

Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode PCQ (Per Connection Queue) dengan Quality of Service pada Wlan SMKN 1 Batujaya

Edwin Hadrianto¹, Arip Solehudin², Adhi Rizal³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

e-mail: edwin.hadrianto19179@student.unsika.ac.id¹

arip.solehudin@staff.unsika.ac.id² adhi.rizal@staff.unsika.ac.id³

Abstrak

Teknologi informasi, khususnya jaringan komputer, sangat penting bagi organisasi. Di SMKN 1 Batujaya, penggunaan WLAN menghadapi masalah downtime dan bandwidth tidak merata. Penerapan Quality of Service (QoS) dengan metode PCQ (Per Connection Queue) diusulkan untuk mengelola lalu lintas jaringan, mengurangi delay, dan meningkatkan kualitas serta efisiensi jaringan internet di sekolah. Metodologi yang digunakan ialah action research yang dimana metode ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu diagnosing, action taking, evaluating, dan learning. Untuk pengujian menggunakan parameter QoS yaitu throughput, packet loss, delay, dan jitter. Setelah melakukan penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ client mendapatkan bandwidth dengan merata, berdasarkan hasil analisis QoS pada parameter throughput dan packet loss yang sebelum manajemen bandwidth mendapatkan kategori “kurang” tapi setelah dilakukan manajemen bandwidth mendapatkan kategori “optimal” untuk throughput dan “sangat optimal” untuk packet loss. Pada penelitian ini pun membahas mulai dari diagnosing, action planning, action taking, evaluating, dan learning. Penelitian di SMKN 1 Batujaya menunjukkan bahwa penerapan Quality of Service (QoS) dengan metode PCQ untuk manajemen bandwidth berhasil mengoptimalkan penggunaan jaringan. Pengujian menggunakan Wireshark menunjukkan peningkatan signifikan dalam throughput dan packet loss, serta sedikit perbaikan dalam delay dan jitter, memastikan pengelolaan bandwidth yang lebih efisien.

Kata kunci: Jaringan Komputer, Per Connection Queue (PCQ), Quality of Service (QoS), Teknologi Informasi

Abstract

Information technology, particularly computer networks, is crucial for organizations. At SMKN 1 Batujaya, WLAN usage faces issues such as downtime and uneven bandwidth distribution. Implementing Quality of Service (QoS) with the Per Connection Queue (PCQ) method is proposed to manage network traffic, reduce delay, and enhance the quality and efficiency of the school's internet network. The methodology used is action research, which consists of several stages: diagnosing, action taking, evaluating, and

learning. QoS parameters for testing include throughput, packet loss, delay, and jitter. After implementing bandwidth management using the PCQ method, clients received bandwidth more evenly. Based on QoS analysis, throughput and packet loss, which were rated "poor" before bandwidth management, improved to "optimal" for throughput and "highly optimal" for packet loss after management. This study covers the phases of diagnosing, action planning, action taking, evaluating, and learning. Research at SMKN 1 Batujaya demonstrates that applying Quality of Service (QoS) with the PCQ method for bandwidth management successfully optimizes network usage. Testing with Wireshark showed significant improvements in throughput and packet loss, along with slight improvements in delay and jitter, ensuring more efficient bandwidth management.

Keywords : Computer network , Information Technology, Per Connection Queue (PCQ), Quality of Service (QoS)

PENDAHULUAN

Teknologi informasi merupakan kebutuhan penting bagi setiap organisasi dalam menjalankan bisnis dan kegiatan operasionalnya. Salah satu teknologi informasi yang umum digunakan adalah jaringan komputer. Jaringan komputer menjadi penting karena memungkinkan komunikasi dan pertukaran data yang efisien antara pengguna jaringan. Di era digital ini, jaringan komputer sudah menjadi kebutuhan utama di setiap lembaga atau organisasi, termasuk di sekolah.

