai acuan perbandingan, yaitu pengujian QoS sebelum konfigurasi manajemen *bandwidth* dan setelah manajemen *bandwidth* dengan metode PCQ.

### 2.6 Analisis Hasil

Hasil pengujian akan dianalisis dengan menggunakan data yang didapat dari tahap pengujian yakni jumlah kecepatan *traffik* jaringan dan *Quality of Service*. Analisis pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan kestabilan jaringan dengan manajemen *bandwidth* serta rata-rata dari masing-masing parameter yang akan diujikan.

### 2.7 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan dilakukan setelah semua penelitian selesai, dimulai dari konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak. Kemudian implementasi manajemen *bandwidth* sampai pada tahap terakhir penelitian. Setelah semua penelitian dilakukan, maka tahap selanjutnya akan dibuatkan sebuah laporan. Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah untuk menyampaikan informasi seputar penelitian yang sudah dibuat oleh penulis.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Bandwidth

Hasil pengujian *bandwidth* ini menggunakan layanan *speedtest* dengan uji coba lima *client* aktif, pada pengujian ini belum terkonfigurasi manajemen *bandwidth*. Berikut ini hasil pengujian *speedtest*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini

Tabel 1 Hasil Pengujian *Bandwidth* Tanpa PCQ

No	Client	Download	Upload
1.	Uji Coba Client 1	17,6 Mbps	6,05 Mbps
2.	Uji Coba Client 2	13,2 Mbps	4,69 Mbps
3.	Uji Coba Client 3	12,6 Mbps	4.02 Mbps
4.	Uji Coba Client 4	2,73 Mbps	1,64 Mbps
5.	Uji Coba Client 5	2.33 Mbps	1,87 Mbps

Berdasarkan tabel di atas, sebelum implementasi manajemen *bandwidth* dengan metode PCQ performa jaringan tidak merata, terdapat beberapa pengguna yang mendominasi *bandwidth* sehingga banyak pengguna mendapatkan *bandwidth* yang berbeda-beda yaitu dengan kecepatan unduh dan unggah yang sangat rendah.

#### 3.2 Hasil Pengujian QoS (Quality of Service)

Pengujian *Quality of Service* (QoS) sebelum implementasi manajemen *bandwidth* dilakukan dengan aplikasi *wireshark* menggunakan tiga parameter yaitu *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Proses pengujian dilakukan dengan melakukan aktivitas *download file* dan *video streaming youtube*. Di bawah ini Tabel 2 hasil pengujiannya.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Qos*

Aktivitas	Pengujian	Throughput (bps)	Delay (ms)	Packet Loss (%)
Download	Pengujian 1	9.174 kb	0,96 ms	0,1 %
	Pengujian 2	11.542 kb	0,76 ms	0 %
	Pengujian 3	5.354 kb	1,58 ms	13,2 %
<b>Rata-Rata</b>		<b>8.690 kb</b>	<b>1,1 ms</b>	<b>4,43 %</b>
Video Streaming (Youtube)	Pengujian 1	1.351 kb	6,59 ms	0 %
	Pengujian 2	617 kb	13,7 ms	12,9 %
	Pengujian 3	991 kb	9,26 ms	10,3 %
<b>Rata-Rata</b>		<b>986,33 kb</b>	<b>9,85 ms</b>	<b>7,73 %</b>

