

Perancangan Manajemen *Bandwidth* Jaringan LAN Menggunakan Metode *Peer Connection Queue* Pada Laboratorium Komputer FIKOM UMI

Achrul Abdullah^a, Yulita Salim^b, Abdul Rachman Manga^c

Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

^aachrulabdullah@umi.ac.id; ^byulita.salim@umi.ac.id; ^cabdulrachman.manga@umi.ac.id

Received: 21-08-2024 | Revised: 20-01-2025 | Accepted: 01-03-2025 | Published: 29-03-2025

Abstrak

Kebutuhan internet saat ini sangat diperlukan seperti komunikasi, pembelajaran ataupun pencarian sehingga kita memperoleh sebuah informasi dengan sangat cepat. Penggunaan internet yang terhubung pada satu jaringan sehingga sering terjadinya *bandwidth* yang tidak merata yang dapat mengakibatkan beberapa pengguna yang dapat menggunakan internet secara lancar dan pengguna lainnya lambat dalam mengakses internet. *Bandwidth* merupakan ukuran kapasitas transmisi data maksimum yang dapat digunakan dalam suatu jaringan. Dengan dilakukannya manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) pada mikrotik untuk mengatur *user* yang tertaut pada jaringan tersebut. Dengan menggunakan metode PCQ kecepatan internet dan *bandwidth* yang didapatkan per *user* pada mikrotik akan dibagi secara merata sesuai *user* yang tertaut pada jaringan. Setelah itu Peneliti akan mengambil data transmisi menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mengetahui bahwa jaringan tersebut telah diaplikasikan metode PCQ. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu, pemerataan *bandwidth* kepada *user* yang tertaut di jaringan tersebut sehingga internet yang digunakan oleh tiap *user* lancar dan optimal.

Kata kunci : Manajemen *Bandwidth*, *peer connection queue*, jaringan, LAN

Pendahuluan

Salah satu faktor penting dalam menjaga stabilitas dan kehandalan jaringan LAN adalah manajemen *bandwidth* yang efektif. *Bandwidth* adalah sumber daya yang terbatas pada jaringan, dan perlu dialokasikan secara adil dan optimal untuk memastikan kelancaran aktivitas pengguna. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas tentang manajemen *bandwidth* dan berbagai metode yang digunakan untuk mengoptimalkannya. Pengelolaan *bandwidth* dengan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) dapat secara signifikan meningkatkan performa jaringan pada lingkungan LAN yang padat pengguna. Penggunaan algoritma antrian untuk mengelola trafik data, dan menemukan bahwa metode ini efektif dalam mengurangi latensi dan meningkatkan *throughput* jaringan. Pentingnya strategi pengelolaan *bandwidth* dalam mengurangi kongesti jaringan dan memastikan kualitas layanan yang lebih baik [1]. Untuk mencapai stabilitas dan keandalan dalam jaringan LAN, diperlukan manajemen *bandwidth* yang efektif. *Bandwidth*, sebagai sumber daya yang terbatas, harus dikelola dengan cermat untuk memastikan bahwa semua pengguna dapat mengaksesnya secara adil. Ini mencakup pengalokasian yang optimal sehingga setiap aktivitas pengguna dapat berjalan lancar tanpa gangguan. Manajemen yang baik juga membantu dalam mencegah kemacetan jaringan dan memastikan bahwa setiap aplikasi yang digunakan dalam jaringan mendapatkan porsi *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhannya. Dengan demikian, kelancaran aktivitas pengguna dapat terjaga dan kinerja jaringan secara keseluruhan dapat dioptimalkan [2].

Manajemen *bandwidth* yang efektif dapat membawa beberapa manfaat penting bagi jaringan. Pertama, hal ini dapat meningkatkan stabilitas jaringan karena dengan alokasi *bandwidth* yang adil dan optimal, kemacetan jaringan dapat dicegah, sehingga aktivitas pengguna dapat berjalan dengan lancar tanpa gangguan. Kedua, pengelolaan yang baik dapat meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan dengan menerapkan teknik-teknik seperti *Quality of Service* (QoS) [3], [4]. Teknik ini memungkinkan prioritas diberikan kepada aplikasi-aplikasi penting, yang pada akhirnya meningkatkan kecepatan dan responsivitas jaringan secara signifikan. Ketiga, manajemen *bandwidth* yang efisien juga dapat meningkatkan kualitas layanan secara keseluruhan, karena pengaturan yang tepat akan memastikan bahwa setiap pengguna mendapatkan pengalaman optimal saat menggunakan jaringan [5]. Dengan demikian, pengelolaan *bandwidth* yang efektif tidak hanya menjaga kelancaran dan efisiensi operasional, tetapi juga memastikan kepuasan pengguna dalam menggunakan layanan jaringan [6], [7].

