

## **PENERAPAN MANAJEMEN *BANDWIDTH* JARINGAN INTERNET SEKOLAH MENGGUNAKAN METODE *PEER CONNECTION QUEUE* (STUDI KASUS: SMP SANDREM)**

Sugeng Iman Santosa<sup>1</sup>, Didi Juardi<sup>2</sup>, Nono Heryana<sup>3</sup>

Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

E-mail : sugeng.iman19048@student.unsika.ac.id<sup>1</sup>, didi.juardi@staff.unsika.ac.id<sup>2</sup>, nono@staff.unsika.ac.id<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan manajemen bandwidth yang merata pada jaringan internet di SMP Sandrem dengan menggunakan metode Peer Connection Queue (PCQ) saat melakukan kegiatan seperti mendownload, upload, dan browsing. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan konfigurasi manajemen bandwidth dengan menggunakan metode PCQ pada media kabel dan tanpa kabel. Metode penelitian yang digunakan adalah Network Development Life Cycle (NDLC), yang meliputi tahapan analisis, desain, simulasi, prototype, implementasi, monitoring, dan manajemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ berhasil memberikan alokasi yang merata dan adil kepada setiap pengguna. Melalui penggunaan simple queue, konfigurasi, monitoring, dan manajemen jaringan menjadi lebih mudah. Pengujian pada 2 perangkat menunjukkan alokasi bandwidth sekitar 10 Mbps, sedangkan pada 3 perangkat alokasi bandwidth adalah sekitar 6-7 Mbps. Manajemen bandwidth ini memberikan fleksibilitas dan skalabilitas, tanpa batasan maksimum bandwidth yang kaku. Dalam kesimpulannya, implementasi manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ di SMP Sandrem telah membawa dampak positif dalam pengaturan dan penggunaan bandwidth yang efektif. Hal ini membantu meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth dan kualitas jaringan di sekolah. Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan pemantauan, evaluasi, dan penyesuaian secara berkala terhadap konfigurasi yang telah diterapkan guna menjaga performa jaringan yang optimal dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Kata kunci: manajemen bandwidth, Peer Connection Queue (PCQ), jaringan komputer, sekolah menengah pertama, efisiensi bandwidth.

### **ABSTRACTS**

*The aim of this study is to implement equitable bandwidth management on the internet network at SMP Sandrem using the Peer Connection Queue (PCQ) method during activities such as downloading, uploading, and browsing. Additionally, this research aims to configure bandwidth management using the PCQ method on both wired and wireless media. The research methodology used is the Network Development Life Cycle (NDLC), which includes stages such as analysis, design, simulation, prototype, implementation, monitoring, and management. The results of the study show that the implementation of bandwidth management using the PCQ method successfully provides fair and equitable allocation to each user. Through the use of simple queues, network configuration, monitoring, and management become easier. Testing on 2 devices showed an allocation of approximately 10 Mbps, while with 3 devices, the allocation was around 6-7 Mbps. This bandwidth management approach offers flexibility and scalability without rigid maximum bandwidth limitations. In conclusion, the implementation of bandwidth management using the PCQ method at SMP Sandrem has had a positive impact on effective bandwidth allocation and network quality improvement in the school. Recommendations include regular monitoring, evaluation, and adjustment of the implemented configurations to maintain optimal network performance and meet user requirements.*

*Keywords: bandwidth management, Peer Connection Queue (PCQ), computer network, secondary school, bandwidth efficiency.*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi yang mutakhir, layanan internet telah menjadi kebutuhan penting sebagai sarana komunikasi dan pertukaran data. Internet memiliki peran yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk Pendidikan [1]. Tingkat penetrasi pengguna internet menunjukkan bahwa pelajar dan mahasiswa merupakan pengguna terbesar dengan presentasi mencapai 99,26%. Fasilitas internet juga telah tersedia di sebagian besar sekolah di 6 provinsi di Pulau Jawa, dengan mayoritas responden (rata-rata 97,30%) menyatakan bahwa sekolah mereka memiliki akses internet [2].

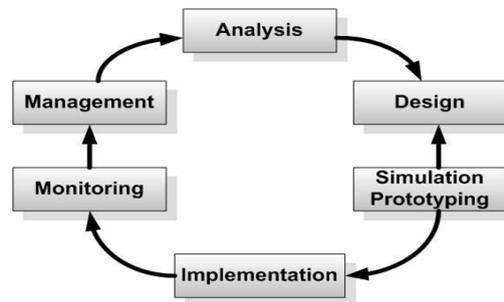
Koneksi internet di sekolah memiliki peran penting dalam mendukung proses pembelajaran, termasuk mengunduh materi pelajaran, mengakses informasi, mengikuti ujian daring, dan layanan pembelajaran online lainnya [3]. Dengan meningkatnya kebutuhan akan penggunaan internet, stabilitas jaringan menjadi hal yang krusial. Oleh karena itu, manajemen bandwidth menjadi solusi untuk menjaga kualitas jaringan. Manajemen bandwidth adalah metode efektif untuk membagi kecepatan internet di antara pengguna jaringan, memastikan bahwa setiap pengguna mendapatkan alokasi bandwidth yang sesuai dengan kebutuhannya [4].