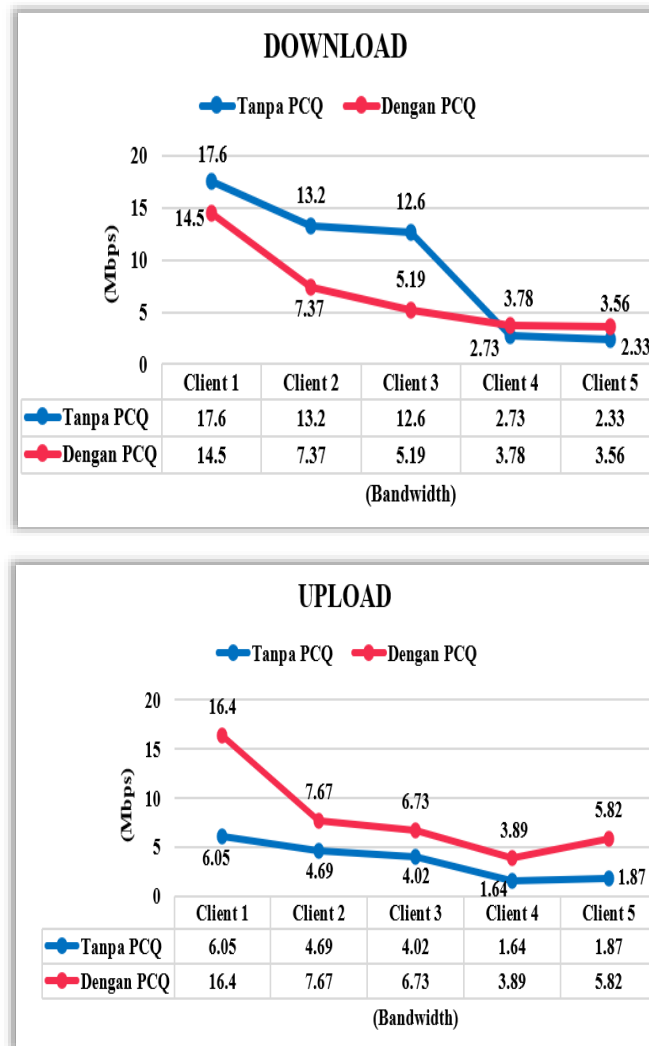
Berdasarkan tabel diatas, sebelum implementasi manajemen *bandwidth* dengan metode PCQ rata-rata *throughput* untuk aktivitas *download* yaitu 8.990 Kbps, *delay* 1,1 ms dan *packet loss* 4,43%. Nilai rata-rata *throughput* untuk aktivitas *video streaming youtube* yaitu 986,33 Kbps, *delay* 9,85 ms dan *packet loss* 7,73%.

### 3.3 Hasil Perbandingan Pengujian

Setelah mendapatkan hasil pengujian, selanjutnya penulis akan membandingkan hasil pengujian sebelum dan sesudah implementasi manajemen *bandwidth* dengan metode PCQ

#### 3.3.1 Hasil Perbandingan Bandwidth

Dibawah ini merupakan grafik perbandingan pengujian *bandwidth* sebelum dan sesudah implementasi metode PCQ yang dilakukan dengan *speedtest* menggunakan 5 *client* sebagai uji coba jaringan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Grafik Perbandingan *Bandwidth*

Berdasarkan Gambar di atas dapat dilihat bahwa dengan manajemen *bandwidth* menggunakan metode PCQ (*per connection queue*) jaringan *wifi* di SMAN 1 Mawasangka Tengah lebih baik dari pada tanpa manajemen *bandwidth*. Dengan metode PCQ *bandwidth* jaringan terbagi secara adil dan merata. Sedangkan sebelum implementasi metode PCQ terdapat beberapa pengguna yang mendominasi *bandwidth* sehingga banyak pengguna mendapatkan *bandwidth* yang berbeda-beda yaitu dengan kecepatan unduh dan unggah yang sangat rendah.

#### 3.3.2 Hasil Perbandingan QoS (Quality of Service)

Di bawah ini merupakan tabel hasil perbandingan dari parameter QoS yaitu *throughput*, *delay* dan *packet loss* dengan aktivitas *download file* dan *video streaming* sebelum dan sesudah implementasi metode PCQ. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Perbandingan *QoS*

Sebelum Manajemen <i>Bandwidth</i>				
Aktivitas	Pengujian	Troughput (bps)	Delay (ms)	Packet Loss (%)
Download	Pengujian 1	9.174 kb	0,96 ms	0,1 %
	Pengujian 2	11.542 kb	0,76 ms	0 %
	Pengujian 3	5.354 kb	1,58 ms	13,2 %
<b>Rata-Rata</b>		<b>8.690 kb</b>	<b>1,1 ms</b>	<b>4,43 %</b>
Video Streaming (Youtube)	Pengujian 1	1.351 kb	6,59 ms	0 %
	Pengujian 2	617 kb	13,7 ms	12,9 %
	Pengujian 3	991 kb	9,26 ms	10,3 %
<b>Rata-Rata</b>		<b>986,33 kb</b>	<b>9,85 ms</b>	<b>7,73 %</b>
Sesudah Manajemen <i>Bandwidth</i>				
Aktivitas	Pengujian	Troughput (bps)	Delay (ms)	Packet Loss (%)
Download	Pengujian 1	12.363 kb	0,70 ms	0 %
	Pengujian 2	10.492 kb	0,82 ms	0 %
	Pengujian 3	14.093 kb	0,61 ms	0 %
<b>Rata-Rata</b>		<b>12.316 kb</b>	<b>0,71 ms</b>	<b>0 %</b>
Video Streaming (Youtube)	Pengujian 1	2.178 kb	3,77 ms	0,3 %
	Pengujian 2	1.382 kb	5,35 ms	0,1 %
	Pengujian 3	1.262 kb	5,96 ms	0,1 %
<b>Rata-Rata</b>		<b>1.607,33 kb</b>	<b>5,02 ms</b>	<b>0,1 %</b>

