

Optimasi Kinerja Internet Dengan Implementasi Metode *Peer Connection Queue* (PCQ) Untuk Manajemen *Bandwidth* di Yayasan Bina Darma

Fito Munda Tangkelangi^{1*}

^{1*} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Kota Salatiga, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

article info

Article history:

Received 24 February 2024

Received in revised form

12 March 2024

Accepted 20 July 2024

Available online October 2024.

DOI:

<https://doi.org/10.35870/jti.k.v8i4.2302>.

Keywords:

Peer Connection Queue (PCQ); Quality of Service (QoS); Simple Queue; Winbox; Wireshark; Mikrotik; Unifi; Bandwidth; Virtual Local Area Network (VLAN).

Kata Kunci:

Peer Connection Queue (PCQ); Quality of Service (QoS); Simple Queue; Winbox; Wireshark; Mikrotik, Unifi, Bandwidth; Virtual Local Area Network (VLAN).

abstract

This research aims to improve the efficiency of internet network performance at Bina Darma Foundation, which is experiencing request time out constraints due to non-optimal bandwidth usage, because there is no proper bandwidth management mechanism. The focus of the research is the application of the Peer Connection Queue (PCQ) method for automatic bandwidth distribution to all clients, combined with Simple Queue to provide max-limit and limit_at on each interface. Network performance evaluation is carried out before and after the application of the method, by paying attention to QoS parameters (throughput, delay, jitter, packet loss) and download/upload speed. From both combinations of methods, the results of this study show the success of the method in significantly improving network quality. Although there were changes in the QoS parameter values on some interfaces due to bandwidth limitation, the network quality category did not change. In fact, there was an improvement from "Good" to "Excellent" category in some cases. Although there were variations in download and upload speeds due to bandwidth allocation, the overall network quality remained "Excellent" based on the QoS parameters.

abstract

Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi kinerja jaringan internet di Yayasan Bina Darma, yang mengalami kendala request time out akibat penggunaan bandwidth yang tidak optimal, karena belum ada mekanisme manajemen bandwidth yang tepat. Fokus penelitian adalah penerapan metode Peer Connection Queue (PCQ) untuk pembagian bandwidth secara otomatis ke semua client, yang dikombinasikan dengan Simple Queue untuk memberi max-limit dan limit_at pada tiap interface. Evaluasi kinerja jaringan dilakukan sebelum dan setelah penerapan metode, dengan memperhatikan parameter QoS (throughput, delay, jitter, packet loss) serta kecepatan download/upload. Dari kedua kombinasi metode, hasil penelitian ini menunjukkan keberhasilan metode dalam meningkatkan kualitas jaringan secara signifikan. Meskipun terjadi perubahan dalam nilai parameter QoS pada beberapa interface akibat pembatasan bandwidth, kategori kualitas jaringan tidak berubah. Bahkan, ada peningkatan dari kategori "Bagus" menjadi "Sangat Bagus" dalam beberapa kasus. Meskipun ada variasi dalam kecepatan download dan upload karena alokasi bandwidth, kualitas jaringan secara keseluruhan tetap "Sangat Baik" berdasarkan parameter QoS.

Corresponding Author. Email: fitotangkelangi5@gmail.com^{1}.

© E-ISSN: 2580-1643.

Copyright © 2024 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



ACM Computing Classification System (CCS)

EBSCOhost

Communication and Mass Media Complete (CMMC)

1. Latar Belakang

Internet telah menjadi suatu komponen krusial yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia pada era modern ini. Tidak dapat dipungkiri bahwa internet meresap dalam segala aspek, mulai dari pendidikan, pekerjaan, keuangan, ekonomi, kesehatan, komunikasi, hingga hiburan [1]. Kehadiran internet telah menjadi landasan utama bagi banyak lembaga dan instansi, menjadi penopang sistem mereka dalam menjalankan berbagai aktivitas dan operasional sehari-hari. Yayasan Bina Darma di Kota Salatiga, sebagai lembaga pembinaan dan pengembangan generasi muda kristen Indonesia, adalah salah satu lembaga yang menggunakan layanan internet. Penggunaan internet tidak terlepas dari adanya penggunaan *bandwidth*. *Bandwidth* merupakan parameter yang mengukur kapasitas maksimal suatu saluran komunikasi untuk mengirimkan data dari satu lokasi ke lokasi lain selama rentang waktu tertentu, dalam satuan bit per detik (bps) sampai gigabit per detik (Gbps). Namun, penggunaan *bandwidth* tidak selalu optimal karena ada satu atau lebih *client* yang menggunakan sebagian besar kapasitas untuk *download* atau mengakses aplikasi yang memerlukan banyak *bandwidth*. Kualitas *bandwidth* yang baik sangat penting untuk kenyamanan pengguna dalam menggunakan jaringan.

Yayasan Bina Darma sendiri memiliki kuota *bandwidth* yang cukup yaitu 30 Mbps, namun masih mengalami masalah *request time out* (RTO) ketika banyak *client* yang berbagi *bandwidth* dengan kecepatan internet yang bervariasi atau tidak merata. Hal ini dikarenakan belum adanya mekanisme manajemen *bandwidth* yang tepat, akibatnya akses internet sulit untuk beberapa *client*. Oleh karena itu, perlu dilakukan manajemen *bandwidth* untuk dapat mengoptimalkan kinerja jaringan internet yang tersedia. Manajemen *bandwidth* merupakan proses mengelola, mengatur dan mengontrol pertukaran informasi dalam suatu jaringan komputer dengan tujuan memastikan performa jaringan yang optimal dan efisien [2][3]. Manajemen *bandwidth* memiliki signifikansi besar dalam mengoptimalkan efisiensi alokasi sumber daya *bandwidth*, dengan demikian peningkatan kuota atau kapasitas *bandwidth* tidak diperlukan untuk mencapai kualitas jaringan internet yang optimal [4]. Ini juga membantu mengurangi serta mencegah terjadinya latensi, memastikan kapasitas jaringan tetap dalam

batas maksimumnya, memberikan prioritas pada jenis lalu lintas yang kritis, dan meningkatkan tingkat keamanan jaringan. Sehingga dengan menerapkan manajemen *bandwidth* yang efektif dapat memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik.