Manajemen bandwidth memiliki urgensi yang vital dan telah banyak diterapkan di berbagai perusahaan dan instansi [5]. Pada SMP Sandrem, manajemen bandwidth belum diterapkan, sehingga pembagian koneksi internet masih tidak stabil. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan aplikasi yang menyita kapasitas bandwidth oleh beberapa client, sehingga mengurangi kapasitas yang tersedia untuk pengguna lainnya. Ketersediaan jaringan internet yang baik dan stabil sangat penting dalam lembaga pendidikan, karena mendukung berbagai kegiatan pembelajaran online [6].

Oleh karena itu, diperlukan implementasi manajemen bandwidth yang dapat mengatur lalu lintas jaringan internet di SMP Sandrem.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode Network Development Life Cycle (NDLC), yang terdiri dari enam tahapan utama yaitu Analisis, Desain, Simulasi, Implementasi, Monitoring, dan Manajemen [7]. Metode ini digunakan untuk mempelajari dan mengembangkan jaringan komputer yang efisien dan andal di SMP Sandrem.



Gambar 2. 1 Metode Penelitian

Tahap pertama adalah Analisis, di mana peneliti melakukan penyelidikan mendalam terhadap peristiwa yang relevan untuk memperoleh fakta yang akurat. Dalam konteks penelitian ini, analisis dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan pihak terkait untuk menganalisis permasalahan sistem jaringan yang ada di SMP Sandrem, serta mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras yang diperlukan untuk implementasi topologi jaringan yang optimal.

Tahap kedua adalah Desain, di mana topologi fisik dan logis jaringan dirancang berdasarkan hasil analisis sebelumnya. Penggunaan aplikasi Cisco Packet Tracer memudahkan peneliti dalam merancang topologi jaringan yang sesuai dengan kebutuhan dan memecahkan masalah yang teridentifikasi sebelumnya. Dalam perancangan desain ini, peneliti juga memperhatikan konfigurasi Per Connection Queue (PCQ) guna memastikan pencapaian hasil yang diinginkan.

Tahap ketiga adalah Simulasi, di mana desain jaringan yang telah dibuat akan diimplementasikan dalam bentuk simulasi menggunakan aplikasi laboratorium jaringan seperti Cisco Packet Tracer. Melalui tahap simulasi ini, peneliti dapat menguji kinerja awal dari jaringan yang akan dibangun dan memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai potensi permasalahan yang mungkin muncul.

Tahap keempat adalah Implementasi, di mana desain jaringan yang telah disimulasikan akan diimplementasikan secara nyata. Pada tahap ini, manajemen bandwidth menjadi fokus utama dengan menerapkan router MikroTik sesuai dengan desain topologi yang telah disusun sebelumnya. Setelah konfigurasi selesai, dilakukan pengujian konektivitas internet oleh beberapa pengguna untuk memastikan bahwa jaringan berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang diharapkan.

Tahap kelima adalah Monitoring, yang dilakukan setelah tahap implementasi. Pada tahap ini, jaringan yang telah diimplementasikan dipantau secara kontinu untuk memeriksa kecocokan dengan desain yang telah disimulasikan sebelumnya. Selain itu, dilakukan pengujian menggunakan

parameter QoS seperti throughput, jitter, packet loss, dan latency untuk mengevaluasi kualitas jaringan yang telah menerapkan manajemen bandwidth.

Tahap terakhir adalah Manajemen, di mana peneliti membuat kebijakan-kebijakan yang diperlukan untuk mengatur penggunaan dan penangan jaringan yang telah dibangun. Kebijakan ini bertujuan untuk menjaga kinerja jaringan dalam jangka panjang dan memastikan kehandalan (reliability) jaringan tetap terjaga. Selain itu, langkah-langkah pemeliharaan rutin dan pembaruan sistem juga diatur dalam tahap manajemen untuk menjaga agar jaringan tetap optimal.

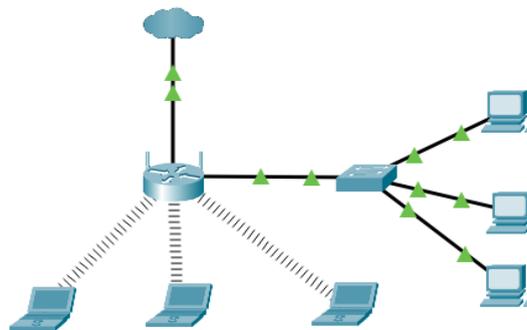
Dengan mengikuti metode Network Development Life Cycle (NDLC) dan melalui tahapan Analisis, Desain, Simulasi, Implementasi, Monitoring, dan Manajemen, penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan jaringan komputer di SMP Sandrem, meningkatkan kualitas konektivitas internet, serta memberikan panduan dan kebijakan yang tepat untuk menjaga kelangsungan dan kehandalan jaringan tersebut.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini menghasilkan implementasi manajemen bandwidth dengan memanfaatkan metode Peer Connection Queue. Metode ini juga menjelaskan penerapan Quality of Service dan Peer Connection Queue sebelum dan setelah dilakukan pengujian. Penelitian ini mengikuti tahapan Analisis, Desain, Simulasi, Implementasi, Monitoring, dan Manajemen yang telah direncanakan. Fokus utama penelitian ini adalah penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode Per Connection Queue. Selain itu, temuan penelitian akan diuraikan sesuai dengan alur yang telah direncanakan. Bab ini akan berisi penjelasan dan pembahasan tentang tahapan-tahapan tersebut

**3.1 Analisis**

Analisis jaringan dilakukan untuk mengetahui topologi jaringan awal sebelumnya. Selain itu, akan dilakukan pengujian awal menggunakan parameter QoS, yaitu Throughput, Delay (Latency), Jitter (Variasi kedatangan paket), dan Packet Loss, untuk mengetahui QoS sebelum penerapan manajemen bandwidth. Topologi awal menggunakan modem sebagai perantara untuk Wireless Local Area Network (WLAN) dan switch sebagai perantara untuk Local Area Network (LAN). Modem terhubung langsung ke internet, sementara switch terhubung ke internet melalui modem.