Penelitian sebelumnya oleh Muh Akbar Al Maruf membahas manajemen bandwidth di laboratorium komputer SMK Negeri 4 Kendari menggunakan metode Network Development Life Cycle (NDLC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan manajemen bandwidth meningkatkan throughput dari 338.47 kbps menjadi 822.34 kbps, menurunkan packet loss dari 1.12% menjadi 0.09%, serta mengurangi delay dari 7.02642 ms menjadi 6.21538 ms, sehingga distribusi bandwidth menjadi lebih stabil dan efisien dalam lingkungan jaringan pendidikan [8]. Sindy Arta Sutarnan dalam penelitiannya menggunakan metode PCQ pada Mikrotik, penelitian ini menunjukkan bahwa pembagian bandwidth yang lebih merata dapat meningkatkan throughput, mengurangi packet loss, delay, dan jitter, sehingga koneksi menjadi lebih stabil dan optimal bagi seluruh pengguna [9]. Sementara itu, Muklas dalam penelitiannya menerapkan dengan menggunakan Mikrotik untuk melakukan manajemen bandwidth dan web proxy filtering, sehingga akses internet dapat lebih terkontrol dan terdistribusi secara merata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan manajemen bandwidth mampu meningkatkan efisiensi penggunaan jaringan, mengurangi dominasi bandwidth antar pengguna [10]. Penelitian yang dilakukan oleh April Firman Daru menunjukkan bahwa penerapan metode PCQ dan Queue Tree berhasil meningkatkan Quality of Service (QoS) dengan menurunkan jitter menjadi 1.64 ms, ping menjadi 36.8 ms, packet loss menjadi 0.1%, serta menjaga throughput stabil di 2 Mbps, sehingga koneksi internet lebih efisien tanpa harus meningkatkan kapasitas bandwidth yang ada [11].

Penelitian ini akan mengeksplorasi desain manajemen *bandwidth* pada jaringan LAN dengan menggunakan metode *Peer Connection Queue*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merumuskan strategi pengelolaan *bandwidth* yang mampu memenuhi beragam kebutuhan pengguna jaringan, serta mengevaluasi efektivitas metode ini dalam berbagai kondisi jaringan. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan solusi praktis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja jaringan LAN dalam berbagai situasi penggunaan.

Metode

Perancangan manajemen *bandwidth* jaringan LAN menggunakan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) yang di rujuk dari beberapa penelitian:

- A. Analisis Kebutuhan dan Trafik
 1. Pengumpulan Data Trafik: Gunakan alat monitoring untuk menganalisis jenis lalu lintas, pola penggunaan, dan pengguna utama di jaringan Anda.
 2. Identifikasi Kategori Lalu Lintas: Tentukan kelompok atau kategori yang memerlukan pengelolaan *bandwidth*, seperti aplikasi penting, departemen, atau pengguna tertentu [12].
- B. Desain Struktur PCQ
 1. Kategori dan Antrian: Buat kategori atau antrian berdasarkan jenis lalu lintas atau kelompok pengguna. Setiap kategori akan memiliki antrian PCQ terpisah untuk pengaturan *bandwidth* [13].
 2. Tentukan Alokasi *Bandwidth*: Alokasikan *bandwidth* maksimal untuk setiap kategori sesuai dengan kebutuhan.
- C. Implementasi PCQ pada Mikrotik
 1. Konfigurasi *Router*: Akses mikrotik yang mendukung PCQ dan atur antrian PCQ sesuai dengan kategori yang telah ditentukan [14], [15].
 2. Pengaturan PCQ Rules: Atur aturan untuk masing-masing antrian PCQ dengan pengaturan penggunaan *bandwidth* [12].
 3. Atur Prioritas dan Pembatasan: Tentukan prioritas antrian dan batas maksimum untuk mencegah satu kategori mengonsumsi seluruh *bandwidth*.
- D. Pengujian dan Pemantauan
 1. Uji Konfigurasi: Lakukan pengujian untuk memastikan konfigurasi PCQ bekerja dengan baik. Verifikasi performa dan pastikan bahwa *bandwidth* dialokasikan sesuai dengan pengaturan [17].
 2. Pantau Kinerja: Gunakan alat pemantauan untuk mengawasi kinerja PCQ dan pastikan antrian berfungsi dengan baik. Perhatikan aspek seperti penggunaan *bandwidth*, *latency*, dan *throughput*.
- E. Penyesuaian dan Pemeliharaan
 1. Evaluasi dan Sesuaikan: Berdasarkan data pemantauan, lakukan penyesuaian pada konfigurasi PCQ jika diperlukan. Jika suatu kategori memerlukan lebih banyak *bandwidth*, sesuaikan pengaturan antrian [18].

2. Pemeliharaan : Lakukan pemeliharaan berkala dan *update* konfigurasi PCQ sesuai dengan perubahan kebutuhan jaringan atau pola lalu lintas [19].