Dalam manajemen *bandwidth*, terdapat berbagai metode yang dapat diterapkan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dari Yayasan Bina Darma adalah metode *Peer Connection Queue* (PCQ). Metode PCQ bekerja secara otomatis untuk membagi *bandwidth* secara adil dan merata di antara semua *client* yang aktif [5]. Menerapkan manajemen *bandwidth* menjadi lebih sulit ketika jumlah *client* sulit dihitung. Oleh sebab itu, metode *Peer Connection Queue* (PCQ) merupakan suatu teknik antrian dalam manajemen *bandwidth* pada jaringan yang sangat efektif ketika menghadapi banyak *client* yang sulit diprediksi dan lebih mudah diimplementasikan [6][7]. Metode PCQ pada dasarnya dapat berjalan sendiri tanpa perlu dikombinasikan dengan metode lain. Namun untuk melakukan pembatasan *bandwidth* yang lebih khusus, pengguna seringkali mengintegrasikan PCQ dengan *Simple Queue* atau *Queue Tree*. *Simple Queue* biasanya digunakan untuk memberikan kontrol *bandwidth* yang spesifik untuk setiap target (IP Address, Network, atau Interface) dan lebih mudah diimplementasikan karena tidak perlu memisahkan paket dari menu *mangle* [8][9]. Di sisi lain, *Queue Tree* sering digunakan untuk menangani tugas antrian yang lebih kompleks dan perlu membuat *mangle* untuk memisahkan paket, memungkinkan pengelompokan dan pemberian kontrol *bandwidth* berdasarkan aturan atau struktur tertentu [4][10].

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan diatas, penelitian ini akan membahas tahapan implementasi Metode PCQ yang dikombinasikan dengan *Simple Queue* untuk meningkatkan efisiensi kinerja jaringan internet di Yayasan Bina Darma. Penelitian ini juga akan melakukan perbandingan hasil sebelum dan setelah penerapan Metode PCQ dan *Simple Queue* untuk mengevaluasi dampaknya terhadap kinerja jaringan, dengan menggunakan parameter QoS (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) serta kecepatan *download/upload*. Dengan demikian, diharapkan penggunaan jaringan menjadi lebih efisien melalui pembagian *bandwidth* yang adil dan merata, serta menghindari masalah RTO.

2. Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data, ada beberapa metode yang digunakan, antara lain.

1) Observasi

Observasi dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi terkait permasalahan yang akan dijelaskan. Seperti topologi jaringan, perangkat yang digunakan dalam jaringan, kualitas jaringan, kapasitas *bandwidth*, dan aspek lainnya di Yayasan Bina Darma.

2) Wawancara

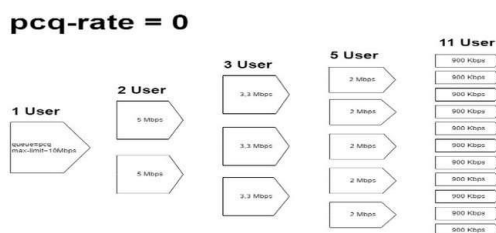
Wawancara dilakukan dengan bertanya secara langsung kepada pihak yang mengelola dan memelihara jaringan di Yayasan Bina Darma untuk mendapat data dan informasi yang diperlukan.

3) Studi Pustaka (Literatur)

Studi pustka dilakukan dengan mengumpulkan data serta informasi terkait dengan penelitian dari buku, jurnal, situs web, serta media lainnya yang mendukung penelitian ini.

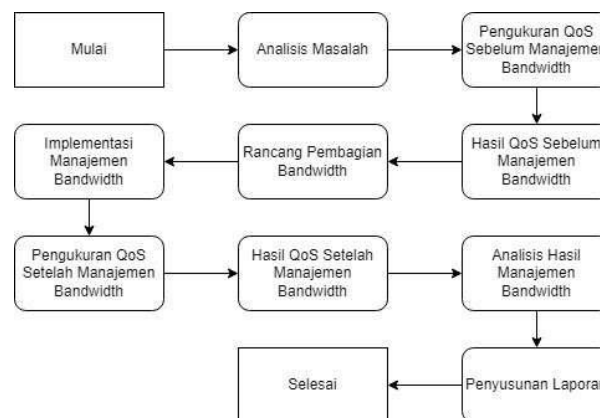
Metode Manajemen Bandwidth

Metode yang digunakan untuk manajemen *bandwidth* di Yayasan Bina Darma yaitu *Peer Connection Queue* (PCQ) yang dikombinasikan dengan *Simple Queue*. PCQ adalah metode manajemen *bandwidth* yang secara otomatis membagi *bandwidth* secara adil dan merata kepada *client* dalam jaringan besar dan dinamis, tanpa perlu konfigurasi manual. Sedangkan, *Simple Queue* digunakan untuk memberi limit maximum dan minimum untuk tiap *interface*. Gambar 1 merupakan ilustrasi cara kerja metode PCQ dan *Simple Queue*.



Gambar 1. Ilustrasi Cara Kerja PCQ dan *Simple Queue*

Gambar 2 berikut adalah alur yang akan digunakan dalam melakukan optimalisasi jaringan internet dengan menggunakan metode manajemen *bandwidth* *Peer Connection Queue* (PCQ) dan *Simple Queue*.



Gambar 2. Alur Manajemen *Bandwidth*

Berdasarkan hasil pengamatan, wawancara, dan tinjauan literatur di Yayasan Bina Darma, peneliti melakukan analisis masalah. selanjutnya mengevaluasi kualitas jaringan sebelum penerapan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan parameter QoS, yaitu:

1) Throughput

Throughput adalah efektifitas kecepatan transfer data. Semakin besar nilai *throughput* (bit/s), maka semakin baik kategori kualitasnya. Agar lebih jelas perhatikan tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kategori *Throughput*

Indeks	Throughput	Kategori
4	>2,1 Mbps	Sangat Bagus
3	1200 Kbps – 2,1 Mbps	Bagus
2	700 – 1200 Kbps	Sedang
1	338 – 700 Kbps	Jelek
0	0 – 338 Kbps	Sangat Jelek

Persamaan 1 berikut digunakan untuk menghitung nilai *Throughput*.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket terkirim}}{\text{Waktu ditransmisikan}} \quad (1)$$

2) Delay

Delay merujuk pada waktu yang diperlukan bagi data untuk melakukan perjalanan dari sumber pengirim ke titik tujuan. Faktor-faktor yang mempengaruhi delay meliputi jarak antara sumber dan tujuan, jenis media fisik yang digunakan, tingkat kemacetan atau kongesti di jaringan, serta waktu pemrosesan yang dibutuhkan di setiap titik perantara. Semakin kecil nilai delay yang diukur dalam milidetik (ms), maka semakin baik kategori kualitas jaringan tersebut. *Delay* yang rendah

menunjukkan efisiensi tinggi dalam pengiriman data, yang sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan respons cepat seperti panggilan video dan permainan daring. Penjelasan lebih rinci dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kategori *Delay*

Indeks	<i>Delay</i> (ms)	Kategori
4	<150 ms	Sangat Bagus
3	150 – 300 ms	Bagus
2	300 – 450 ms	Sedang
1	>450 ms	Jelek

Persamaan 2 berikut digunakan untuk menghitung nilai rata-rata *Delay*.