Gambar 3. 1 Topologi Sekolah

Pada proses analisis, dilakukan pengujian throughput, packet loss, delay, dan jitter menggunakan aplikasi Wireshark pada pukul 15:00 siang. Pengujian dilakukan selama 5 menit dan menghasilkan hasil sebagai berikut:

1. Untuk throughput, didapatkan sebanyak 301.465 paket dengan throughput sebesar 965 Kb/s. Hasil tersebut mendapatkan penilaian index 4 dengan kategori sangat bagus.
2. Pada pengujian packet loss, didapatkan sebanyak 301.465 paket dengan packet loss sebesar 32 dan presentase 0.1%. Hasil tersebut juga mendapatkan penilaian index 4 dengan kategori sangat bagus.
3. Dalam analisis delay, terdapat jumlah delay sebanyak 298,33 detik dan rata-rata delay sebesar 10,207 ms berdasarkan 301.465 paket yang diuji. Penilaian hasil delay adalah index 4 dengan kategori sangat bagus.
4. Selain itu, dalam analisis jitter, ditemukan jumlah jitter sebesar 298,33 detik dan rata-rata jitter sebesar 10,207 ms. Hasil jitter ini mendapatkan penilaian index 3 dengan kategori bagus.
- 5.

Tabel 1. Analisis QoS Sekolah

No	Jenis QoS	Total Paket	Total	Rata Rata	Index	Nilai
1	Delay	29830	298,338904s	10,207ms	4	Sangat Bagus
2	Jitter		298,336006s	10,207ms	3	Bagus
3	Troughput		965Kb/s	965Kb/s	4	Sangat Bagus
4	Packet Loss		32	0.1%	4	Sangat Bagus

Analisis kebutuhan perangkat keras dilakukan dalam penelitian ini untuk mendukung implementasi dan manajemen bandwidth. Berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan, Mikrotik RB941-2nD, Switch Tp-link TL-SG1005D, Access Point Tenda N301, Processor Intel i5-1135G7, Harddisk SSD 500GB, dan RAM 24GB. selain itu, analisis kebutuhan perangkat lunak juga dilakukan dalam penelitian ini untuk menjalankan manajemen bandwidth. Spesifikasi

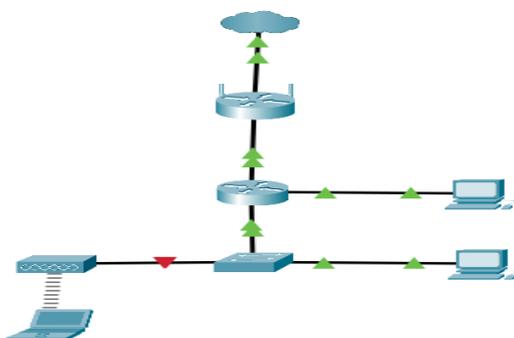
perangkat lunak yang digunakan meliputi RouterOS 6.44.5, Remote Mikrotik Winbox, Aplikasi Simulasi Jaringan Cisco Packet Tracer, Aplikasi Monitoring Jaringan Wireshark, dan Sistem Operasi Windows 11.

Pada tahap wawancara dengan kepala sekolah SMP Sandrem, diketahui bahwa sekolah tersebut telah memiliki jaringan internet yang disediakan oleh provider Indihome dari PT Telkom Indonesia dengan kecepatan hingga 20 Mbps. Namun, belum dilakukan manajemen bandwidth yang menyebabkan lambatnya koneksi internet dan terkadang mengalami gangguan pada waktu tertentu. Hal ini mengakibatkan terganggunya proses pembelajaran yang menggunakan internet. Selain itu, beberapa civitas academica SMP Sandrem juga mengeluhkan ketidakstabilan jaringan internet di sekolah tersebut.

Bedasarkan tahapan analisis yang sebelumnya dilakukan, data yang didapatkan setelah analisis ini akan membantu dalam merancang dan mengembangkan solusi yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

### 3.2 Desain

Pada tahap desain, topologi fisik jaringan dirancang dengan menggunakan router MikroTik sebagai pusat utama. Topologi ini memungkinkan jaringan untuk dibagikan kepada banyak pengguna dengan menambahkan switch dan/atau access point yang terhubung langsung ke port MikroTik atau melalui switch yang terhubung ke router. Dalam topologi ini, terdapat satu PC admin yang bertanggung jawab untuk konfigurasi, pemeliharaan, dan pemantauan jaringan terutama pada router MikroTik. Diharapkan bahwa penggunaan topologi ini dapat menjamin ketersediaan jaringan yang optimal dan mengurangi gangguan yang mungkin terjadi. Selain itu, dengan memberikan peran utama pada router MikroTik, pengaturan bandwidth dan kebijakan akses dapat dilakukan dengan lebih baik, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan jaringan. Dengan menggunakan desain topologi yang tepat, diharapkan dapat mencapai hasil yang diinginkan dan memberikan manfaat yang signifikan bagi civitas academica SMP Sandrem.