Perancangan

Adapun tahap perancangan ini berdasarkan metode di atas maka dapat dijelaskan;

A. Analisis Kebutuhan dan Trafik

1. Pengumpulan Data Trafik

Tools pengumpulan data menggunakan *wireshark*, Wireshark adalah perangkat lunak yang dapat menganalisis aktivitas jaringan komputer, sehingga dapat membantu dalam mendeteksi potensi serangan yang mungkin terjadi [20]. Untuk melakukan pengumpulan data trafik secara efisien, maka ada beberapa jenis data yang dikumpulkan sebagai berikut :

- a. Volume Trafik : Mengukur volume data yang dikirim dan diterima antara perangkat (smartphone) dan server, serta data yang melewati router.
 - b. Kecepatan Trafik : Melihat seberapa cepat data ditransfer di antara node.
 - c. Jenis Protokol : Menangkap jenis protokol yang digunakan, seperti TCP, UDP, HTTP, dan lain-lain.
 - d. Sumber dan Tujuan Trafik : Identifikasi alamat IP sumber dan tujuan dari paket data untuk menganalisis jalur komunikasi.
 - e. Delay dan *Latency* : Mengukur waktu yang diperlukan untuk data dikirim dan diterima antara perangkat
2. Identifikasi Kategori Lalu Lintas
Untuk mengidentifikasi dan klasifikasi kategori lalu lintas dapat digunakan teknik *Packet Sniffing* yang menggunakan *wireshark*.

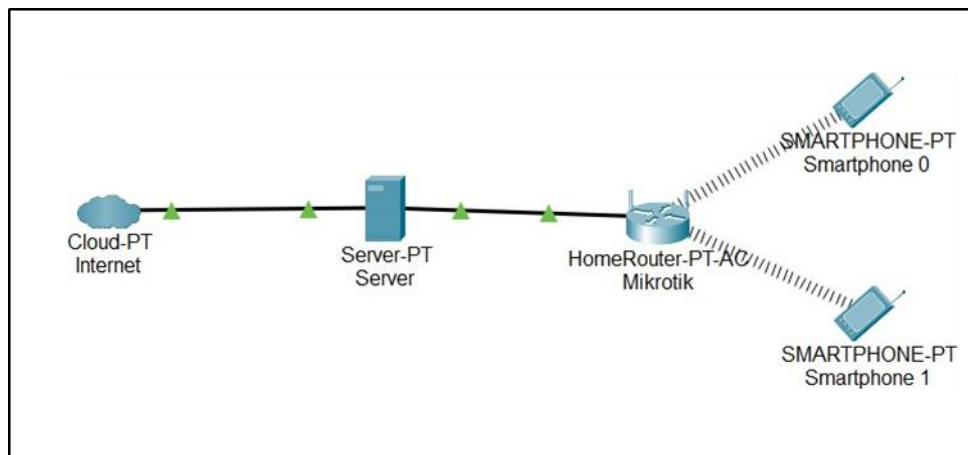
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4.079837	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	66	443 → 50893 [ACK] Seq=257 Ack=15557 Win=16380 Len=0 SLE=18562 S	
4.079837	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	66	443 → 50893 [ACK] Seq=257 Ack=18437 Win=16380 Len=0 SLE=18562 S	
4.079837	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	66	443 → 50893 [ACK] Seq=257 Ack=16997 Win=16386 Len=0 SLE=18562 S	
4.079837	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	56	443 → 50893 [ACK] Seq=257 Ack=18600 Win=16386 Len=0	
4.079955	192.168.1.17	20.189.173.10	TCP	54	50893 → 443 [ACK] Seq=18600 Ack=257 Win=1020 Len=0	
4.118370	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	223	[TCP Retransmission] 443 → 50893 [PSH, ACK] Seq=175 Ack=18600 W	
4.118462	192.168.1.17	20.189.173.10	TCP	66	50893 → 443 [ACK] Seq=18600 Ack=344 Win=1019 Len=0 SLE=175 SRE	
4.200058	192.168.1.17	103.195.103.66	UDP	365	62156 → 9993 Len=323	
4.200079	192.168.1.17	239.255.255.250	SSDP	218	M-SEARCH * HTTP/1.1	
4.200153	192.168.1.17	35.209.187.115	UDP	365	62156 → 27785 Len=323	
4.200194	192.168.1.17	103.195.103.66	UDP	365	62156 → 9993 Len=323	
4.200209	192.168.1.17	35.209.187.115	UDP	365	62156 → 27785 Len=323	
4.224779	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	66	443 → 50893 [ACK] Seq=257 Ack=18600 Win=16386 Len=0 SLE=17160 S	
4.224808	192.168.1.17	20.189.173.10	TCP	54	[TCP Dup ACK 245#1] 50893 → 443 [ACK] Seq=18600 Ack=344 Win=101	
4.289030	20.189.173.10	192.168.1.17	TCP	141	[TCP Spurious Retransmission] 443 → 50893 [PSH, ACK] Seq=257 Ac	
4.289079	192.168.1.17	20.189.173.10	TCP	66	[TCP Dup ACK 245#2] 50893 → 443 [ACK] Seq=18600 Ack=344 Win=101	
4.340131	192.168.1.17	118.98.97.146	TLSv1.2	4516	Application Data	