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ Diterima} \quad (2)$$

3) *Jitter*

Jitter adalah perubahan waktu tunda yang disebabkan oleh perbedaan panjang antrian selama pemrosesan data. Semakin kecil nilai *jitter* (ms), maka semakin baik kategori kualitas jaringan. Untuk jelasnya, perhatikan tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kategori *Jitter*

Indeks	<i>Jitter</i> (ms)	Kategori
4	0 ms	Sangat Bagus
3	0 – 75 ms	Bagus
2	75 – 125 ms	Sedang
1	125 – 255 ms	Jelek

Persamaan 3 berikut digunakan untuk menghitung nilai *Jitter*.

$$Jitter = \frac{Delay - (Rata-rata\ Delay)}{Total\ Paket\ Diterima} \quad (3)$$

4) *Packet Loss*

Packet Loss adalah jumlah paket data yang tidak berhasil mencapai tujuannya setelah dikirimkan. Semakin kecil persentase *packet loss*, semakin baik kualitas jaringan tersebut. *Packet loss* yang rendah menunjukkan efisiensi dan keandalan yang tinggi dalam transmisi data, yang sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan transfer data kontinu dan *real-time*. Untuk lebih jelasnya, lihat tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kategori *Packet Loss*

Indeks	<i>Packet Loss</i> (%)	Kategori
4	0 – 2 %	Sangat Bagus
3	3 – 14 %	Bagus
2	15 – 24 %	Sedang
1	>25 %	Jelek

Persamaan 4 berikut digunakan untuk menghitung nilai *Packet Loss*.

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ dikirim - Paket\ diterima}{Paket\ dikirim} \times 100 \quad (4)$$

Hasil pengukuran QoS sebelum implementasi disimpan untuk dijadikan dasar analisis selanjutnya. Setelah mengidentifikasi masalah, peneliti merancang alokasi pembagian *bandwidth* sesuai kebutuhan organisasi. Implementasi perancangan manajemen *bandwidth* menggunakan kombinasi metode PCQ dan *Simple Queue*. Pasca-implementasi, peneliti melakukan pengukuran ulang terhadap kualitas jaringan dengan menggunakan parameter QoS yang sama (*Throughput*, *Jitter*, *Delay*, dan *Packet Loss*). Hasil pengukuran tersebut kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan data sebelum penerapan manajemen *bandwidth*. Seluruh informasi ini kemudian disusun dalam sebuah laporan.

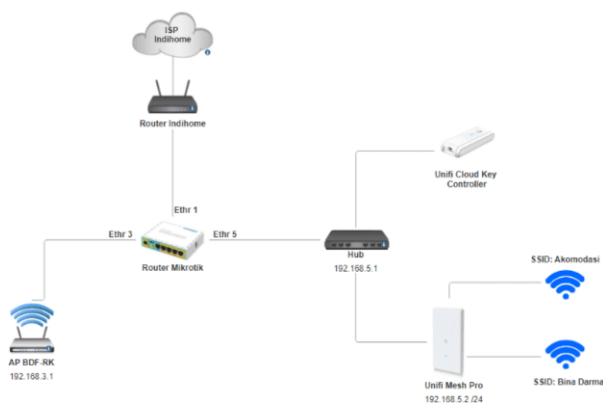
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini mencakup implementasi metode PCQ untuk mengatur *bandwidth sharing* secara otomatis, yang dikombinasikan dengan metode *Simple Queue* untuk menetapkan batasan *bandwidth* minimum dan maximum pada setiap *interface* di Yayasan Bina Darma. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan, menjadikannya lebih optimal dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Manajemen *bandwidth* diimplementasikan melalui aplikasi Winbox, sementara evaluasi kualitas jaringan dilakukan dengan menggunakan Wireshark untuk memonitor parameter QoS seperti *throughput*, *jitter*, *delay*, dan *packet loss*. Selain itu, untuk mengukur kecepatan *Download/Upload*, digunakan *SpeedTest* by *Okla* (<https://www.speedtest.net/id>). Pada Penelitian ini, akan dilakukan 5x percobaan kecepatan *Download/Upload* untuk tiap *interface*, *capture* data tiap *interface* dengan wireshark selama 10 menit, hal ini dilakukan sebelum

dan sesudah implementasi manajemen *bandwidth* dengan PCQ dan *Simple Queue*.

Analisis Masalah

Total *bandwidth* yang dimiliki Yayasan sebesar 30 Mbps, yang dianggap memadai, namun masih mengalami beberapa kendala, karena belum dilakukan manajemen *bandwidth*. Selain itu, topologi jaringan di Yayasan Bina Darma tidak hanya melibatkan perangkat Mikrotik untuk mengendalikan jaringan, tetapi juga Unifi Cloud Key sebagai perangkat tambahan. Unifi Cloud Key digunakan untuk mengelola jaringan pada perangkat AP Mesh Pro, yang berfungsi sebagai *access point* untuk menyebarkan *hotspot*. Dengan Unifi Cloud Key, pengguna dapat membuat beberapa SSID yang dipancarkan dari satu perangkat, yaitu Mesh Pro. Tetapi pada SSID tersebut belum diterapkan manajemen *bandwidth*. Gambar 3 merupakan gambaran Topologi Yayasan Bina Darma.



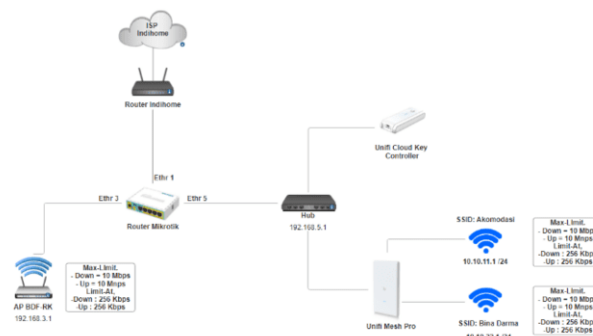
Gambar 3. Topologi Jaringan Yayasan Bina Darma

Berdasarkan gambar 3 diatas, dapat disimpulkan bahwa dalam topologi jaringan Yayasan Bina Darma, konfigurasi jaringan memerlukan dua tahap yang berbeda. Pertama, konfigurasi dilakukan pada perangkat Mikrotik untuk mengatur AP BDF-RK. Kedua, konfigurasi tambahan diperlukan pada Unifi Cloud Key untuk mengelola pengaturan SSID yang dipancarkan melalui perangkat AP Mesh Pro.