Pesatnya perkembangan teknologi di dunia membuat semakin mudah dan cepat untuk mendapatkan informasi di seluruh dunia. Hal ini menyebabkan peningkatan jumlah pengguna komputer dan internet. Baik dalam dunia akademik maupun di perusahaan dan bahkan di rumah orang yang membutuhkan internet. Jumlah pengguna yang menggunakan Internet semakin meningkat, dan infrastruktur jaringan perlu ditingkatkan agar pengguna tidak merasa jumlah pengguna yang menggunakan internet semakin meningkat, dan infrastruktur jaringan harus diperbaiki agar pengguna tidak kecewa dengan penurunan kinerja jaringan (Aditya Nurcahyo & Prihanto, 2021).

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat, jaringan lokal nirkabel (Wireless Local Area Network/WLAN) menjadi infrastruktur yang sangat penting dalam menghubungkan perangkat-perangkat elektronik di suatu institusi atau organisasi. Salah satu institusi yang menggunakan jaringan WLAN adalah SMKN 1 Batujaya. SMKN 1 Batujaya merupakan sebuah sekolah menengah kejuruan yang memiliki beberapa jurusan seperti jurusan teknik informatika, teknik otomotif, dan teknik listrik.

Dalam penggunaan jaringan WLAN di SMKN 1 Batujaya, terdapat beberapa kendala yang sering dialami seperti sering terjadinya downtime, serta adanya penggunaan bandwidth yang tidak merata, oleh karena itu banyak siswa yang mengeluhkan internet yang tidak stabil saat dipakai apalagi ketika mereka sedang ujian jadi ada beberapa siswa yang terpaksa memakai data internet sendiri. Itu disebabkan karena belum optimalnya pembagian bandwidth pada internet di SMKN 1 Batujaya.

Berikut hasil pengujian QoS sebelum melakukan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ pada tabel 1.

Tabel 1 Pengujian QoS Sebelum Manajemen Bandwidth

No	Parameter	Besar parameter	Kategori
1	Troughput	682 Kbps	Kurang
2	Packet loss	41,5 %	Kurang
3	Delay	7,2 ms	Sangat optimal
4	Jitter	5,2 ms	Optimal

Berdasarkan tabel diatas hasil perhitungan nilai parameter QoS sebelum melakukan manajemen bandwidth, menunjukkan nilai kategori pada throughput adalah kurang, packet loss adalah kurang, delay adalah sangat optimal, dan jitter adalah optimal.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menerapkan Quality of Service (QoS) dengan metode PCQ (Per Connection Queue) pada manajemen bandwidth internet di WLAN SMK Negeri 1 Batujaya. QoS adalah teknik yang memungkinkan pengelolaan dan pengaturan prioritas terhadap aliran lalu lintas jaringan yang melalui infrastruktur yang terbatas, sehingga memungkinkan penggunaan sumber daya jaringan yang lebih efisien dan adil. Sebagai pembanding, metode lain seperti Hierarchical Token Bucket (HTB) juga dapat dipertimbangkan, karena memungkinkan pembagian bandwidth berdasarkan prioritas dan hierarki. Namun, HTB tidak perlu digunakan karena konfigurasi yang lebih kompleks dan memerlukan pemahaman yang lebih mendalam tentang trafik jaringan, sementara PCQ sudah mampu memberikan pembagian bandwidth yang adil dan mudah diterapkan sesuai dengan kebutuhan di SMK Negeri 1 Batujaya.

Adapun menurut (Witi & Mude, 2020), Quality of Service (QoS) adalah parameter yang dipakai untuk menilai seberapa efisien suatu jaringan dan merupakan usaha untuk menetapkan karakteristik dan sifat-sifat suatu layanan. QoS digunakan untuk mengevaluasi serangkaian atribut kinerja yang ditetapkan dan dikaitkan dengan sebuah layanan.