Berdasarkan tabel hasil pengujian di atas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *throughput* untuk aktivitas *download file* tanpa PCQ yaitu 8.690 kbps dengan kategori “SANGAT BAGUS”, *delay* 1,1 ms dengan kategori “SANGAT BAGUS” dan *packet loss* 4,43% kategori “BAGUS” berdasarkan standarisasi TIPHON. Untuk *video streaming* rata-rata *throughput* yaitu 986,33 kbps dengan kategori “SEDANG”, *delay* 9,85 ms kategori “SANGAT BAGUS” dan *packet loss* 7,73% kategori “BAGUS” berdasarkan standar TIPHON [20]. Sedangkan setelah implementasi metode PCQ diperoleh nilai rata-rata *throughput* untuk aktivitas *download file* yaitu 12.316 kbps dengan kategori “SANGAT BAGUS”, *delay* 0,71 ms dengan kategori “SANGAT BAGUS” dan *packet loss* 0% kategori “SANGAT BAGUS” berdasarkan standarisasi TIPHON. Untuk *video streaming* rata-rata *throughput* yaitu 1.607,33 kbps dengan kategori “BAGUS”, *delay* 5,02 ms kategori “SANGAT BAGUS” dan *packet loss* 0,1% kategori “SANGAT BAGUS” berdasarkan standar TIPHON. Implementasi PCQ terbukti mampu memperbaiki distribusi *bandwidth* sehingga pengguna mendapatkan alokasi yang merata dan stabil. Pengguna yang sebelumnya mengalami kendala kecepatan internet kini mendapatkan akses yang lebih baik, bahkan ketika ada banyak pengguna yang terhubung ke jaringan.

#### 4. KESIMPULAN

Implementasi manajemen *bandwidth* dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) pada jaringan WLAN di SMAN 1 Mawasangka Tengah mampu meningkatkan stabilitas jaringan secara signifikan. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan *throughput* dari 8.690 kbps menjadi 12.316 kbps untuk *download*, dan *video streaming* dari 986,33 kbps menjadi 1.607,33 kbps. Penurunan *delay* dari 1,1 ms menjadi 0,71 ms untuk *download*, dan *video streaming* dari 9,85 ms menjadi 5,02 ms. Serta pengurangan *packet loss* dari 4,43% menjadi 0% untuk *download*, *video streaming* dari 7,73% menjadi 0,1%. Implementasi PCQ terbukti mampu memperbaiki distribusi *bandwidth* sehingga pengguna mendapatkan alokasi yang merata dan stabil. Pengguna yang

sebelumnya mengalami kendala kecepatan internet kini mendapatkan akses yang lebih baik, bahkan ketika ada banyak pengguna yang terhubung ke jaringan.