Rancang Manajemen Bandwidth

Mengacu pada analisis masalah yang telah dilakukan, disusun alokasi *bandwidth* pada setiap *interface* menggunakan perangkat Mikrotik sebagai pengontrol utama. Dengan pendekatan ini, pengaturan *bandwidth* untuk BDF-RK, Akomodasi, dan Bina Darma dapat diatur secara sentral melalui

perangkat Mikrotik. Dari total *bandwidth* 30Mbps, dirancang skema pembagian yang mencakup batas maximum (*max_limit*) *download* dan *upload* sebesar 10Mbps untuk setiap *interface*, sementara batas minimum (*limit_at*) *download* dan *upload* diatur sebesar 256Kbps. Gambar 4 merepresentasikan rencana alokasi *bandwidth* untuk setiap *interface*.

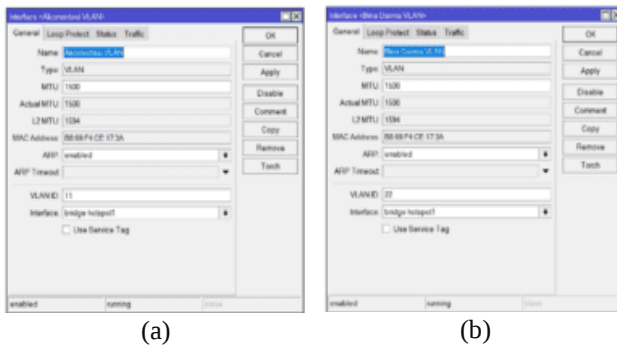


Gambar 4. Topologi Rancangan Alokasi Pembagian *Bandwidth*

Sesuai dengan Gambar 4 perancangan yang telah dibuat, modifikasi dilakukan terhadap konfigurasi jaringan pada AP Mesh Pro, khususnya terkait kedua SSID yang sebelumnya (Akomodasi dan Bina Darma) memperoleh rentang IP *Address* secara otomatis melalui layanan DHCP dengan rentang 192.168.5.2 – 192.168.5.254 yang diatur melalui Unifi Cloud Key. Pada tahap ini, SSID tersebut dimodifikasi untuk dikontrol secara langsung oleh perangkat Mikrotik dengan penerapan *Virtual Local Area Network* (VLAN) untuk membuat koneksi Mikrotik dan Unifi. Fungsi utama Unifi saat ini terbatas pada pembuatan SSID dan *password*, sementara konfigurasi IP *Address* dan manajemen *bandwidth* dilakukan secara terpusat pada perangkat Mikrotik. Selain itu, *interface* BDF-RK juga dikonfigurasi pada perangkat Mikrotik.

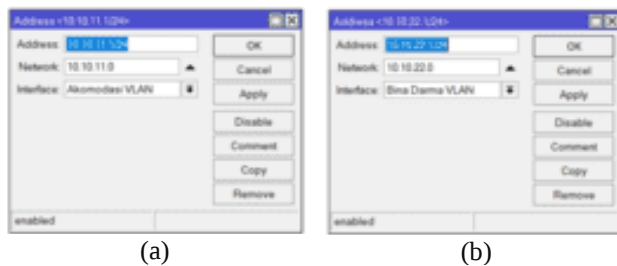
Implementasi Manajemen Bandwidth

Sebelum menerapkan manajemen *bandwidth* di Mikrotik, langkah pertama adalah membuat *interface*, IP *address*, dan DHCP *Server* untuk setiap *interface*, kecuali untuk *interface* BDF-RK yang tidak mengalami perubahan. Langkah ini khusus berlaku untuk *interface* Akomodasi dan Bina Darma. Proses ini penting untuk memastikan setiap *interface* memiliki konfigurasi yang tepat sehingga manajemen bandwidth dapat berjalan dengan optimal. Selain itu, konfigurasi ini juga membantu dalam pengaturan jaringan yang lebih efisien dan terstruktur.



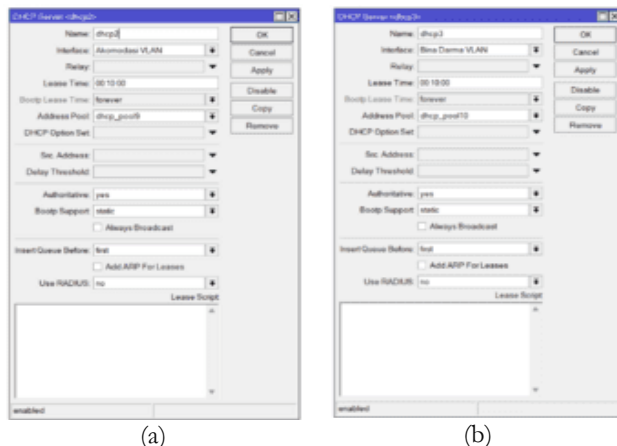
Gambar 5. (a) Buat *Interface* Akomodasi dan (b) Bina Dharma

Pada gambar 5 diatas, kita buat *interface* dengan nama yang sedikit berbeda dari sebelumnya untuk menandai bahwa *interface* ini menggunakan *Type* "VLAN". Setelah itu atur VLAN ID sesuai kebutuhan, VLAN ID ini digunakan untuk menghubungkan *interface* Akomodasi_VLAN dan Bina Dharma_VLAN dari mikrotik ke *network* di Unifi.



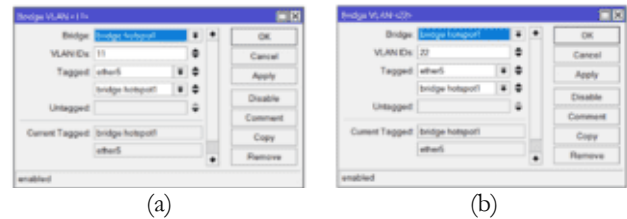
Gambar 6. (a) *Setting IP Address* untuk *Interface* Akomodasi_VLAN dan (b) Bina Dharma_VLAN

Kemudian atur *IP Address* untuk kedua *interface* sesuai dengan yang sudah dirancang. Sesuaikan *IP Address* dengan *interface* tujuan seperti yang tergambar pada gambar 6 diatas.



Gambar 7. (a) Buat *DHCP Server* untuk *Interface* Akomodasi_VLAN dan (b) Bina Dharma_VLAN

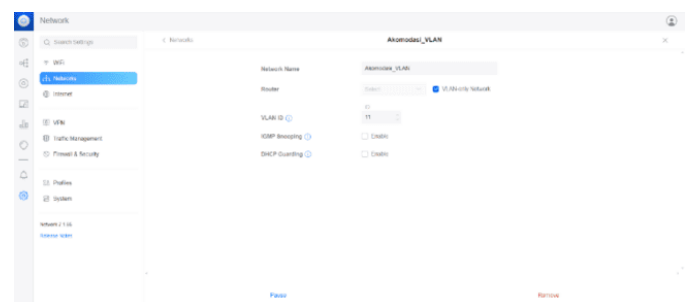
Berikutnya, konfigurasi *IP Address* secara otomatis melalui *DHCP Server* untuk *interface* Akomodasi_VLAN dan Bina Dharma_VLAN. Lihat Gambar 7 diatas untuk panduan konfigurasi. Setelah berhasil, buat *Bridge* VLAN untuk menghubungkan Mikrotik dan Unifi.