PCQ (Per Connection Queue) adalah salah satu fitur MikroTik yang membantu mengatur kecepatan trafik dan trafik paket. Pada sistem operasi proxy, PCQ merupakan program untuk mengatur lalu lintas jaringan Quality of Service (QoS) (Kusbandono et al., 2019).

Penggunaan metode PCQ (Per Connection Queue) ini dikarenakan metode ini mempunyai kelebihan dimana dengan menggunakan metode tersebut dapat mengurangi delay dan jitter serta meningkatkan throughput pada jaringan karena dengan metode PCQ mikrotik dapat membagi jaringan secara dinamis kepada setiap user yang ada (Muran et al., 2021).

Dalam rangka SMK Negeri 1 Batujaya, penerapan QoS dengan metode PCQ diharapkan dapat meningkatkan kualitas jaringan internet di lingkungan sekolah. Dengan mengoptimalkan penggunaan bandwidth, setiap pengguna mendapatkan alokasi bandwidth yang lebih adil dan proporsional sesuai dengan kebutuhan masing-masing tanpa mempengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan. Hal ini akan

meningkatkan penggunaan internet dalam kegiatan pembelajaran dan administrasi di SMK Negeri 1 Batujaya.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Quality of Service (QoS) dengan metode Per Connection Queue (PCQ) dalam manajemen bandwidth internet pada jaringan WLAN di SMK Negeri 1 Batujaya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang efektivitas metode PCQ dalam meningkatkan kualitas jaringan internet di lingkungan sekolah.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Action Research dan studi kasus untuk menyelidiki proses pada setiap parameter dan variabel. Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi beberapa pendekatan sebagai berikut.



Gambar 1 Rancangan Penelitian

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka, observasi, dan wawancara.

Action Research

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Action Research* (AR). "*Action Research* (AR) adalah metode yang bertujuan untuk mengintegrasikan teori dan praktik secara erat dengan pembelajaran dari hasil intervensi yang direncanakan setelah melakukan diagnosis yang mendalam terhadap konteks permasalahan."

Berdasarkan model penelitian ini, penulis melakukan pendekatan dalam kegiatan penelitian sebagai berikut:

1. Diagnosing

Pada tahap ini, penulis mengidentifikasi masalah yang ada sebagai dasar penelitian dengan melakukan analisis awal Quality of Service (QoS) pada sistem jaringan Wireless Local Area Network (WLAN) di SMKN 1 Batujaya sebelum melakukan manajemen bandwidth. Kemudian, masalah yang ditemukan pada sistem jaringan internet akan ditinjau kembali dan dikembangkan lebih lanjut.

2. Action Planning

Setelah melakukan analisis, peneliti memahami inti permasalahan dan menyusun rencana tindakan yang tepat untuk mengatasinya. Masalah yang diidentifikasi adalah tidak adanya manajemen bandwidth pada jaringan internet Wireless Local Area Network (WLAN) di SMKN 1 Batujaya. Oleh karena itu, peneliti merancang manajemen bandwidth untuk membatasi penggunaan bandwidth agar setiap client dapat mengakses internet dengan bandwidth yang merata, sehingga menghindari perebutan bandwidth antar client.

3. Action Taking

Setelah merumuskan rencana tindakan, peneliti mengimplementasikannya dengan menerapkan manajemen bandwidth di SMKN 1 Batujaya menggunakan router dan metode PCQ (Per Connection Queue). Metode ini dipilih karena pola PCQ sangat efektif dalam membatasi pengguna secara otomatis.

4. Evaluating

Pada tahap ini, peneliti mengevaluasi hasil implementasi yang telah dilakukan. Peneliti juga melakukan analisis Quality of Service (QoS) setelah penerapan manajemen bandwidth dengan metode PCQ (Per Connection Queue) dan kemudian meninjau kembali hasilnya.

