

Penerapan VLAN pada VAP Menggunakan Mikrotik CAPsMAN untuk Manajemen Bandwidth Berbasis PCQ

Devit Satria*, Desyanti

Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Dumai, Indonesia

Email: ¹*devitsatria24@gmail.com, ²desyanti734@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: devitsatria24@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) untuk merancang dan menguji sistem jaringan wireless berbasis Mikrotik pada lingkungan restoran cepat saji. Sistem mengintegrasikan teknologi CAPsMAN, Virtual Local Area Network (VLAN), Virtual Access Point (VAP), dan Per Connection Queue (PCQ) untuk menciptakan jaringan yang terkelola secara terpusat dan efisien. Dua SSID terpisah dikonfigurasi untuk pengguna internal Karyawan dan eksternal Konsumen, masing-masing dialokasikan bandwidth sebesar 7 Mbps dan 13 Mbps dari total 20 Mbps. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membagi bandwidth secara adil, memberikan IP address sesuai segmen VLAN, dan menerapkan login hotspot berbasis waktu selama 1 jam. Keberhasilan koneksi mencapai 100% tanpa konflik IP atau dominasi trafik. Hasil ini membuktikan bahwa kombinasi CAPsMAN, VLAN, VAP, dan PCQ efektif digunakan dalam lingkungan padat pengguna dengan kebutuhan akses temporer.

Kata Kunci: CAPsMAN; VLAN; PCQ; Mikrotik; VAP; Hotspot; Bandwidth

Abstract—This study uses the Network Development Life Cycle (NDLC) method to design and test a Mikrotik-based wireless network system in a fast-food restaurant environment. The system integrates CAPsMAN, Virtual Local Area Network (VLAN), Virtual Access Point (VAP), and Per Connection Queue (PCQ) technologies to create a centrally managed and efficient network. Two separate SSIDs are configured for internal Employee and external Consumer users, each allocated 7 Mbps and 13 Mbps of bandwidth out of a total of 20 Mbps. Test results show that the system is able to divide bandwidth fairly, assign IP addresses according to VLAN segments, and implement a time-based hotspot login for 1 hour. Connection success reached 100% without IP conflicts or traffic dominance. These results prove that the combination of CAPsMAN, VLAN, VAP, and PCQ is effective in dense user environments with temporary access needs.

Keywords: CAPsMAN; VLAN; PCQ; Mikrotik; VAP; Hotspot; Bandwidth

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat pesat telah membawa dampak signifikan terhadap kebutuhan akan sistem jaringan yang andal, fleksibel, dan aman. Salah satu bentuk perkembangan tersebut adalah penggunaan jaringan nirkabel (*wireless network*) yang semakin meluas di berbagai sektor, baik publik maupun privat. Teknologi jaringan nirkabel, khususnya Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), telah menjadi standar dalam mendistribusikan akses internet karena sifatnya yang fleksibel, tidak membutuhkan infrastruktur kabel yang kompleks, serta mampu menjangkau area yang luas dalam waktu singkat. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk terhubung ke jaringan dari berbagai lokasi dalam suatu area cakupan, yang menjadikan efisiensi kerja meningkat [1][2]. Namun, seiring meningkatnya jumlah pengguna jaringan *wireless*, muncul pula tantangan-tantangan baru yang memerlukan solusi teknis yang tepat. Permasalahan umum yang sering dihadapi adalah performa jaringan yang menurun akibat beban lalu lintas data yang tidak seimbang, keterbatasan bandwidth, serta potensi ancaman keamanan yang tinggi. Namun, penggunaan jaringan wireless secara terbuka juga menghadirkan berbagai ancaman keamanan yang serius. Beberapa serangan umum yang mengancam jaringan wireless antara lain adalah *Man-In-The-Middle* (MITM), yang memungkinkan penyerang mencuri data komunikasi antara pengguna dan server, *Distributed Denial of Service* (DDoS) yang dapat melumpuhkan jaringan; serta kebocoran data melalui akses tidak sah terhadap jaringan publik [3][4]. Oleh karena itu, diperlukan sistem jaringan yang tidak hanya mendukung segmentasi pengguna, tetapi juga mampu mengatur kontrol akses dan alokasi bandwidth secara efektif. Pada lingkungan usaha seperti restoran atau kafe, keberadaan jaringan Wi-Fi menjadi nilai tambah dalam pelayanan, tetapi jika tidak dikelola dengan baik, jaringan tersebut dapat mengalami perlambatan akses (*lag*), terjadinya monopoli *bandwidth* oleh pengguna tertentu, hingga kebocoran data sensitif [5][6]. Dalam hal ini, manajemen jaringan dan *bandwidth* yang efektif menjadi sangat krusial. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah dengan menerapkan segmentasi jaringan melalui *Virtual Local Area Network* (VLAN). Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini menggabungkan teknologi CAPsMAN, VLAN, VAP, dan PCQ berbasis perangkat Mikrotik dipilih karena memiliki beberapa keunggulan. Selain biaya implementasi yang relatif rendah, solusi ini sepenuhnya kompatibel dengan ekosistem Mikrotik, yang telah banyak digunakan di sektor UKM dan layanan publik [7][8]. Pendekatan ini juga mendukung manajemen jaringan secara terpusat, segmentasi trafik berdasarkan peran pengguna, serta pembatasan akses melalui sistem hotspot login, menjadikannya pilihan praktis untuk skenario dengan trafik tinggi dan penggunaan temporer.