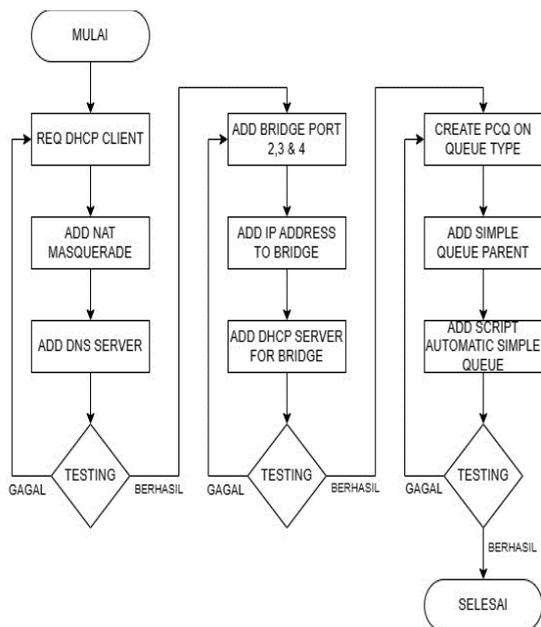
Gambar 3. 2 Topologi Fisik

Tabel topologi logic pada tahap desain menunjukkan bahwa setiap perangkat jaringan dan pengguna yang terhubung ke jaringan memiliki alamat IP yang unik. IP yang digunakan pada router mikrotik akan menjadi gateway pada setiap alamat IP pengguna yang terhubung melalui jaringan LAN atau wireless. Alamat IP yang diberikan secara manual pada access point dan PC admin akan mempermudah tugas Konfigurasi, maintenance, dan monitoring, sedangkan alamat IP yang diberikan secara DHCP pada client LAN dan WLAN mempermudah pengguna untuk terhubung secara otomatis tanpa perlu melakukan konfigurasi terlebih dahulu.

Tabel 2. Topologi Logic

No	Nama	Keterangan
1.	Modem	192.168.1.1/24
2.	Mikrotik	192.168.0.1/24
3.	Access Point	192.168.0.254/24
4.	PC Admin	192.168.0.253/24
5.	Client-WLAN1	192.168.0.2/24 s/d 192.168.0.250/24 (Dynamic)
6.	Client-WLAN2	192.168.0.2/24 s/d 192.168.0.250/24 (Dynamic)
7.	Client-LAN1	192.168.0.2/24 s/d 192.168.0.250/24 (Dynamic)
8.	Client-LAN2	192.168.0.2/24 s/d 192.168.0.250/24 (Dynamic)

Pada flowchart Konfigurasi pcq, terdapat tiga bagian utama. Bagian pertama mencakup Konfigurasi router mikrotik hingga mendapatkan akses internet, termasuk tahap permintaan IP melalui DHCP client, penggunaan NAT masquerade untuk menghubungkan jaringan lokal dengan IP publik, dan pengaturan server DNS agar pengguna dapat mencari alamat IP dari hostname. Setelah tahap ini, pengujian dilakukan dengan ping ke Google, dan jika berhasil, akan melanjutkan ke bagian kedua. Bagian kedua melibatkan Konfigurasi port untuk menghubungkan router dengan perangkat pengguna, termasuk pembuatan bridge untuk menggabungkan beberapa port menjadi satu segmen jaringan, pengaturan IP address untuk bridge, dan pembuatan server DHCP untuk memperoleh IP secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan ping dari perangkat pengguna, dan jika berhasil, akan melanjutkan ke bagian tiga. Bagian ketiga melibatkan Konfigurasi manajemen bandwidth pengguna dengan menggunakan PCQ pada queue type. Tahap-tahap meliputi pembuatan PCQ untuk membagi bandwidth secara merata, pembuatan simple queue parent untuk mengatur batas maksimum bandwidth, dan pembuatan script untuk membuat simple queue secara otomatis berdasarkan dhcp leases. Pengujian dilakukan dengan speedtest dari perangkat pengguna, dan jika berhasil, Konfigurasi dianggap selesai. Jika gagal, akan melakukan Konfigurasi ulang dari tahap pertama bagian tiga.



Gambar 3. 3 Flowchart Konfigurasi PCQ

### 3.3 Simulasi

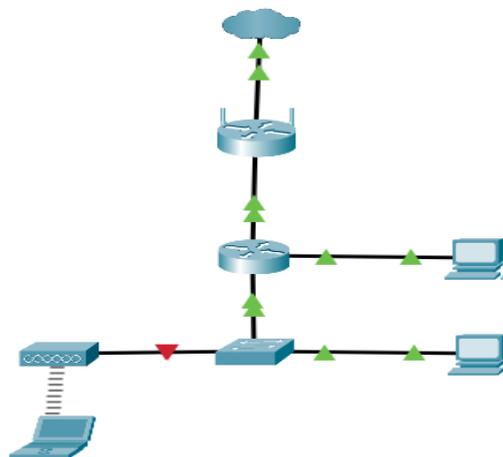
Pada tahap simulasi, dilakukan penggunaan software untuk mensimulasikan jaringan menggunakan Cisco Packet Tracer. Tahap ini didasarkan pada topologi fisik dan logika yang telah dirancang sebelumnya. Melalui simulasi ini, diperoleh hasil bahwa semua perangkat dapat terhubung dengan baik.