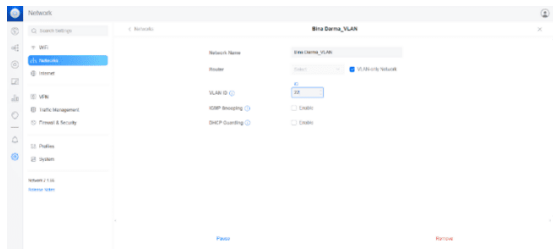
Gambar 8. (a) Buat *Bridge* VLAN untuk *Interface* Akomodasi_VLAN dan (b) Bina Dharma_VLAN

Berdasarkan gambar 8 diatas, atur *Bridge* sesuai kebutuhan. Selanjutnya, atur VLAN IDs untuk kedua *interface* sesuai dengan konfigurasi saat membuat *interface*, dan *Tagged*. *Tagged* yang digunakan, yaitu "bridge hotspot1" dan "ether5". Kedua *Tagged* ini mendukung VLAN IDs 11 dan 22, juga memastikan bahwa paket dari VLAN IDs 11 dan 22 tetap terpisah dan dapat diidentifikasi di kedua *tagged* tersebut. Ini berguna untuk mengelola dan mengatur lalu lintas secara terpisah antara berbagai kelompok atau fungsi di dalam jaringan, khususnya pada ether5 yang terhubung ke AP Mesh Pro yang memancarkan *hotspot* untuk VLAN ID 11 (Akomodasi_VLAN) dan 22 (Bina Dharma_VLAN).

Setelah mengonfigurasi kedua *interface* tersebut, buka *dashboard* Unifi Controller dan buat *Network* untuk keduanya. Pilih "VLAN-Only Network" pada *router*, sesuaikan VLAN ID dengan *interface* yang telah dibuat (11 untuk Akomodasi_VLAN dan 22 untuk Bina Dharma_VLAN), seperti yang terlihat pada gambar 9 dan 10.

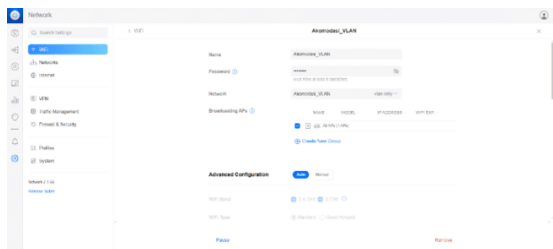


Gambar 9. *Network* untuk *Interface* Akomodasi_VLAN

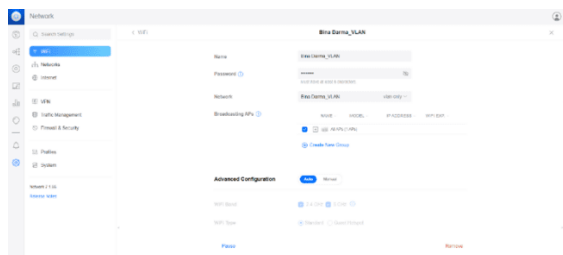


Gambar 10. *Network* untuk *Interface* Akomodasi VLAN

Setelah membuat *Network* untuk kedua *interface*, langkah berikutnya adalah membuat *SSID* dan *password* untuk masing-masing *interface* tersebut. Pastikan konfigurasi *Network* sesuai kebutuhan, dengan *VLAN ID* yang sesuai *interface* tujuan. Agar lebih jelas perhatikan gambar 11 dan 12 berikut.

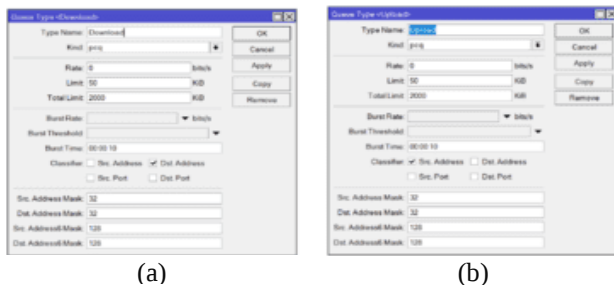


Gambar 11. *SSID* dan *Password* untuk *Interface* Akomodasi VLAN



Gambar 12. *SSID* dan *Password* untuk *Interface* Bina Dharma VLAN

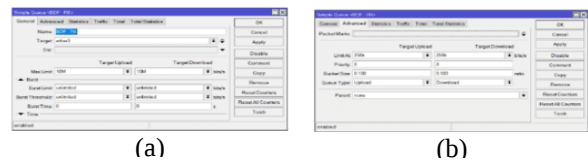
Setelah selesai, langkah berikutnya adalah menerapkan manajemen *bandwidth* menggunakan kombinasi *PCQ* dan *Simple Queue*.



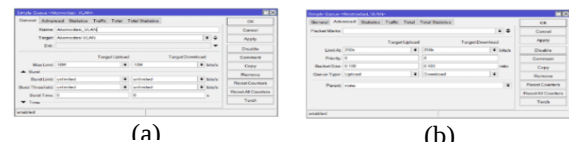
Gambar 13. (a) Konfigurasi *PCQ* *Download* dan (b) *Upload*

Berdasarkan gambar 13 diatas. Langkah awal dalam menerapkan manajemen *bandwidth* adalah membuat *queue type* yang berfungsi untuk menandai paket *download* dan *upload*. Metode yang digunakan adalah *PCQ* untuk itu perlu mengatur "Kind: pcq" dan nilai *Rate* (disesuaikan dengan kebutuhan) untuk kedua arah, baik *download* maupun *upload*. Juga *Classifier*-nya, untuk *download* yaitu "Dst. Address" dan *upload* yaitu "Src. Address".

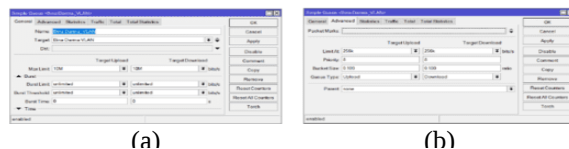
Langkah selanjutnya adalah menerapkan metode *Simple Queue*. Tujuan utamanya adalah untuk menetapkan batas maksimum (*max_limit*) dan minimum (*limit_at*) pada setiap *interface*, yaitu BDF-RK, Akomodasi_VLAN, dan Bina Dharma_VLAN. Sesuai dengan perencanaan sebelumnya, setiap *interface* mendapat *max_limit* sebesar 10Mbps dan *limit_at* sebesar 256Kbps, baik untuk *download* maupun *upload*. Serta, mengonfigurasi *queue type* untuk *download* dan *upload* pada setiap *interface*, sesuai dengan antrian yang telah dibuat menggunakan metode *PCQ* sebelumnya. Agar lebih jelas, perhatikan gambar 14 sampai 16 berikut.