5. Learning

Tahapan ini merupakan tahap terakhir dimana peneliti melakukan review – review terhadap tahapan penelitian. Kemudian membandingkan hasil Quality of Service (QoS) sebelum dan sesudah manajemen bandwidth kemudian melaporkan kembali hasilnya kepada pihak sekolah agar hasilnya dapat dievaluasi kembali tindakan tambahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagnosing

Pada tahap ini, akan dilakukan analisis Quality of Service (QoS) sebelum manajemen bandwidth pada jaringan internet berbasis WLAN di SMKN 1 Batujaya, yang belum menerapkan manajemen bandwidth, guna mengidentifikasi masalah yang ada pada jaringan internet tersebut.

Tabel 2 Analisis QoS sebelum manajemen bandwidth

No	Parameter	Besar parameter	Kategori
1	Troughput	682 Kbps	Kurang
2	Packet loss	41,5 %	Kurang
3	Delay	7,2 ms	Sangat optimal
4	Jitter	5,2 ms	Optimal

Action Planning

Setelah mengetahui permasalahan yang ada kemudian membuat rencana tindakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Yaitu dengan membuat rencana manajemen bandwidth dimana dalam pembagian bandwidth tersebut tidak lagi terjadi rebutan bandwidth antar client dikarenakan pembagian download dan upload sudah dibagi secara merata dan otomatis terhadap client yang aktif.

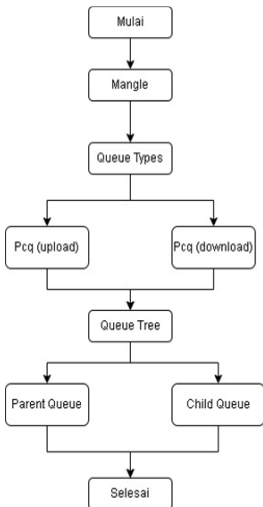
Rencana manajemen bandwidth yang akan dilakukan itu dengan memanajemen bandwidth sebesar 20Mbps, yang masing-masing 10Mbps untuk download dan upload.

Tabel 3 Rencana manajemen bandwidth

Download	Upload	Jumlah client
10Mbps	10Mbps	1
5Mbps	5Mbps	2
3,3Mbps	3,3Mbps	3
2,5Mbps	2,5Mbps	4
2Mbps	2Mbps	5
1,6Mbps	1,6Mbps	6
1,43Mbps	1,43Mbps	7
1,25Mbps	1,25Mbps	8
1,11Mbps	1,11Mbps	9
1Mbps	1Mbps	10

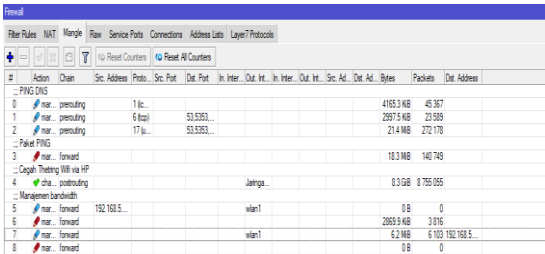
Action Taking

Pada tahap ini akan menjelaskan manajemen bandwidth pada jaringan WLAN dengan menggunakan metode PCQ (Per Connection Queue) dengan router menggunakan konfigurasi via winbox. Tahapan yang dilakukan akan sesuai desain yang sudah dibuat sebagai berikut.