Pada tahap ini, terdapat beberapa perangkat dengan keterangan sebagai berikut:

1. Perangkat pertama menggambarkan akses internet.
2. Terdapat media jaringan yang berfungsi sebagai penghubung antara jaringan internet dengan jaringan lokal.
3. Terdapat juga media jaringan yang berfungsi untuk mengatur bandwidth dan lalu lintas data dalam jaringan.
4. Media jaringan selanjutnya berperan dalam membagi jaringan kepada perangkat pengguna menggunakan kabel.
5. Terdapat juga media jaringan yang berfungsi untuk membagi jaringan kepada perangkat pengguna menggunakan teknologi nirkabel (wireless).
6. Perangkat user tertentu menggunakan kabel sebagai sarana untuk terkoneksi dengan media jaringan.
7. Sementara perangkat user lainnya menggunakan teknologi wireless untuk terkoneksi dengan media jaringan.
8. Selanjutnya, dilakukan penjelasan bahwa perangkat sudah terkoneksi dengan access point melalui koneksi wireless.
9. Terakhir, dijelaskan bahwa perangkat sudah

terkoneksi dengan perangkat lain melalui penggunaan kabel straight.

Dengan melakukan simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer, tahap desain jaringan dapat diuji dan dievaluasi dengan efektif. Simulasi ini memungkinkan pemahaman yang lebih baik mengenai kinerja jaringan dan memastikan bahwa semua perangkat dapat terhubung dengan lancar sesuai dengan topologi yang telah dirancang sebelumnya.

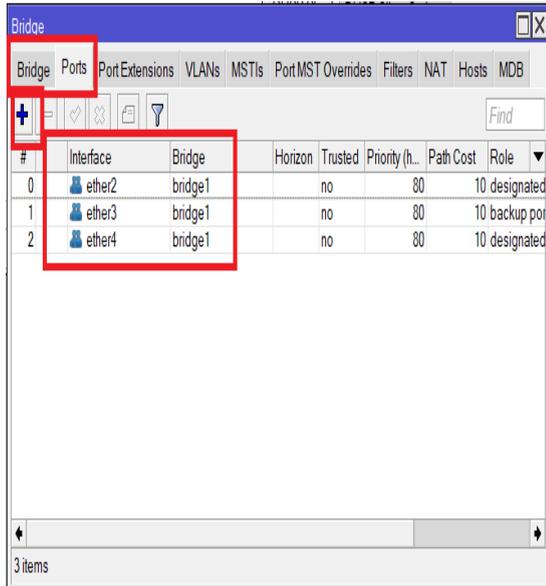


Gambar 3. 4 Simulasi Topologi

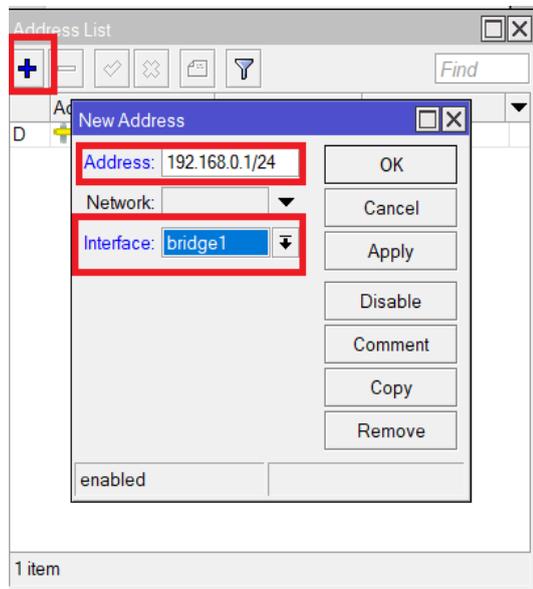
### 3.4 Implementasi

Pada tahap implementasi manajemen bandwidth PCQ menggunakan router MikroTik berdasarkan topologi fisik dan flowchart konfigurasi yang telah ditentukan pada tahap desain. Proses implementasi ini meliputi beberapa langkah. Pertama, dilakukan konfigurasi awal koneksi internet pada router MikroTik. Selanjutnya, dilakukan konfigurasi lanjutan dengan membuat bridge untuk menghubungkan port 2, 3, dan 4 pada MikroTik. Setelah itu, dibuat juga DHCP server untuk pengguna yang terhubung melalui port yang telah di-bridge. Pada tahap konfigurasi akhir, dilakukan implementasi manajemen bandwidth dengan menggunakan metode PCQ dan simple queue.

Sebuah bridge yang diberi nama bridge1. Bridge ini terdiri dari beberapa port interface, yaitu ether2, ether3, dan ether4, yang menjadi bagian integral dari bridge tersebut. Ditampilkan pula informasi mengenai IP Address Bridge. Sebagai langkah selanjutnya, bridge tersebut telah sukses dibuat dan diberikan alamat IP 192.168.0.1/24. Alamat IP ini akan berperan sebagai network dan gateway di dalam segmen jaringan yang relevan.