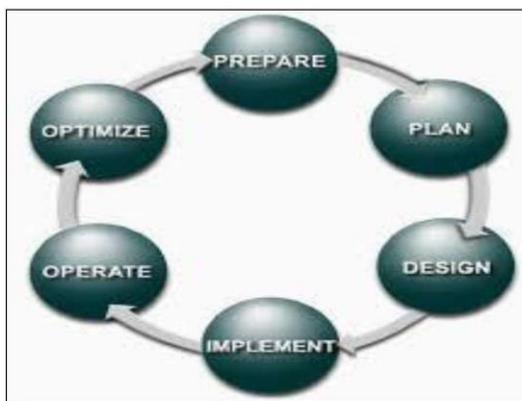
VLAN dapat memisahkan jaringan menjadi beberapa segmen logis meskipun secara fisik berada dalam satu jaringan yang sama. Segmentasi ini bertujuan untuk memisahkan antara jaringan internal perusahaan (seperti jaringan karyawan) dan jaringan eksternal (seperti jaringan pelanggan), sehingga meningkatkan keamanan dan kinerja jaringan [9]. Penerapan VLAN ini semakin optimal jika diintegrasikan dengan *Virtual Access Point* (VAP) dan fitur CAPsMAN (*Controlled Access Point system Manager*) pada perangkat RouterOS Mikrotik. Penelitian oleh Hanadwiputra & Marisa [10] menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi antara VLAN dan VAP mampu mengurangi *delay* dalam jaringan dan mencegah terjadinya penumpukan trafik internet yang menyebabkan *bottleneck*. Lebih lanjut, CAPsMAN memungkinkan

pengelolaan terpusat terhadap *Access Point* yang tersebar, sehingga konfigurasi, pemantauan, dan pembaruan *firmware* dapat dilakukan secara efisien dan seragam dari satu perangkat pengendali (*CAPsMAN Controller*). Di sisi lain, untuk mengelola penggunaan *bandwidth* secara adil dan dinamis kepada setiap pengguna jaringan, digunakan metode *Peer Connection Queue (PCQ)*. Metode ini terbukti efektif dalam manajemen *bandwidth* yang merata serta mencegah adanya pengguna yang menyedot *bandwidth* berlebihan (*bandwidth hogging*). Menurut penelitian oleh Mariyanto & Maslan [11], penerapan metode PCQ pada jaringan Mikrotik mampu memberikan distribusi *bandwidth* yang adil kepada seluruh klien aktif dalam jaringan secara otomatis dan *real time*, tanpa harus dilakukan pengaturan manual satu per satu. Penelitian lain oleh Auriga, Yuhandri & Sumijan [12] juga menunjukkan bahwa algoritma PCQ memiliki performa yang lebih stabil dalam menjaga *Quality of Service (QoS)* dibandingkan dengan metode lainnya seperti SFQ, RED, dan FIFO, terutama ketika digunakan dalam skenario jaringan nirkabel yang memiliki fluktuasi trafik tinggi. Selain itu, Nurfiana & Ramanda [13] menegaskan bahwa penggabungan PCQ dengan sistem *Queue Tree* dan pemantauan berbasis Cacti mampu memberikan visibilitas dan kontrol penuh terhadap perilaku lalu lintas jaringan secara akurat. Studi serupa juga dilakukan oleh Putra, Yuliasuti & Prabiantissa [14] yang membandingkan tiga metode manajemen *bandwidth*, yaitu *Simple Queue*, *Queue Tree*, dan PCQ. Hasilnya, metode PCQ menjadi yang paling fleksibel dan efektif digunakan dalam jaringan berskala menengah hingga besar, terutama ketika kebutuhan *bandwidth* bersifat dinamis sesuai dengan karakteristik pengguna yang berubah-ubah setiap waktu.