Gambar 14. *Queue Interface* BDF-RK



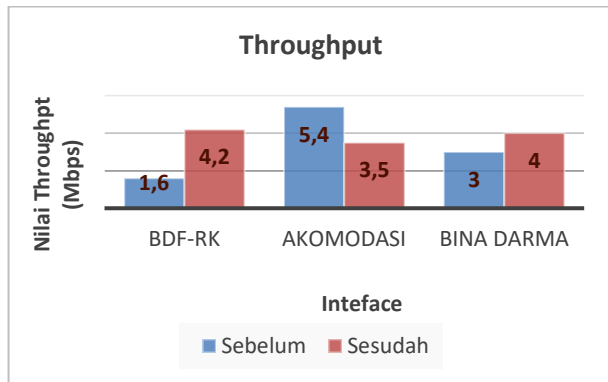
Gambar 15. *Queue Interface* Akomodasi_VLAN



Gambar 16. *Queue Interface* Bina Dharma_VLAN

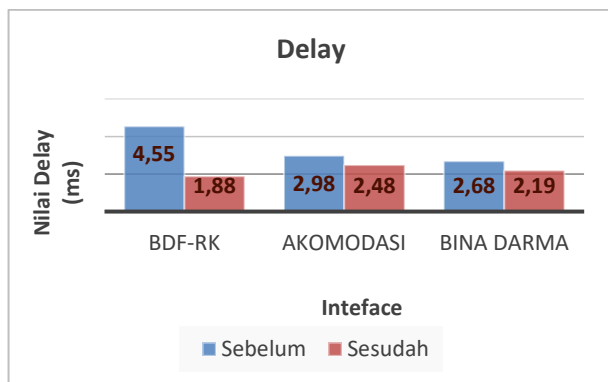
Analisis Hasil Manajemen Bandwidth

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan sebelum dan setelah implementasi manajemen *bandwidth*, dapat dilihat perbandingan parameter *QoS* pada gambar 17 hingga 20 berikut. Analisis ini menunjukkan bagaimana perubahan dalam manajemen *bandwidth* mempengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan, termasuk peningkatan efisiensi dan stabilitas jaringan.

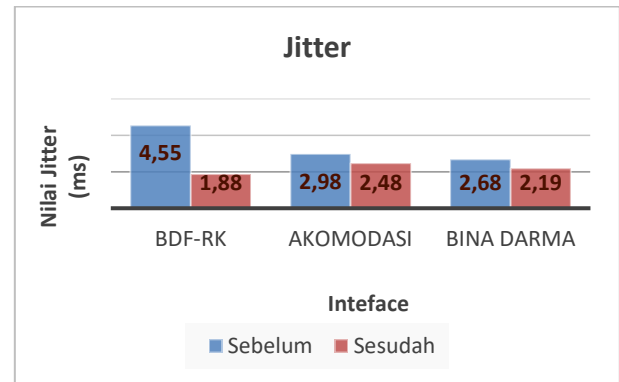


Gambar 17. Grafik Perbandingan Nilai *Throughput* Sebelum dan Sesudah Manajemen *Bandwidth*

Gambar 17 menunjukkan adanya peningkatan *throughput* setelah implementasi manajemen *bandwidth*. Terlihat bahwa ada kenaikan nilai yang awalnya 1,6 Mbps (Bagus), namun setelah implementasi, *throughput*-nya meningkat menjadi 4,2 Mbps dengan kategori “Sangat Bagus”. Begitu juga dengan Bina Darma, yang awalnya memiliki *throughput* 3 Mbps dan setelah implementasi meningkat menjadi 4 Mbps dengan kategori Sangat Baik yang tetap sama. Namun, perlu dicatat bahwa terdapat penurunan *throughput* pada *interface* akomodasi karena telah diberlakukan batasan maksimum untuk setiap *interface*. Sebelumnya, akomodasi memiliki *throughput* tertinggi 5,4 Mbps dengan kategori “Sangat Bagus”, tetapi setelah implementasi, nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan kedua *interface* yang ada, yaitu sebesar 3,5 Mbps dengan kategori yang tetap yaitu “Sangat Bagus”.

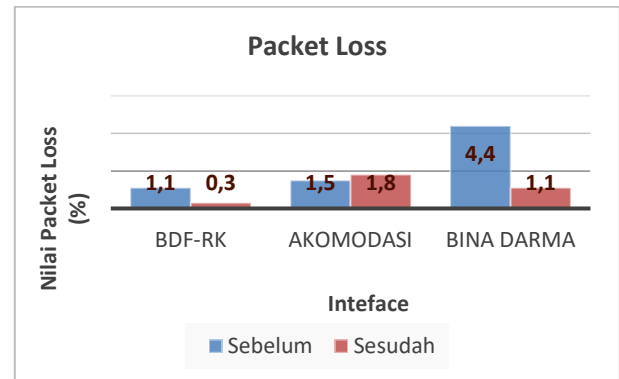


Gambar 18. Grafik Perbandingan Nilai *Delay* Sebelum dan Sesudah Manajemen *Bandwidth*



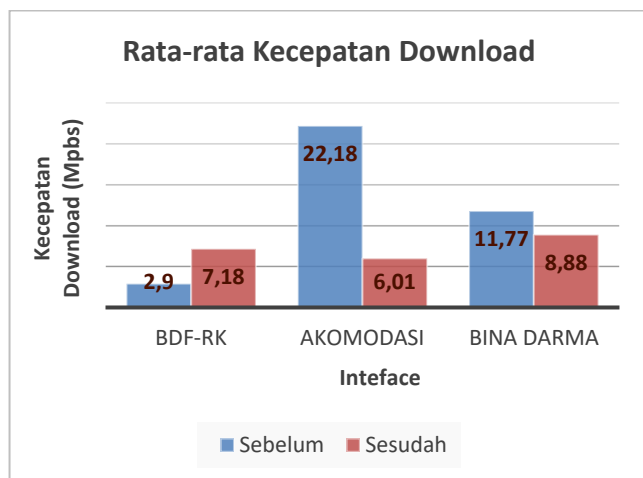
Gambar 19. Grafik Perbandingan Nilai *Jitter* Sebelum dan Sesudah Manajemen *Bandwidth*

Gambar 18 dan 19 menunjukkan peningkatan kinerja jaringan dengan penurunan nilai *delay* dan *jitter* pada setiap *interface*. Meskipun masih berada dalam kategori yang sama, yaitu *delay* yang tetap Sangat Bagus dan *jitter* yang tetap Bagus. Dimana *interface* BDF-RK mengalami penurunan *delay* dan *jitter* dari 4,55 ms menjadi 1,88 ms setelah implementasi. Akomodasi juga mengalami penurunan dari 2,98 ms menjadi 2,48 ms, dan Bina Darma dari 2,68 ms menjadi 2,19 ms.