Gambar 2 Desain tahapan

1. Konfigurasi *firewall mangle*

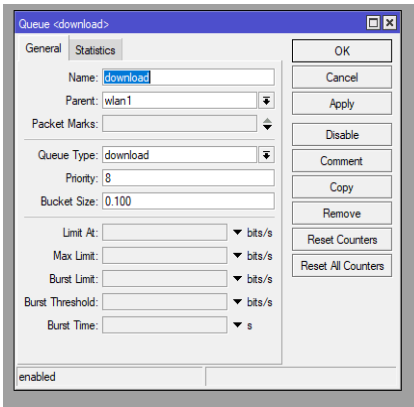


#	Action	Chain	Src. Address	Proto	Src. Port	Dest. Port	In Inter.	Out. Int.	In. Inter.	Out. Int.	Src. Ad.	Dest. Ad.	Bytes	Packets	Dest. Address
: PNG DNS															
0	mark packet	input	10.0.0.0/24	udp	53	53							4195.9 KB	45.367	
1	mark packet	input	10.0.0.0/24	tcp	80	80							2997.9 KB	21.930	
2	mark packet	input	10.0.0.0/24	tcp	80	80							21.4 MB	272.170	
: Paket PING															
3	mark packet	input		icmp									10.3 MB	140.749	
: Cegah Throttling VRRP via HP															
4	mark packet	input		udp									0.3 GB	9.755.055	
: Manajemen bandwidth															
5	mark packet	input	192.168.5.0/24	tcp				wlan1					0.0	0	
6	mark packet	input	192.168.5.0/24	tcp				wlan1					2083.9 KB	3.816	
7	mark packet	input	192.168.5.0/24	tcp				wlan1					6.2 MB	6.103.192.168.5	
8	mark packet	input	192.168.5.0/24	tcp				wlan1					0.0	0	

Gambar 3 Konfigurasi firewall mangle

Konfigurasi mangle bisa dilakukan melalui menu firewall pada tab mangle untuk membuat mark packet dan mark connection bagi klien. Penerapan mangle merupakan fasilitas yang memungkinkan penandaan paket data. Paket data yang sudah diberi tanda digunakan untuk manajemen bandwidth. Dengan kata lain, konfigurasi mangle berfungsi untuk menandai paket yang melewati, masuk, dan keluar dari router.

2. Konfigurasi queue type



Queue <download>

General Statistics

Name: download

Parent: wlan1

Packet Marks:

Queue Type: download

Priority: 8

Bucket Size: 0.100

Limit At: bits/s

Max Limit: bits/s

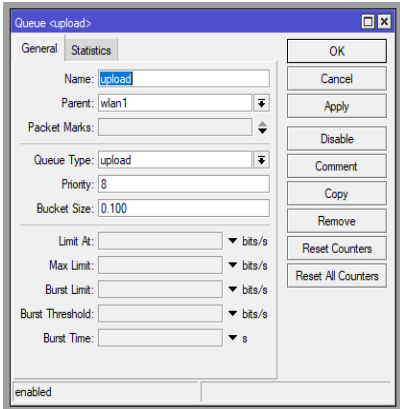
Burst Limit: bits/s

Burst Threshold: bits/s

Burst Time: s

enabled

Gambar 4 Queue type download



Queue <upload>

General Statistics

Name: upload

Parent: wlan1

Packet Marks:

Queue Type: upload

Priority: 8

Bucket Size: 0.100

Limit At: bits/s

Max Limit: bits/s

Burst Limit: bits/s

Burst Threshold: bits/s

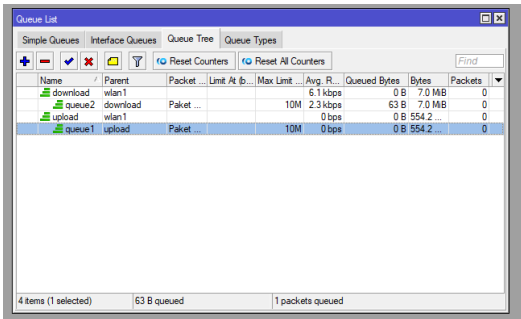
Burst Time: s

enabled

Gambar 5 Queue type upload

Konfigurasi queue type dapat dilakukan melalui menu queue untuk membuat dua queue, yaitu upload dan download, dengan jenis pcq. Pcq berfungsi untuk mengklasifikasikan arah koneksi. Misalnya, jika classifier yang digunakan adalah Src-address pada local interface, maka aliran pcq akan dikategorikan sebagai koneksi upload, sedangkan Dst-address akan dikategorikan sebagai pcq download.