Gambar 1. *Tools wireshark*

Pada Gambar 1, dapat diidentifikasi *source*, *destination* dan *protocol* yang didapat pada paket data yang ditangkap oleh *wireshark*. Gambar yang ditampilkan menunjukkan tabel detail dari *Wireshark* yang menguraikan interaksi antara alamat IP sumber dan tujuan melalui berbagai protokol jaringan.

B. Desain Struktur PCQ

1. Kategori dan Antrian

Gambar 2. Topologi *Tree*

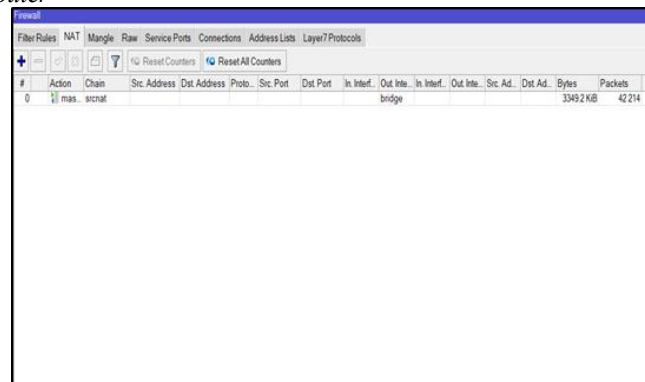
Melihat Gambar 2, topologi yang digunakan adalah topologi *tree*, pengambilan jaringan dari *cloud* internet menuju ke *server* lalu pengecekan IP *address* pada mikrotik yang terhubung secara otomatis pada *device* yang tertaut pada mikrotik. *Bandwidth* yang akan didapatkan pada *Smartphone* 0 dan 1 akan disetarakan menggunakan PCQ.

2. Alokasi *Bandwidth*

Kecepatan *bandwidth* yang tersedia adalah sebesar 100 Mbps. *Bandwidth* ini akan dialokasikan secara merata untuk kebutuhan PCQ-*Upload* dan PCQ-*Download*, di mana masing-masing akan diberikan kapasitas sebesar 50 Mbps. Alokasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa kedua jenis lalu lintas data, baik yang mengunggah maupun yang mengunduh, dapat berjalan dengan efisien dan seimbang, sehingga kualitas layanan jaringan dapat terjaga secara optimal.

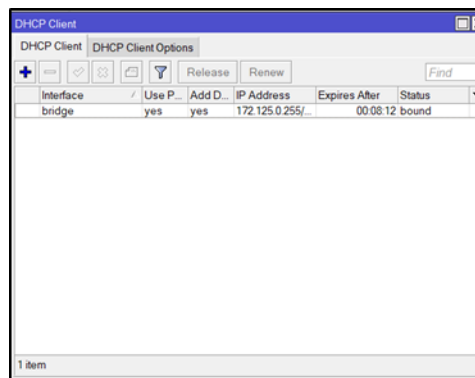
C. Implementasi PCQ pada Mikrotik

1. Konfigurasi *Router*



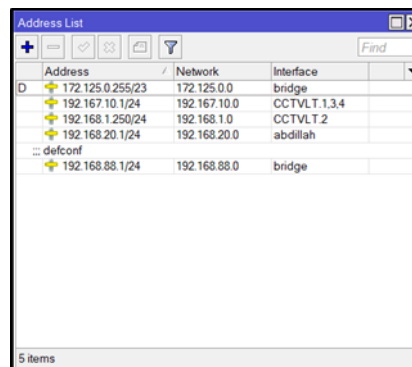
Gambar 3. Konfigurasi NAT

Pada Gambar 3, terdapat satu aturan NAT yang menggunakan *action* "masquerade" dengan *chain* "srcnat". Aturan ini diterapkan pada semua lalu lintas yang keluar melalui antarmuka "bridge". Fungsi dari aturan ini adalah untuk menyembunyikan alamat IP internal dengan menggunakan alamat IP eksternal dari *router* saat paket dikirim ke jaringan luar.



Gambar 4. Konfigurasi DHCP

Pada Gambar 4, interface "bridge" digunakan untuk mendapatkan alamat IP dari *server* DHCP. Opsi "Use Peer DNS" diaktifkan, yang berarti perangkat akan menggunakan *server* DNS yang diberikan oleh *server* DHCP. Opsi "Add Default Route" juga diaktifkan, sehingga perangkat akan menambahkan rute default ke tabel routing berdasarkan informasi dari *server* DHCP.