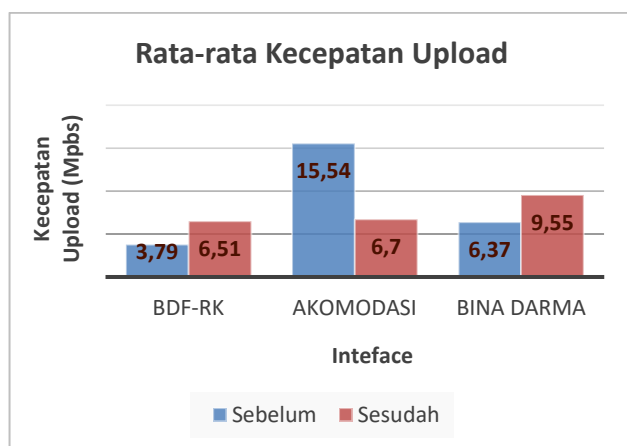
Gambar 20. Grafik Perbandingan Nilai *Packet Loss* Sebelum dan Sesudah Manajemen *Bandwidth*

Gambar 20 menunjukan bahwa adanya peningkatan kategori kualitas jaringan yang ditandai dengan turunnya nilai *packet loss* dari sebelumnya. Dapat dilihat bahwa terjadi penurunan dari 1,1% menjadi 0,3% masih dalam kategori “Sangat Bagus” bagi BDF-RK, dan 4,4% (Bagus) menjadi 1,1% dengan kategori “Sangat Bagus” bagi Bina Darma. Namun, terdapat sedikit kenaikan nilai pada Akomodasi, karena pembatasan *bandwidth* yang diterapkan. Meskipun nilainya meningkat, tetapi masih dikategorikan “Sangat Baik”.



Gambar 21. Grafik Perbandingan Rata-rata Kecepatan *Download* Sebelum dan Sesudah Manajemen *Bandwidth*

Gambar 21 menunjukkan perubahan dalam kecepatan *download* setelah menerapkan manajemen *bandwidth* dengan batasan *download* 10 Mbps. Pada *interface* BDF-RK, terdapat peningkatan signifikan dari 2,9 Mbps menjadi 7,18 Mbps. Hasil ini menunjukkan bahwa pembatasan *bandwidth* yang diterapkan telah berhasil meningkatkan kecepatan *download* pada *interface* tersebut. Sementara itu, pada *interface* Akomodasi dan Bina Darma mengalami penurunan kecepatan dari 22,18 Mbps menjadi 6,01 Mbps dan 11,77 Mbps menjadi 8,88 Mbps. Meskipun terjadi penurunan, hal ini sesuai dengan skema pembagian *bandwidth* yang diterapkan. Perubahan ini dapat diartikan sebagai hasil dari efektivitas manajemen *bandwidth* dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan.



Gambar 22. Grafik Perbandingan Rata-rata Kecepatan *Upload* Sebelum dan Sesudah Manajemen *Bandwidth*

Gambar 22 menunjukkan perbandingan hasil setelah diterapkan manajemen *bandwidth* dengan batasan *upload* 10 Mbps. Pada *interface* BDF-RK dan Bina Darma mengalami peningkatan kecepatan *upload* dari 3,79 Mbps menjadi 6,51 Mbps dan 6,37 Mbps menjadi 9,55 Mbps. Hal ini menandakan keberhasilan manajemen *bandwidth* dalam mengoptimalkan kecepatan *upload* pada kedua *interface* tersebut. Sementara itu, pada *interface* Akomodasi, kecepatan *upload* turun dari 15,54 Mbps dan menjadi 6,7 Mbps. Walaupun terjadi penurunan, hal ini sesuai dengan alokasi pembagian *bandwidth* yang diberikan.

Subhiyanto (2021) membahas implementasi metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan PCQ pada STMIK Antar Bangsa untuk manajemen *bandwidth*. Penelitian ini menunjukkan bagaimana kombinasi HTB dan PCQ dapat mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*. Sama seperti penelitian kami, metode PCQ digunakan untuk pembagian *bandwidth* yang adil dan merata [11]. Namun, Subhiyanto menggunakan kombinasi HTB dan PCQ, sementara penelitian ini hanya menggunakan kombinasi PCQ dan Simple Queue. HTB memiliki pendekatan hierarkis dalam pembagian *bandwidth*, berbeda dengan pendekatan sederhana dari *Simple Queue*. Penelitian Zaki dan Lukman (2021) menganalisis perbandingan QoS pada video streaming menggunakan metode PCQ dan HTB dengan router Mikrotik. Hasilnya menunjukkan bahwa kedua metode ini dapat meningkatkan QoS secara signifikan, tetapi PCQ lebih unggul dalam stabilitas jaringan. Penelitian kami juga menemukan bahwa PCQ efektif dalam meningkatkan QoS, terutama dalam parameter throughput dan packet loss [12]. Namun, fokus utama Zaki dan Lukman adalah pada aplikasi video streaming, sedangkan penelitian ini lebih umum dalam peningkatan kinerja jaringan keseluruhan.

Kusbandono dan Syafitri (2019) mendiskusikan penerapan QoS dengan metode PCQ untuk manajemen *bandwidth* pada WLAN di Politeknik Negeri Madiun. Mereka menemukan bahwa PCQ dapat meningkatkan efisiensi jaringan secara signifikan. Hasil penelitian juga menunjukkan peningkatan efisiensi jaringan dengan penggunaan PCQ [13]. Perbedaannya, penelitian Kusbandono dan Syafitri lebih fokus pada lingkungan WLAN, sedangkan penelitian ini mencakup keseluruhan topologi jaringan Yayasan Bina Darma.