3. Konfigurasi queue tree



Gambar 6 Konfigurasi queue tree

Konfigurasi queue tree dapat dilakukan melalui menu queue. Di sini, kita membuat parent queue dan child queue, di mana parent queue berfungsi sebagai batasan untuk child queue dengan pemerataan bandwidth. Secara keseluruhan, parent queue membantu router mengetahui jumlah bandwidth yang dimiliki oleh suatu jaringan, sedangkan child queue berfungsi untuk membatasi spesifik total bandwidth yang dimiliki oleh jaringan tersebut.

Evaluation

Setelah dilakukan manajemen bandwidth dengan konfigurasi PCQ (Per Connection Queue), Quality of service (QoS) diuji kembali untuk mengetahui kualitas jaringan WLAN di SMKN 1 Batujaya. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi wireshark dengan 4 parameter quality of service (QoS).

Tabel 4 Analisis QoS sesudah manajemen bandwidth

No	Parameter	Besar parameter	Kategori
1	Troughput	1,4 Mbps	Optimal
2	Packet loss	0,0 %	Sangat optimal
3	Delay	5 ms	Sangat optimal
4	Jitter	5,7 ms	Optimal

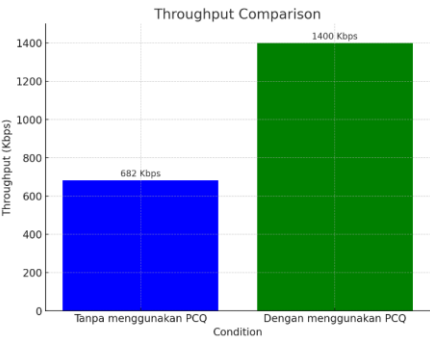
Learning

Pada tahap ini menjelaskan perbandingan antara kualitas jaringan internet WLAN di SMKN 1 Batujaya sebelum dan sesudah dilakukannya manajemen bandiwidth untuk mengetahui perbedaan yang lebih akurat. Hasil data uji yang didapatkan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

1. Troughput

Berikut perbandingan throughput sebelum dan sesudah manajemen bandwidth.

Tabel 5 Perbandingan troughput	
Tanpa menggunakan PCQ	
Troughput	Kategori indeks
682 Kbps	Kurang
Dengan menggunakan PCQ	
Troughput	Kategori indeks
1,4 Mbps	Optimal



Gambar 7 Grafik perbandingan troughput

Grafik di atas memperlihatkan perbandingan throughput jaringan antara kondisi "Tanpa menggunakan PCQ" dan "Dengan menggunakan PCQ":

- a. Tanpa menggunakan PCQ:
 - Throughput: 682 Kbps
 - Kategori Indeks: Kurang
- b. Dengan menggunakan PCQ:
 - Throughput: 1.4 Mbps atau 1400 Kbps
 - Kategori Indeks: Optimal

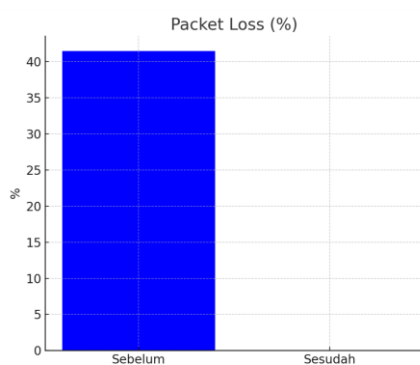
Grafik ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam throughput setelah menggunakan PCQ (Per Connection Queue), yang mengindikasikan optimasi dan efisiensi yang lebih baik dalam penggunaan bandwidth jaringan.

2. Packet loss

Berikut perbandingan packet loss sebelum dan sesudah manajemen bandwidth.