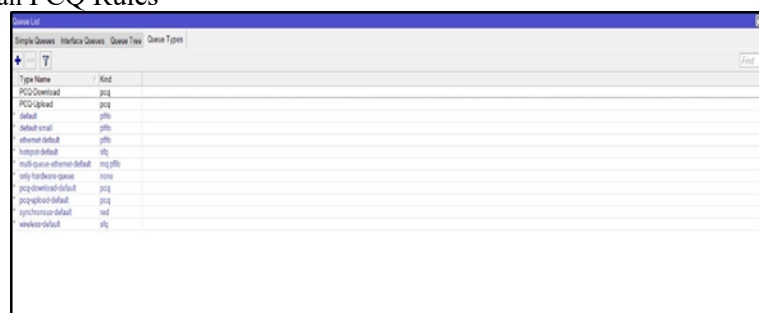


Gambar 5. Konfigurasi Address list

Pada Gambar 5, perangkat jaringan yang mencakup beberapa *subnet* yang terhubung ke berbagai antarmuka diantaranya:

- Alamat IP 172.125.0.255/23, terhubung ke antarmuka "bridge" dengan jaringan 172.125.0.0/23, dengan *subnet* /23.
- Alamat IP 192.167.10.1/24, terhubung pada antarmuka "CCTVLT.1.3.4" dengan jaringan 192.167.10.0/24, dengan *subnet* /24.
- Alamat IP 192.167.16.1/24, terhubung ke antarmuka "CCTVLT.2" dengan jaringan 192.167.16.0/24, dengan *subnet* /24.

2. Pengaturan PCQ Rules



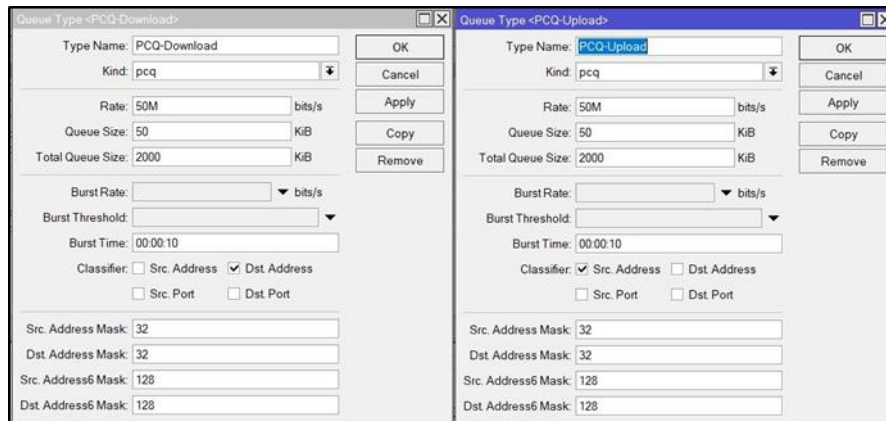
Gambar 6. Pembuatan PCQ

Untuk membuat PCQ-Download, pertama masuk ke menu "Queue Types" pada perangkat jaringan. Kemudian, tambahkan jenis antrian baru dengan mengklik ikon "+" dan beri nama "PCQ- Download". Pilih jenis antrian sebagai "PCQ". Langkah yang sama dilakukan untuk membuat PCQ- Upload.

Tambahkan jenis antrian baru "PCQ-Upload" dan memilih jenis antrian sebagai "PCQ." Parameter seperti kecepatan unggahan yang diinginkan harus disesuaikan berdasarkan kebutuhan jaringan.

Setelah kedua antrian ini dibuat dan dikonfigurasi, simpan perubahan dan pastikan bahwa antrian ini diterapkan pada interface atau simple queue yang sesuai. Dengan demikian, jaringan akan dapat mengelola lalu lintas unggahan dan unduhan dengan lebih efisien, memastikan bahwa *bandwidth* digunakan secara optimal dan adil.