Lebih lanjut, pada konteks jaringan berbasis *wireless* yang digunakan oleh sektor komersial seperti restoran cepat saji (contohnya CFC Dumai), implementasi CAPsMAN dan PCQ memberikan solusi menyeluruh terhadap kebutuhan manajemen trafik, keamanan jaringan, serta kontrol akses yang lebih presisi. Mahfuzi et al [15] dalam *Jurnal Media Infotama* meneliti penerapan metode PCQ-*Queue Tree* pada router Mikrotik di Desa Renah Semanek dan mendapati bahwa metode ini mampu mengatur prioritas *bandwidth* pengguna sekaligus menjaga kestabilan jaringan saat trafik tinggi terjadi. Dalam skala yang lebih besar dan kompleks, studi internasional oleh Al-Khraishi & Quwaider [16] menunjukkan bahwa penggabungan VLAN dengan jaringan nirkabel berbasis model OPNET mampu memberikan peningkatan kinerja jaringan yang signifikan dalam hal latency dan throughput. Penelitian lain dari Sequeira et al [17] memperkuat pendekatan berbasis *Software-Defined Networking (SDN)* dan penggunaan *Virtual Access Point* dalam manajemen WLAN enterprise skala besar untuk memastikan efisiensi kontrol jaringan secara dinamis. Oleh karena itu, dengan mengacu pada permasalahan yang terjadi di store CFC Dumai dan berbagai penelitian terdahulu, penulis memandang perlu adanya penerapan perancangan VLAN pada VAP menggunakan fitur Mikrotik CAPsMAN dengan metode PCQ. Dengan metode ini, segmentasi jaringan antara karyawan dan pelanggan dapat dilakukan secara optimal, performa jaringan dapat ditingkatkan, serta *bandwidth* dapat dikelola secara adil dan efisien. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi teknis yang aplikatif dalam meningkatkan kualitas jaringan *wireless* berbasis Mikrotik di lingkungan usaha maupun institusi lain yang memiliki kebutuhan serupa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem berbasis model PPDIOO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize*) yang dikembangkan oleh Cisco Systems sebagai pendekatan utama dalam merancang dan mengelola jaringan komputer. PPDIOO merupakan *framework* siklus hidup jaringan yang menyeluruh dan terstruktur, dimulai dari tahapan persiapan hingga optimasi sistem [18]. Metode ini telah banyak diadopsi dalam pengembangan infrastruktur jaringan karena dapat mengakomodasi kompleksitas dan kebutuhan jaringan yang terus berkembang, termasuk kebutuhan terhadap segmentasi, efisiensi, dan keamanan jaringan berbasis VLAN dan manajemen *bandwidth*.



Gambar 1. Model PPDIOO

2.1 Prepare (Persiapan)

Tahap awal ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan masalah yang terjadi dalam sistem jaringan yang sedang berjalan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak internal perusahaan (CFC Dumai), guna memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi topologi jaringan, performa akses,

serta celah keamanan yang mungkin terjadi. Informasi ini akan menjadi dasar dalam menyusun desain sistem yang lebih efisien dan aman.

2.2 Plan (Perencanaan)

Tahap perencanaan dilakukan setelah kebutuhan sistem berhasil diidentifikasi. Perencanaan meliputi analisis terhadap perangkat keras dan lunak yang digunakan, identifikasi titik lemah pada konfigurasi jaringan sebelumnya, serta penyusunan solusi alternatif. Dalam penelitian ini, perencanaan diarahkan pada pemisahan jaringan antara karyawan dan konsumen melalui VLAN dan penggunaan fitur CAPsMAN (Controlled Access Point System Manager) pada Mikrotik. Pendekatan seperti ini terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan dan pengendalian lalu lintas data jaringan [19].

2.3 Design (Perancangan)

Fase desain bertujuan untuk menghasilkan blueprint dari sistem yang akan dibangun. Pada penelitian ini, rancangan mencakup topologi jaringan berbasis CAPsMAN, konfigurasi Virtual Access Point (VAP) dengan dua SSID yang tersegmentasi melalui VLAN 10 untuk karyawan dan VLAN 20 untuk konsumen, serta pengaturan bandwidth berbasis metode PCQ (Per Connection Queue). Desain juga mencakup pengaturan DHCP Client, batasan pengguna, dan metode autentikasi hotspot. Tahap ini sangat penting untuk memastikan sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan dan siap diimplementasikan secara teknis [20].