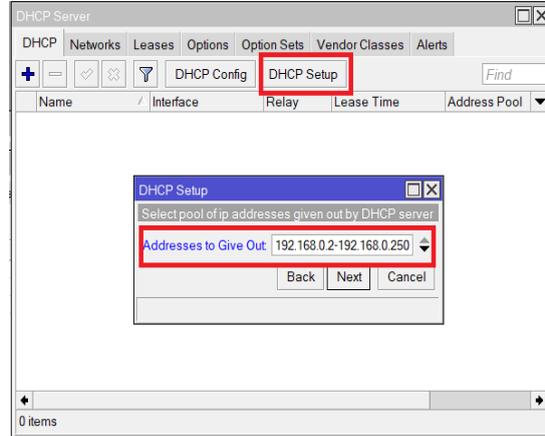


Gambar 3. 5 Bridge Port Interface



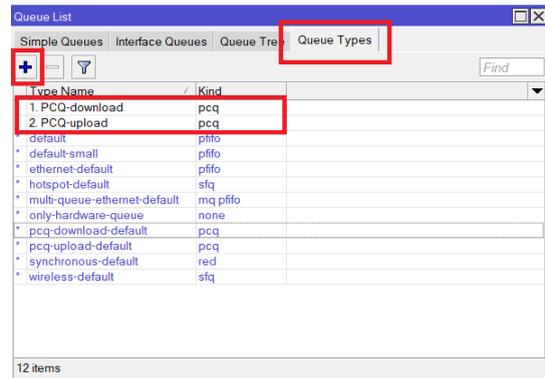
Gambar 3. 6 IP Address Bridge

Untuk memberikan alamat IP kepada pengguna secara otomatis, DHCP Server telah dibuat pada interface bridge. Konfigurasi DHCP server pada interface bridge mencakup pengaturan gateway dengan IP 192.168.0.1, subnet mask 255.255.255.0, DNS server 192.168.0.1, dan rentang alamat IP pada DHCP pool dari 192.168.0.2 hingga 192.168.0.250. Sisa alamat IP yang tidak termasuk dalam DHCP pool akan dialokasikan secara statis kepada perangkat seperti access point, switch, dan juga PC admin guna mempermudah konfigurasi, pemantauan, dan pemeliharaan jaringan.



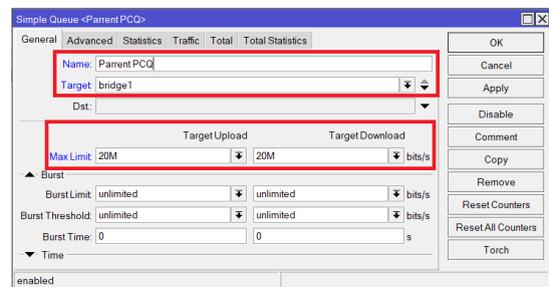
Gambar 3. 7 DHCP Bridge

Penerapan PCQ dilakukan dengan cara membuat pengaturan PCQ pada queue type. PCQ dibagi menjadi dua yaitu untuk upload dan juga download. Pemisahan ini dilakukan karena karakteristik trafik yang berbeda dan juga agar control terhadap trafik lebih baik.

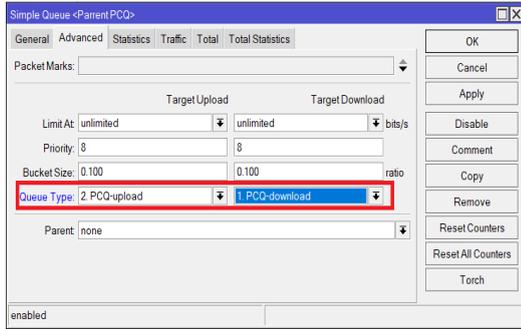


Gambar 3. 8 DHCP Bridge

Simple Queue Parent dibuat untuk menetapkan batas maksimal dari bandwidth yang akan diberikan, dan untuk menerapkan PCQ yang dibuat pada queue type. Simple Queue diberi nama Parent PCQ dengan interface target bridge1 dan batas maksimal upload download sebesar 20 Mbps. Pada tab Advanced masih dalam simple queue yang sama diarahkan queue typenya dengan PCQ download dan upload yang sebelumnya dibuat.