Tambunan dan Lukman (2020) melakukan analisis perbandingan QoS pada performa bandwidth jaringan dengan metode HTB dan PCQ. Mereka menemukan bahwa HTB lebih baik dalam pengaturan prioritas lalu lintas jaringan, sementara PCQ unggul dalam pembagian bandwidth yang merata. Penelitian ini juga menunjukkan keunggulan PCQ dalam pembagian bandwidth yang adil dan merata [14]. Namun, Tambunan dan Lukman menggunakan HTB sebagai pembanding, sedangkan penelitian ini hanya fokus pada kombinasi PCQ dan Simple Queue. Penelitian oleh Arman *et al.* (2020) membahas implementasi metode PCQ pada QoS jaringan komputer di Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman. Hasilnya menunjukkan bahwa PCQ berhasil meningkatkan QoS jaringan komputer secara signifikan [15]. Penelitian kami juga menunjukkan peningkatan QoS dengan metode PCQ. Perbedaannya, fokus penelitian Arman *et al.* lebih spesifik pada lingkungan akademik, sementara penelitian ini diterapkan pada yayasan dengan topologi jaringan yang lebih kompleks.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan-temuan dalam literatur sebelumnya mengenai efektivitas metode PCQ dalam meningkatkan kinerja jaringan. Namun, penelitian ini juga menunjukkan bahwa kombinasi dengan *Simple Queue* dapat memberikan hasil yang signifikan dalam pengelolaan *bandwidth*, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya. Implementasi ini memberikan peningkatan nyata pada parameter QoS, termasuk throughput, delay, jitter, dan packet loss, yang menunjukkan bahwa metode ini sangat efektif untuk diterapkan pada jaringan dengan kondisi yang serupa.

4. Kesimpulan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dari manajemen *bandwidth* dengan menerapkan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) yang dikombinasikan dengan metode *Simple Queue* di Yayasan Bina Darma Salatiga, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode PCQ yang dikombinasikan dengan *Simple Queue* berhasil menghasilkan peningkatan yang signifikan pada kualitas jaringan, dengan alokasi *bandwidth* max-

limit 10 Mbps dan limit-at 256 Kbps untuk setiap arah *download* dan *upload* pada setiap *interface*.

- 2) Penelitian menunjukkan bahwa setelah implementasi, terjadi peningkatan dan penurunan nilai parameter QoS pada beberapa *interface* karena pembatasan *bandwidth*, namun yang menarik adalah bahwa perubahan tersebut tidak mengubah kategori kualitasnya. Bahkan, sebaliknya, yang sebelumnya dikategorikan sebagai "Bagus" justru mengalami peningkatan menjadi "Sangat Bagus".
- 3) Dari lima percobaan yang dilakukan, terdapat peningkatan serta penurunan nilai rata-rata kecepatan *download* dan *upload* pada beberapa *interface* akibat pembatasan *bandwidth*. Kecepatan pada beberapa *interface* disesuaikan dengan alokasi *bandwidth* yang telah dibagi. Meskipun demikian, hasil pengujian parameter QoS tetap menunjukkan bahwa kualitas jaringan masih dikategorikan sebagai "Sangat Baik".

Saran

Dari penelitian yang dilakukan, berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan:

- 1) Lakukan pengujian *Quality of Service* (QoS) pada berbagai waktu dengan variasi jumlah *client* untuk membandingkan kualitas jaringan dalam kondisi jaringan yang dinamis.
- 2) Lakukan pengujian kecepatan (*speed test*) pada berbagai perangkat atau sistem operasi dengan spesifikasi yang berbeda untuk mengevaluasi serta membandingkan kecepatan *download/upload*.
- 3) Menambahkan parameter lain untuk mengevaluasi kualitas jaringan.
- 4) Mengkombinasikan Metode PCQ dengan metode manajemen *bandwidth* lainnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] Indonesia, A. P. J. I. (2023). Survei Penetrasi & Perilaku Internet 2023.
- [2] Sidqi, T. O., & Nathasia, N. D. (2021). Implementasi Manajemen Bandwith Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) Pada Jaringan Mikrotik. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 6(1), 132-138.

- [3] Daru, A. F., Christanto, F. W., & Kurniawan, A. (2021). Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 407-412.
- [4] Dennis, A. P. (2023). Manajemen Bandwidth Dengan Metode Peer Connection Queue (PCQ) dan Simple Queue Di Perumahan PPH 2. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 96-99.
- [5] Kusbandono, H., & Syafitri, E. M. (2019). Penerapan quality of service (qos) dengan metode pcq untuk manajemen bandwidth internet pada wlan politeknik negeri madiun. *RESEARCH: Journal of Computer, Information System & Technology Management*, 2(1), 7-12. DOI: <https://doi.org/10.25273/research.v2i1.3743>.
- [6] Pamungkas, F. H. I., Satra, R., & Alwi, E. I. (2021). Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dan Hierarchical Token Bucket (HTB). *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam (BUSITI)*, 2(3), 187-196. DOI: <https://doi.org/10.33096/busiti.v2i3.888>.
- [7] Anwar, M. S. (2022). Analisis QoS (Quality of Service) Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Kombinasi Simple Queue dan PCQ (Per Connection Queue) pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara. *sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(2), 82-97. DOI: <https://doi.org/10.56211/sudo.v1i2.24>.
- [8] Syahputra, E. (2021). *Implementasi Hotspot Server Dan Manajemen Bandwidth Menggunakan PCQ Pada Mikrotik* (Doctoral dissertation, Prodi Teknik Informatika).
- [9] Situmorang, H. P., & Chandra, J. C. (2019). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue Pada SMK Budi Mulia Tangerang. *IDEALIS: InDonEsiA journal Information System*, 2(3), 202-208.
- [10] Sukri, J. (2017). Analisa Bandwidth Menggunakan Metode Antrian Per Connection Queue. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 2(2), 136-151.
- [11] Subhiyanto. (2021). Implementasi manajemen bandwidth dengan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dan Per Connection Queue (PCQ) pada STMIK Antar Bangsa. *Jurnal Teknik Informatika*. DOI: <https://dx.doi.org/10.51998/jti.v7i2.436>
- [12] Zaki, A., & Lukman, M. (2021). Analisis perbandingan Quality of Service (QoS) pada video streaming dengan metode PCQ dan HTB menggunakan router Mikrotik. *Respati*. DOI: <https://doi.org/10.35842/jtir.v16i3.415>
- [13] Kusbandono, H., & Syafitri, E. M. (2019). Penerapan Quality of Service (QoS) dengan metode PCQ untuk manajemen bandwidth internet pada WLAN Politeknik Negeri Madiun. *Research Computer Information System & Technology Management*. DOI: <http://doi.org/10.25273/research.v2i1.3743>
- [14] Tambunan, A., & Lukman, M. (2020). Analisis perbandingan Quality of Service (QoS) pada performa bandwidth jaringan dengan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dan Per Connection Queue (PCQ). *Respati*. DOI: <https://doi.org/10.35842/jtir.v15i3.362>
- [15] Arman, A., Siregar, T. A., Purwanto, E., & Elyana, K. (2020). Implementasi metode PCQ pada QoS jaringan komputer Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*.