Tabel 6 Perbandingan packet loss

Tanpa menggunakan PCQ		
Total packet	Packet loss (%)	Kategori indeks
1696	704 (41,5%)	Kurang
Dengan menggunakan PCQ		
Total packet	Packet loss (%)	Kategori indeks
2189	0 (0,0)%	Sangat optimal



Gambar 8 Grafik perbandingan packet loss

Grafik di atas memperlihatkan perbandingan packet loss jaringan antara kondisi "Tanpa menggunakan PCQ" dan "Dengan menggunakan PCQ":

- a. Tanpa menggunakan PCQ:
 - Total paket : 1696
 - Packet loss : 704 (41,5 %)
 - Kategori indeks : Kurang
- b. Dengan menggunakan PCQ:
 - Total paket : 2189
 - Packet loss : 0 (0,0 %)
 - Kategori indeks : Sangat Optimal

Secara keseluruhan, grafik ini jelas menunjukkan bahwa menggunakan PCQ secara signifikan meningkatkan kinerja jaringan dengan mengurangi kehilangan paket hingga 0% dan meningkatkan jumlah total paket yang dapat ditangani oleh jaringan.

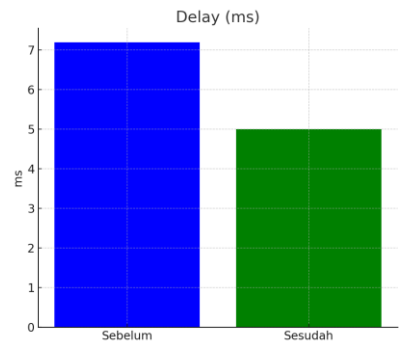
3. Delay

Berikut perbandingan delay sebelum dan sesudah manajemen bandwidth.

Tabel 7 Perbandingan delay

Tanpa menggunakan PCQ	
Rata-rata delay	Kategori indeks
7,2 ms	Sangat optimal
Dengan menggunakan PCQ	
Rata-rata delay	Kategori indeks
5 ms	Sangat Optimal

Grafik di atas menunjukkan perbandingan delay (waktu tunda) dalam milidetik



Gambar 9 Grafik perbandingan delay

(ms) jaringan antara kondisi "Sebelum menggunakan PCQ" dan "Sesudah menggunakan PCQ":

- a. Sebelum menggunakan PCQ:
 - Delay : 7,2 ms
 - Kategori indeks : Sangat Optimal
- b. Sesudah menggunakan PCQ:
 - Delay : 5 ms
 - Kategori indeks : Sangat Optimal

Grafik menunjukkan bahwa ada penurunan waktu tunda dari 7.2 ms menjadi 5 ms setelah dilakukan optimasi. Penurunan ini mengindikasikan bahwa jaringan menjadi lebih efisien, dengan waktu respon yang lebih cepat, yang penting untuk aplikasi yang memerlukan komunikasi real-time seperti VoIP atau streaming video. Dengan demikian, optimasi yang dilakukan berhasil mengurangi delay, meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan.

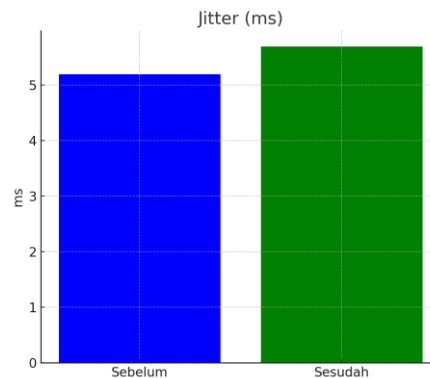
4. Jitter

Berikut perbandingan jitter sebelum dan sesudah manajemen bandwidth.