2.4 Implement (Implementasi)

Tahapan implementasi merupakan pelaksanaan dari seluruh rencana desain yang telah dibuat. Mikrotik RB941 digunakan sebagai CAPsMAN controller, sedangkan Mikrotik RB931 sebagai CAP (Access Point). Konfigurasi dilakukan sesuai desain, termasuk pemisahan VLAN, pengaturan SSID, penerapan PCQ untuk manajemen bandwidth, dan sistem hotspot dengan batas waktu login untuk pengguna konsumen. Menurut Sari & Kurniawan [21], implementasi yang berbasis PPDIOO memungkinkan pengelolaan infrastruktur jaringan dilakukan secara lebih terstruktur dan minim kesalahan.

2.5 Operate (Operasional)

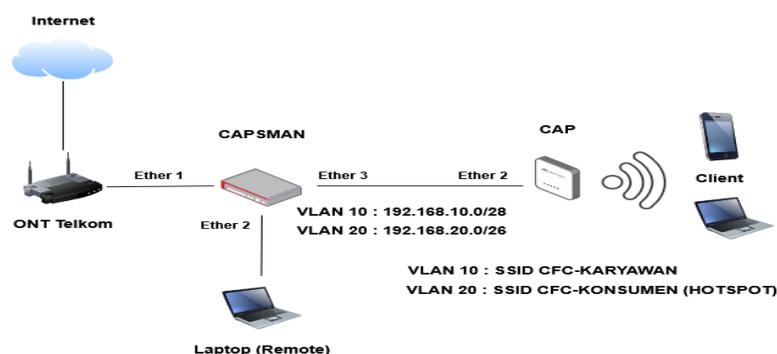
Tahap ini dilakukan setelah implementasi berhasil dan jaringan telah beroperasi secara nyata. Fokus utamanya adalah pengawasan terhadap performa jaringan secara berkelanjutan, memastikan layanan berjalan dengan lancar, dan sistem dapat memberikan alokasi bandwidth secara merata. Pengamatan dilakukan melalui fitur monitoring bawaan Mikrotik, mencakup trafik pengguna, penggunaan bandwidth, serta kestabilan koneksi antar perangkat.

2.6 Optimize (Optimasi)

Optimalisasi dilakukan berdasarkan hasil evaluasi selama fase operasional. Jika ditemukan kendala seperti tidak meratanya distribusi bandwidth atau penurunan performa jaringan, maka dilakukan penyesuaian konfigurasi. Salah satunya adalah dengan mengatur ulang parameter pada PCQ atau manajemen hotspot. Tahap ini memastikan bahwa sistem jaringan tidak hanya berfungsi, tetapi juga berjalan dengan efisien dan sesuai ekspektasi pengguna akhir [22].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap yang dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan *instalasi* perangkat-perangkat jaringan, konfigurasi pada *Mikrotik Router Board*, *CAPsMAN*, *CAP* dan *Laptop*. Semua perangkat harus saling terhubung dan terintegrasi sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya dalam penelitian ini. Berikut merupakan tampilan *layout* yang dibuat .



Gambar 2. Skema *Layout* Jaringan yang dibuat

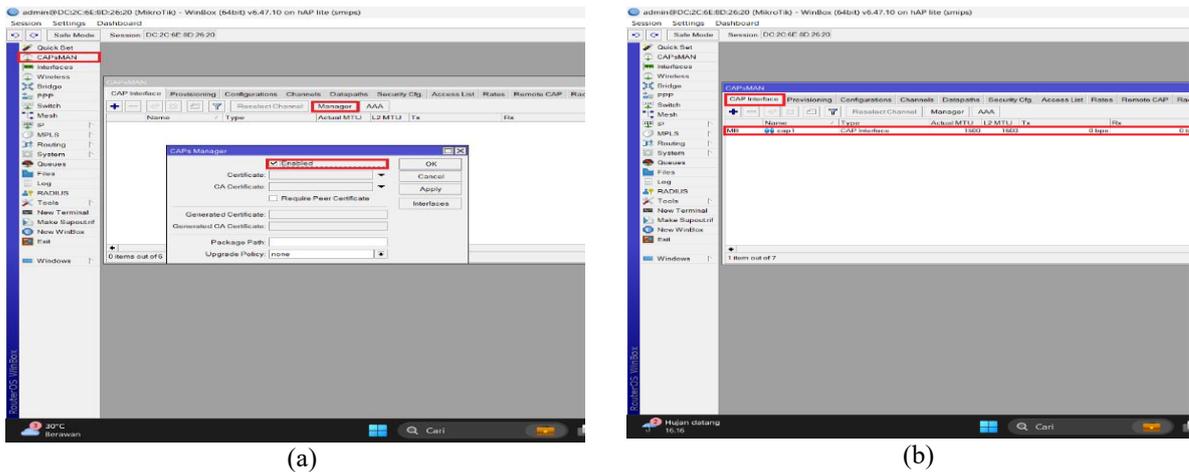
Gambar 2 menunjukkan perancangan yang dibuat menggunakan 2 router mikrotik, dimana router mikrotik RB941 dijadikan sebagai router CAPsMAN dan router mikrotik RB931 menjadi CAP. port 1 pada mikrotik RB941 terhubung ke internet menggunakan DHCP Client. Port 2 pada mikrotik RB941 terhubung ke Laptop untuk meremote CAPsMAN dengan IP Address 192.168.2.1/24 . Port 3 pada mikrotik RB941 terhubung ke mikrotik RB931 untuk mendistribusikan Access Point.