## 5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya adalah menguji metode manajemen *bandwidth* lain pada jaringan dengan skala yang lebih besar, seperti *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Selain itu, perlu dilakukan pemantauan secara rutin terhadap performa jaringan agar stabilitas yang telah dicapai tetap terjaga. Juga pihak sekolah perlu menambahkan kapasitas *bandwidth* yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Arya and D. F. Priambodo, "Wi-Fi Optimization with Wireless Mesh Networks," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 61–66, 2024, <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.179>.
- [2] A. Arianto, F. D. Hudaibah, N. Nurhalifah, M. Qippiyah, and S. Bantun, "Learning Innovations in Coastal Areas Through Augmented Reality and Gamification," *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 95–102, 2024, <https://doi.org/10.69616/mit.v1i2.193>.
- [3] R. Karim, "Enhancing Students' Learning Interest Through the Implementation of the Kampus Mengajar Batch 8 Program: Classroom Arrangement," *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2024, <https://doi.org/10.69616/mekongga.v1i2.197>.
- [4] T. Susanto and A. Budiman, "Improving High School Students' Awareness through Safety riding Training: A Case Study at SMA Negeri 1 Pagelaran," *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–29, 2025. <https://doi.org/10.69616/mekongga.v2i1.220>
- [5] A. Ramadhan *et al.*, "Analysis of effectiveness of using simple queue with per connection queue (PCQ) in the bandwidth management (A case study at the academy of information management and computer mataram (AMIKOM) mataram)," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 83, no. 3, 2016.
- [6] B. P. Siahaan, A. M. H. Pardede, and S. Syahputra, "Bandwidth Management and Web Filtering with Per Connection Queue (PCQ) Method using Mikrotik," *Int. J. Heal. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 2, 2022. <https://doi.org/10.55227/ijhet.v1i2.13>
- [7] A. P. Dennis, "Manajemen Bandwidth Dengan Metode Peer Connection Queue (PCQ) dan Simple Queue Di Perumahan PPH 2," *J. Sains Dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 96–99, 2023.
- [8] E. Prasetyo, T. Santoso, and S. Riyadi, "Bandwidth Management using Per Connection Queue and Queue Tree: A case study on a high school network," *Emerg. Inf. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 1, 2024. <https://doi.org/10.18196/eist.v5i1.22376>
- [9] Y. Anggara, H. L. Sari, and E. Suryana, "Application Of Pcq (Per Connection Queue) In Limiting Bandwidth With The Simple Queue Method At Smkn 1 Seluma," *J. Komput. Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–20, 2025.
- [10] A. Saputra and J. L. Putra, "Implementasi manajemen bandwidth berbasis Mikrotik menggunakan metode PCQ (per connection queue) pada SMK YAJ Depok," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3507>.
- [11] B. A. Prakosa, Y. Afrianto, S. Agustiyana, and I. H. Setiadi, "Evaluating Bandwidth Management Techniques on Mikrotik Routers: A Multiple Linear Regression Approach," *Ing. des Syst. d'Information*, vol. 29, no. 4, p. 1561, 2024, <https://doi.org/10.18280/isi.290429>.
- [12] R. Pratama, "MANAGEMENT BANDWITDH MENGGUNAKAN PCQ (Per Connection Queue) UNTUK MENCEGAH ROUTER OVERLOAD PADA PT. XYZ," 2022, *Universitas Mercu Buana Jakarta*.
- [13] M. Mariyanto and A. Maslan, "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan

- Metode Peer Connection Queue Pada Mikrotik,” *Comput. Sci. Ind. Eng.*, vol. 9, no. 3, 2023, <https://doi.org/10.33884/comasiejournal.v9i3.7697>.
- [14] M. D. L. Siahaan, M. S. Panjaitan, and A. P. U. Siahaan, “MikroTik bandwidth management to gain the users prosperity prevalent,” *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 42, no. 5, pp. 218–222, 2016, <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V42P243>.
- [15] I. M. Sukarsa, I. N. Piarsa, and I. G. B. P. Putra, “Simple solution for low cost bandwidth management,” *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 19, no. 4, pp. 1419–1427, 2021, <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v19i4.17109>.
- [16] S. W. Aji and R. S. Kharisma, “Manajemen User Dan Pengelolaan Bandwidth Pada Jaringan Hotspot Menggunakan Router Mikrotik,” *INTECHNO Journal-Information Technol. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2019.
- [17] L. O. Sari, U. N. F. Nasution, E. Safrianti, and F. Jalil, “Implementation of bandwidth management and access restrictions using PCQ and firewall methods in SMP tunas bangsa network,” *Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 73–79, 2022, <https://doi.org/10.31258/ijeepse.5.3.73-79>.
- [18] D. Suryani, D. Yani, and A. Rafik, “Bandwidth Management Design Using the Simple Queue Method in Mikrotik RouterOS and The Winbox Application Adika May Sari”.
- [19] A. A. Pratama, B. Susilo, and F. F. Coastera, “Manajemen Bandwidth Dengan Queue Tree Pada Rt/Rw-Net Menggunakan Mikrotik,” *J. Rekursif*, vol. 6, no. 2, pp. 31–42, 2018.
- [20] S. Subektiningsih, R. Renaldi, and P. Ferdiansyah, “Analisis Perbandingan Parameter QoS Standar TIPHON Pada Jaringan Nirkabel Dalam Penerapan Metode PCQ,” *Explore*, vol. 12, no. 1, pp. 57–63, 2022, <https://doi.org/10.35200/ex.v12i1.88>.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).