Tabel 8 Perbandingan jitter

Tanpa menggunakan PCQ	
Rata-rata <i>jitter</i>	Kategori indeks
6 ms	Optimal
Dengan menggunakan PCQ	
Rata-rata <i>jitter</i>	Kategori indeks
5,7 ms	Optimal

Grafik di atas menunjukkan perbandingan jitter dalam milidetik (ms) jaringan



Gambar 10 Grafik perbandingan jitter

antara kondisi "Sebelum menggunakan PCQ" dan "Sesudah menggunakan PCQ":

- Sebelum menggunakan PCQ:
 - Jitter : 5,2 ms
 - Kategori indeks : Optimal
- Sesudah menggunakan PCQ:
 - Jitter : 5,7 ms
 - Kategori indeks : Optimal

Grafik ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat sedikit peningkatan jitter dari 5.2 ms menjadi 5.7 ms setelah optimasi, perubahannya relatif kecil dan masih berada dalam kisaran yang dapat diterima. Hal ini menunjukkan bahwa optimasi yang dilakukan tidak menyebabkan peningkatan jitter yang signifikan, sehingga kualitas layanan jaringan tetap optimal

SIMPULAN

Penerapan Quality of Service (QoS) dengan metode PCQ untuk manajemen bandwidth merupakan strategi yang dapat digunakan untuk mengatur dan mengelola penggunaan bandwidth dalam suatu jaringan. Metode PCQ (Per Connection Queue) memungkinkan administrator jaringan untuk memprioritaskan lalu lintas data berdasarkan parameter yang ditentukan. Pada jaringan WLAN di SMKN 1 Batujaya,

penerapan metode ini telah memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan pengelolaan bandwidth yang diinginkan dan Pengujian Quality of Service (QoS) sebelum dan sesudah melakukan manajemen bandwidth dianalisa menggunakan aplikasi wireshark throughput mendapatkan hasil yang signifikan dari indeks kurang menjadi optimal, packet loss mendapatkan hasil yang sangat signifikan dari indeks kurang menjadi sangat optimal, delay mendapatkan hasil yang tidak terlalu besar perubahannya dan nilai indeksnya tetap di sangat optimal, jitter mendapatkan hasil yang tidak terlalu besar juga perubahannya dengan nilai indeks yang tetap di optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Nurcahyo, K. B., & Prihanto, A. (2021). Analisis quality of service (qos) pada jaringan VLAN (virtual local area network). *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 3(01), 62–70. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v3n01.p62-70>
- Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, & Hamidillah Ajie. (2020). Analisis quality of service (QOS) pada jaringan internet SMK Negeri 7 Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 4(2), 32–36. <https://doi.org/10.21009/pinter.4.2.6>
- Faishal Bari, R., Solehudin, A., & Heryana, N. (2022). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Berbasis Wireless Local Area Network pada Layanan Indihome. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(July), 320–335. <https://zenodo.org/record/6820184>
- 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*, 2(1), 7. <https://doi.org/10.25273/research.v2i1.3743>
- Muran, R. G., Lukito, Y., & Haryono, N. A. (2021). Analisi Perbandingan Penggunaan Bandwidth Aplikasi Conferensi Online Pada Webex, Google Meet Dan Zoom. *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, 5(1), 19–30. <https://doi.org/10.21460/jutei.2021.51.228>
- Nur, J., Israwan, LM. F., & Saputra, M. (2022). Analisis quality of Service Jaringan Internet Pada Universitas Dayanu Ikhsanuddin. *JURNAL INFORMATIKA*, 11(2), 176. <https://doi.org/10.55340/jiu.v11i2.1136>
- Saputra, E. P., Saryoko, A., Maulidah, M., Hidayati, N., Dalis, S., Bina, U., Informatika, S., & Mandiri, U. N. (2023). Analisis Quality of Service (QoS) Performa Jaringan Internet Wireless LAN PT . Bhineka Swadaya Pertama. 11(1), 13–21.
- Simargolang, M. Y., & Widarma, A. (2022). Quality of service (QoS) for Network Performance Analysis Wireless Area Network (WLAN). *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 7(1), 162. <https://doi.org/10.24114/cess.v7i1.29758>
- Witi, F. L., & Mude, A. (2020). Analisis Jaringan Intranet Di Universitas Flores Menggunakan Quality Of Service (QoS). *Computer Based Information System Journal*, 8(1), 7–12. <https://doi.org/10.33884/cbis.v8i1.1797>