3. Atur Prioritas dan Pembatasan



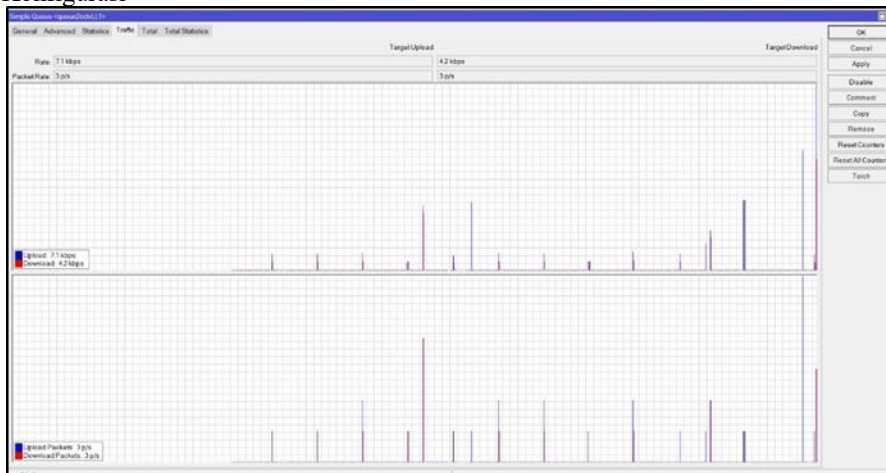
Gambar 7. Pemberian batasan *bandwidth*

Pada Gambar 4, menunjukkan pengaturan batasan *bandwidth* untuk antrian PCQ-Download dan PCQ-Upload yang bertujuan mengelola alokasi kecepatan unggahan dan unduhan dalam jaringan. Untuk kedua antrian, kecepatan maksimum yang ditetapkan sebesar 50 Mbps. Ini memastikan bahwa setiap koneksi yang menggunakan antrian ini, baik untuk unduhan maupun unggahan, tidak dapat melebihi kecepatan 50 Mbps.

Queue Size pada kedua pengaturan diatur sebesar 50 KiB, yang membatasi jumlah data yang dapat ditampung dalam antrian sebelum data mulai dijatuhkan jika antrian penuh. Selain itu, *Total Queue Size* ditetapkan sebesar 2000 KiB, mencegah data menumpuk secara berlebihan di dalam jaringan.

D. Pengujian dan Pemantauan

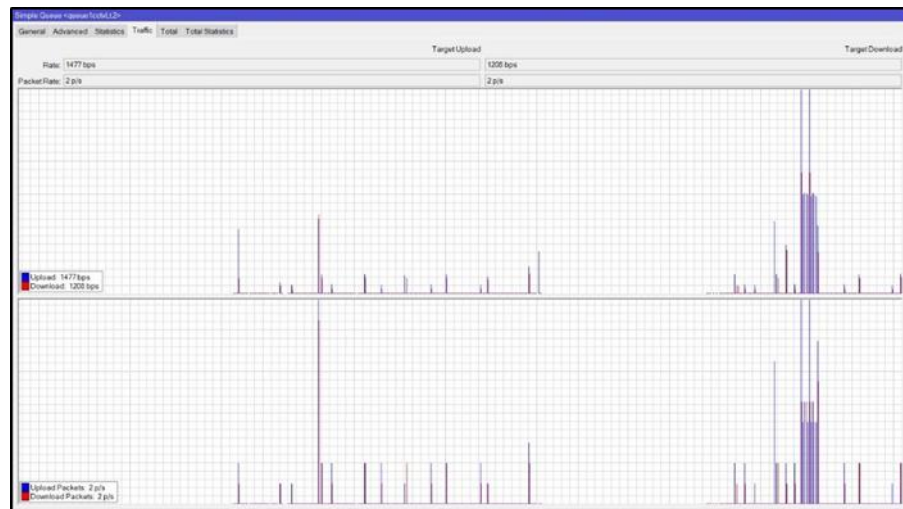
1. Uji Konfigurasi



Gambar 8. Trafik CCTV Lt. 1

Pada Gambar 8, menunjukkan trafik *upload* dengan kecepatan 7,11 kbps dan trafik *download* dengan kecepatan 4,22 kbps. Sedangkan grafik bawah menampilkan jumlah paket yang di-*upload* dengan kecepatan 13 paket per detik dan paket yang di-*download* dengan kecepatan 12 paket per detik. Trafik aktivitas jaringan yang terjadi baik pada *upload* maupun *download*, meskipun pada *rate* yang relatif rendah. Grafik juga menunjukkan fluktuasi dalam jumlah data yang di-*upload* dan di-*download* serta

jumlah paket yang dikirim dan diterima sepanjang waktu.