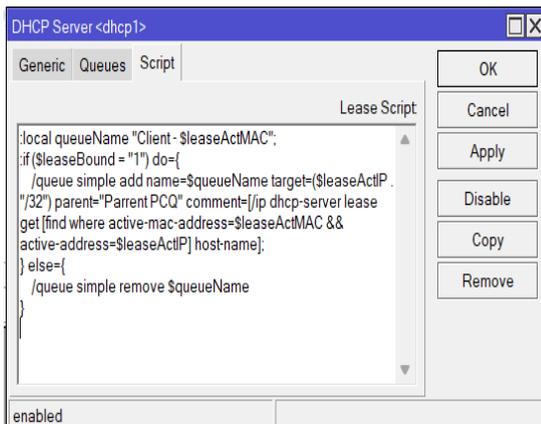


Gambar 3. 9 Simple Queue Parent



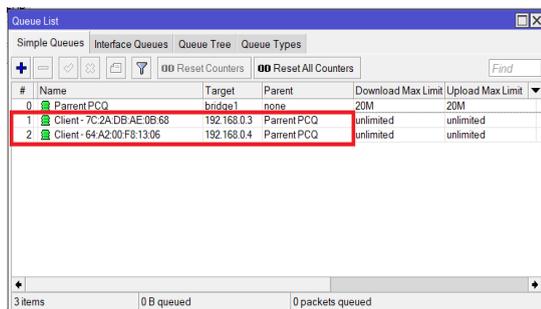
Gambar 3. 10 Simple Queue Parent Type

Dalam gambar yang terlampir, telah dibuat sebuah script yang dimasukkan ke dalam DHCP server bridge. Script tersebut berisi perintah untuk membuat simple queue client saat ada pengguna yang masuk dalam DHCP lease, serta menghapus simple queue client saat pengguna tidak terdaftar dalam DHCP lease. Fungsinya adalah untuk membuat simple queue client dengan nama "47" yang secara otomatis akan menjadi subordinat (child) dari simple queue parent bernama "Parrent PCQ".



Gambar 3. 11 Script Simple Queue Client

Dapat disimpulkan bahwa script yang telah dibuat berhasil dieksekusi dengan sukses. Hal ini terbukti dengan adanya ujicoba yang melibatkan dua pengguna yang menggunakan smartphone dan terhubung melalui jaringan WiFi dari access point.



Gambar 3. 12 Simple Queue Client

### 3.5 Monitoring

Pada tahap monitoring, dilakukan pengujian terhadap parameter QoS dan juga dilakukan pengujian untuk memastikan kesesuaian dengan simulasi dari perancangan desain menggunakan speedtest. Pengujian parameter Quality of Service (QoS) dilakukan pada jaringan yang telah menerapkan manajemen bandwidth. Parameter QoS yang akan diuji meliputi Throughput, Delay (Latency), Jitter (Variasi kedatangan paket), dan Packet Loss, dengan tujuan untuk mengetahui kualitas layanan setelah penerapan manajemen bandwidth.

Pada sore hari pukul 16:00, dilakukan proses analisis throughput menggunakan aplikasi Wireshark. Pengujian berlangsung selama 5 menit dan menghasilkan 50360 paket dengan throughput sebesar 1619Kb/s. Dalam penilaian, hasil tersebut memperoleh index 4 dengan kategori sangat bagus. Selanjutnya, juga pada sore hari pukul 16:00, dilakukan analisis packet loss dengan menggunakan aplikasi Wireshark. Pengujian berdurasi 5 menit dan menghasilkan 50360 paket dengan packet loss sebesar 201 atau 0.4% presentase. Hasil tersebut mendapatkan penilaian index 4 dengan kategori sangat bagus. Selanjutnya lagi, pada waktu yang sama dilakukan analisis delay menggunakan aplikasi Wireshark. Pengujian berlangsung selama 5 menit dan menghasilkan 50360 paket dengan total delay sebesar 299,55 detik dan rata-rata delay sebesar 5,947 milidetik. Hasil tersebut juga memperoleh penilaian index 4 dengan kategori sangat bagus. Terakhir, pada proses analisis yang sama, di sore hari pukul 16:00 juga dilakukan analisis jitter menggunakan aplikasi Wireshark. Pengujian berlangsung selama 5 menit dan menghasilkan 50360 paket dengan total jitter sebesar 299,55 detik dan rata-rata jitter sebesar 5,947 milidetik. Hasil ini mendapatkan penilaian index 3 dengan kategori bagus.

Tabel 3. Analisis QoS Manajemen Bandwidth

No	Jenis QoS	Total Paket	Total	Rata Rata	Index	Nilai
1	Delay	50630	299,559366s	5,947ms	4	Sangat Bagus
2	Jittter		299,577442s	5,947ms	3	Bagus
3	Troughput		1619Kb/s	1619Kb/s	4	Sangat Bagus
4	Packet Loss		201	0.45	4	Sangat Bagus

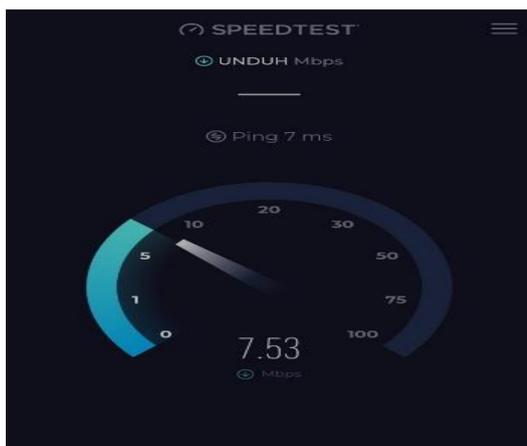
Saat melakukan pengujian dengan menggunakan speedtest, kami melibatkan tiga perangkat yang terhubung dengan access point yang selanjutnya terhubung ke perangkat mikrotik. Setelah melalui serangkaian pengujian, kami berhasil mendapatkan hasil kecepatan yang kemudian kami rata-ratakan. Hasil rata-rata yang kami dapatkan adalah sekitar 20 Mbps.