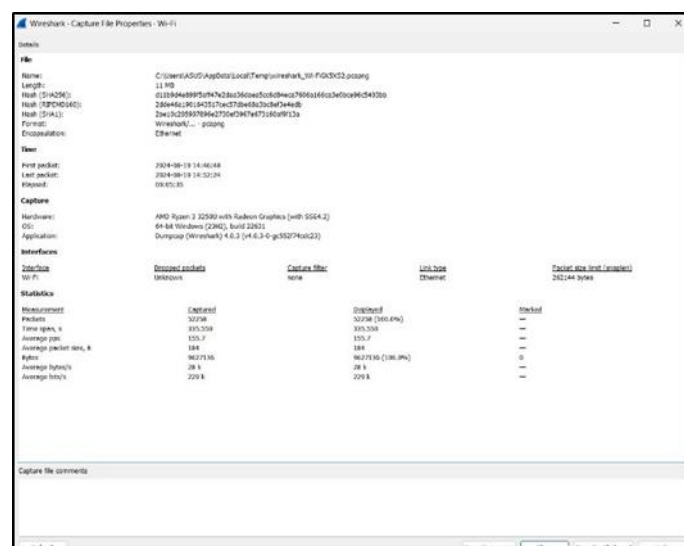
Gambar 9. Trafik CCTV Lt. 2

Pada Gambar 9, terlihat bahwa kecepatan *upload* saat ini adalah 1.577 bps, sementara kecepatan *download* adalah 1.208 bps, yang menunjukkan aktivitas jaringan yang sangat rendah. Jumlah paket yang diunggah dan diunduh juga relatif sedikit, masing-masing hanya 2 paket per detik. Grafik trafik menunjukkan beberapa lonjakan kecil dalam aktivitas unggah dan unduh, namun secara keseluruhan, aktivitas jaringan berada pada tingkat yang rendah dan stabil.

2. Pantau Kinerja

Pada Gambar 10, ditunjukkan statistik penangkapan paket dari perangkat lunak Wireshark. File hasil penangkapan memiliki ukuran 11,80 MB dan mencakup total 530.000 paket yang ditangkap selama durasi 3 menit 16,398 detik. Tidak ada paket data yang hilang atau diberi tanda selama proses capture.

Dalam hal throughput, perkiraan throughput rata-rata adalah sekitar 589,36 KBps (kilobytes per second), yang dihitung berdasarkan jumlah total data yang ditangkap dibagi dengan waktu penangkapan. Secara keseluruhan, penangkapan paket ini berhasil dilakukan dengan baik tanpa adanya kehilangan paket.



Gambar 10. Pantau Kinerja menggunakan *Capture wireshark*

E. Penyesuaian dan Pemeliharaan

1. Penyesuaian

Pada Gambar 8 dan 9, Penggunaan *bandwidth* jaringan yang tidak lebih besar 1 Mbps, padahal tersedia 100 Mbps dan sangat tidak efisien. Oleh karena itu, alokasi *bandwidth* dapat dikurangi untuk meningkatkan efisiensi penyesuaian *bandwidth* yang diterapkan dalam PCQ agar lebih baik.

2. Pemeliharaan

Pemantauan performa jaringan secara real-time sangatlah krusial. Lakukan peninjauan dan pembersihan antrian *peer connection* secara berkala guna menghindari penumpukan yang dapat memperlambat kinerja jaringan. Selalu perbarui firmware dan software pada perangkat jaringan, seperti router dan switch, untuk menjaga keamanan dan kinerja optimal. Terapkan *Quality of Service* (QoS) untuk memberi prioritas pada lalu lintas penting seperti VoIP atau streaming video. Metode PCQ dapat dioptimalkan dengan pengaturan prioritas sesuai dengan jenis layanan atau pengguna.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari perancangan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) adalah bahwa PCQ memungkinkan distribusi *bandwidth* yang adil dan efisien di antara semua perangkat yang terhubung dalam jaringan. Jumlah *bandwidth* yang diperlukan akan lebih besar jika terdapat banyak pengguna yang terhubung. Dengan PCQ, *bandwidth* dapat dialokasikan secara dinamis berdasarkan jumlah koneksi aktif, memastikan bahwa tidak ada perangkat yang menerima alokasi *bandwidth* yang berlebihan atau kekurangan. Ini membantu mengoptimalkan penggunaan total *bandwidth* yang tersedia, meningkatkan kinerja jaringan, dan memastikan pengalaman pengguna yang lebih konsisten dan dapat diandalkan. Selain itu, PCQ juga memberikan fleksibilitas dalam penyesuaian *bandwidth*, memungkinkan penyesuaian cepat sesuai kebutuhan jaringan tanpa mempengaruhi stabilitas keseluruhan.