Gambar 3. 13 speedtest device 1



Gambar 3. 14 speedtest device 2



Gambar 3. 15 speedtest device 3

### 3.6 Manajemen

Pada tahap manajemen, dilakukan pemantauan secara berkala terhadap kinerja jaringan dan penggunaan bandwidth untuk memastikan solusi manajemen bandwidth yang telah diimplementasikan tetap efektif dan efisien. Hal ini dilakukan dengan melakukan perawatan rutin pada perangkat jaringan dan melakukan update terhadap

konfigurasi jika diperlukan. Selain itu, juga dilakukan pemantauan terhadap permintaan dan kebutuhan pengguna jaringan, sehingga solusi manajemen bandwidth dapat ditingkatkan dan disesuaikan dengan kebutuhan yang terus berkembang. Dengan melakukan maintenance secara teratur, diharapkan jaringan dapat beroperasi dengan optimal dan memenuhi kebutuhan civitas academica SMP Sandrem.

### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ pada Sekolah Menengah Pertama Sandrem telah memberikan dampak positif yang signifikan dalam pengaturan dan penggunaan bandwidth secara efektif. Melalui konfigurasi yang tepat, termasuk pembuatan PCQ pada tipe queue, pembuatan simple queue parent untuk penerapan PCQ, penentuan batas maksimum bandwidth, serta pembuatan skrip untuk mengatur simple queue client secara otomatis, sekolah berhasil mengoptimalkan alokasi bandwidth sesuai dengan kebutuhan penggunaan. Pengujian manajemen bandwidth menggunakan media tanpa kabel dan kabel juga dilakukan, dan hasilnya menunjukkan pembagian bandwidth yang merata dan peningkatan kualitas jaringan. Penerapan metode PCQ juga membantu menghindari konflik penggunaan bandwidth dan meningkatkan kepuasan pengguna di Sekolah Menengah Pertama Sandrem. Disarankan untuk terus melakukan pemantauan, evaluasi, dan penyesuaian terhadap konfigurasi yang telah diterapkan guna menjaga performa jaringan yang optimal.

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan dan peningkatan implementasi manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ pada Sekolah Menengah Pertama Sandrem:

1. Perlu adanya perencanaan dan pengawasan yang lebih efektif terkait penggunaan bandwidth di sekolah. Penggunaan alat monitoring dan pengelolaan jaringan yang terintegrasi dapat membantu memantau dan mengendalikan penggunaan bandwidth secara real-time.
2. Pentingnya melakukan evaluasi periodik terhadap kebutuhan bandwidth di sekolah. Dengan memantau tren penggunaan dan kebutuhan pengguna, sekolah dapat menyesuaikan alokasi bandwidth agar tetap sesuai dengan perkembangan kebutuhan.
3. Melakukan pelatihan dan penyuluhan kepada pengguna jaringan, terutama siswa dan guru, mengenai pentingnya penggunaan bandwidth yang bertanggung jawab. Edukasi mengenai penggunaan yang efisien dan etis dapat membantu menghindari pemakaian bandwidth yang berlebihan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan.
4. Mengadopsi teknologi jaringan terkini dan

terus memperbarui infrastruktur jaringan sekolah. Dengan mengimplementasikan teknologi terbaru, sekolah dapat meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan, sehingga memfasilitasi pelaksanaan manajemen bandwidth yang lebih efektif.

Dengan menerapkan saran-saran tersebut, Sekolah Menengah Pertama Sandrem dapat terus meningkatkan manajemen bandwidth mereka, memberikan pengalaman yang lebih baik dalam penggunaan jaringan, dan mendukung kegiatan pembelajaran yang lebih efisien dan efektif.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] M. Azwar Anas and Y. Soepriyanto, "PENGEMBANGAN MULTIMEDIA TUTORIAL TOPOLOGI JARINGAN UNTUK SMK KELAS X TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN," *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, vol. 1, no. 4, 2018.
- [2] APJII, "Profil Internet Indonesia 2022," 2022.
- [3] A. Hasugian, "Modernisasi Masjid: Analisis Tindakan Sosial Pemasangan Wifi pada Masjid Di Kota Kediri," *Jurnal Riset Agama*, vol. 2, no. 1, pp. 91–99, Feb. 2022, doi: 10.15575/jra.v2i1.15785.
- [4] I. Wardani, Jumain, and Murfarihin, "Pengaruh Harga, Free Wifi Dan Fasilitas Terhadap Kepuasan Pelanggan Pada Kedai Coffeejmp Pahlawan Lamongan," *Jurnal Media Komunikasi Ilmu Ekonomi*, vol. 35, no. 2, 2020.
- [5] F. W. Christanto, A. F. Daru, and A. Kurniawan, "Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 407–412, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.
- [6] R. Serviya, H. Khair, and A. Sihombing, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Access Point Menggunakan Metode MOORA (Studi Kasus : Hotel Ibis Styles Medan Pattimura)," *Jurnal Informatika Kaputama*, vol. 6, no. 3, 2022, [Online]. Available: [www.kaputama.ac.id/](http://www.kaputama.ac.id/)
- [7] F. Naim, R. Rohmat Saedudin, and U. Yunan Kurnia Septo Hedyanto, "Analysis Of Wireless And Cable Network Quality-Of Service Performance At Telkom University Landmark Tower Using Network Development Life Cycle (NDLC) Method," *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika*, vol. 7, no. 4, 2022.