Daftar Pustaka

- [1] F. Munda Tangkelangi, "Optimasi Kinerja Internet Dengan Implementasi Metode Peer Connection Queue (PCQ) Untuk Manajemen Bandwidth di Yayasan Bina Darma," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 4, hlm. 894–904, Okt 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i4.2302.
- [2] Nendi dan D. A. Putra, "Manajemen Bandwidth Dengan Metode Peer Connection Queue (PCQ) dan Simple Queue Di Perumahan PPH 2," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, hlm. 96–99, Sep 2023, doi: 10.55338/saintek.v4i3.1353.
- [3] S. A. Sutarman, R. R. Saedudin, dan U. Y. K. S. Hedyanto, "Analisis Simulasi Bandwidth dengan menggunakan metode PCQ (Per Connection Queuing) untuk meningkatkan QoS (Quality of Service)," *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 5, 2021.
- [4] M. A. H. Rizky, A. Solehudin, dan E. H. Nurkifli, "Optimalisasi Bandwidth Pada Jaringan Internet Menggunakan Metode Simple Queue dan Peer Connection Queue," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 4, hlm. 7856–7863, 2024.
- [5] E. M. Putra, G. E. Yulastuti, dan C. N. Prabiantissa, "Perbandingan Simple Queue, Queue Tree dan PCQ (Peer Connection Queue) untuk Manajemen Bandwidth pada Jaringan Mikrotik," dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2023.
- [6] L. O. Sari, Utari Nurul Fajar Nasution, E. Safrianti, dan Feranita Jalil, "Implementation of Bandwidth Management and Access Restrictions Using PCQ and Firewall Methods in SMP Tunas Bangsa Network," *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, vol. 5, no. 3, hlm. 73–79, Nov 2022, doi: 10.31258/ijeepse.5.3.73-79.
- [7] A. A. P. Putra, A. R. Manga, dan D. Atmajaya, "Implementasi Natural Language Processing Pada Query Multi Table," dalam *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, Telekomunikasi..., Nov 2020, hlm. 93–98.
- [8] Muhammad Akbar Al Maruf, Darman, dan Zila Razilu, "Rancang Bangun Manajemen Bandwidth Jaringan Pada Laboratorium Teknik Komputer dan Jaringan," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, hlm. 246–256, Jun 2023, doi: 10.51454/decode.v3i2.177.
- [9] S. A. Sutarman, R. Rohmat Saedudin, dan U. Y. K. Septo Hedyanto, "Analisis Simulasi Bandwidth Dengan Menggunakan Metode PCQ (Per Connection Queueing) Untuk Meningkatkan QoS (Quality of Service)," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 8, hlm. 9062–9071, Okt 2021.
- [10] Muklas, H. Supendar, dan S. Sulistianto, "Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Menggunakan Metode Filtering Dan Manajemen Bandwith Pada PT. Intav Prima Solusindo," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 21, no. 1, hlm. 104–111, Apr 2020.
- [11] F. W. Christanto, A. F. Daru, dan A. Kurniawan, "Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, hlm. 407–412, Apr 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.
- [12] O. P. Reskha dan others, "Penerapan Manajemen Bandwidth Dengan Metode Peer Connection Queue (Pcq) Menggunakan Queue Tree Di Pt Duta Palma Nusantara, Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau," 2020.

- [13] M. Mariyanto dan A. Maslan, "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue Pada Mikrotik," *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, vol. 9, no. 3, Sep 2023, doi: 10.33884/comasiejournal.v9i3.7697.
- [14] M. Jalil, Y. Salim, dan F. Fattah, "Simulasi Jaringan Lokal Menggunakan Sistem Kerja The Dude," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 1, no. 1, hlm. 6–10, Feb 2020, doi: 10.33096/busiti.v1i1.515.
- [15] Fritz Gamaliel dan P. Yudi Dwi Arliyanto, "Perancangan Manajemen Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik Dengan Menggunakan Top Down Network Design," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, vol. 5, no. 2, hlm. 230–243, Nov 2022, doi: 10.36595/jire.v5i2.693.
- [16] G. D. Ramady, Y. Liklikwatil, N. S. Lestari, R. Hidayat, G. K. Sukandi, dan R. Sufyani, "Development of Campus Hotspot Network Infrastructure using Peer Connection Queue Method based on Voucher System," *J Phys Conf Ser*, vol. 1764, no. 1, hlm. 012163, Feb 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012163.
- [17] H. Kusbandono dan E. M. Syafitri, "Penerapan Quality Of Service (QoS) dengan Metode PCQ untuk Manajemen Bandwidth Internet pada WLAN Politeknik Negeri Madiun," *RESEARCH: Computer, Information System & Technology Management*, vol. 2, no. 1, hlm. 7, Apr 2019, doi: 10.25273/research.v2i1.3743.
- [18] Y. Mulyanto dan A. Wahyu, "Computer Network Optimization Using Queue Tree and Peer Connection Queue (PCQ) Method at SMK Negeri 1 Sumbawa for Learning Support," *Asian Journal of Research in Computer Science*, vol. 16, no. 3, hlm. 18–33, Jun 2023, doi: 10.9734/ajrcos/2023/v16i3342.
- [19] A. Makmur dan I. Jasman, "Optimalisasi Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Metode Queue Tree dan PCQ Pada Diskominfo Palopo," *Edutech: Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, 2023.
- [20] R. Hanipah dan H. Dhika, "Analisa Pencegahan Aktivitas Ilegal Didalam Jaringan Dengan Wireshark," *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, vol. 4, no. 1, hlm. 11, Agu 2020, doi: 10.25273/doubleclick.v4i1.5668.