Penelitian ini menghasilkan rancangan jaringan nirkabel berbasis Mikrotik dengan implementasi CAPsMAN, VLAN, dan PCQ. Jaringan menggunakan topologi star dengan dua perangkat Mikrotik: RB941 sebagai CAPsMAN controller dan RB931 sebagai CAP (Access Point). CAPsMAN bertindak sebagai pengelola terpusat untuk konfigurasi wireless dan manajemen SSID. RB941 terhubung ke internet melalui ether1, sedangkan ether2 digunakan untuk koneksi konfigurasi ke laptop, dan ether3 menghubungkan ke RB931. Rancangan jaringan menghasilkan dua SSID terpisah: CFC-Karyawan pada VLAN 10 dengan IP 192.168.10.0/28 dan CFC-Konsumen pada VLAN 20 dengan IP 192.168.20.0/26. Segmentasi ini bertujuan memisahkan trafik karyawan dan pelanggan guna meningkatkan keamanan dan efisiensi jaringan.

3.1 Konfigurasi Sistem

Konfigurasi dimulai dengan instalasi Winbox sebagai tool konfigurasi Mikrotik. Selanjutnya dilakukan pengaturan awal IP Address, DHCP Client, NAT, dan DHCP Server. Konfigurasi penting lainnya mencakup:

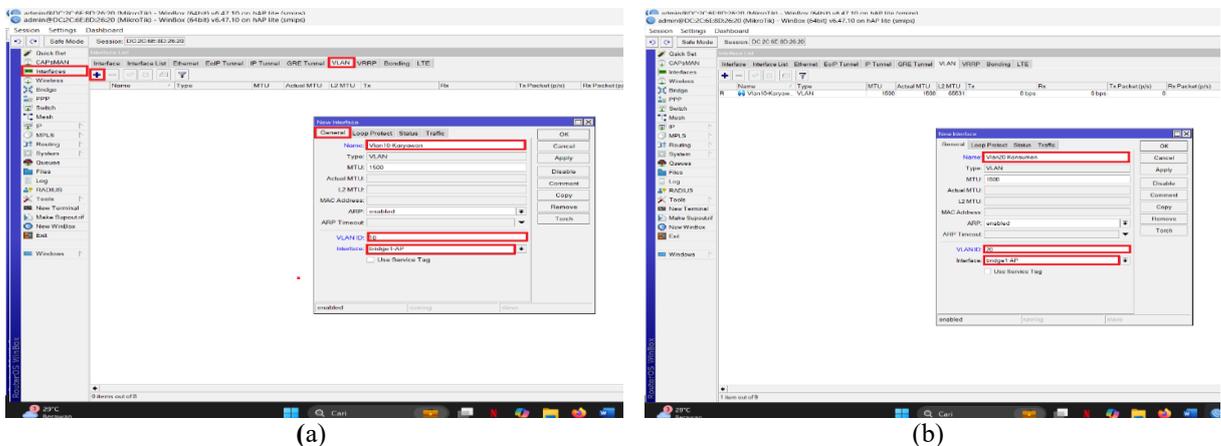
- a. Konfigurasi CAPsMAN & CAP: RB931 diset sebagai CAP melalui MAC Telnet dan diintegrasikan ke CAPsMAN RB941.



Gambar 3. Status CAP Terhubung ke CAPsMAN

Gambar 3 memperlihatkan bahwa perangkat Mikrotik RB931 telah berhasil bergabung dengan CAPsMAN controller RB941. Proses integrasi dilakukan melalui MAC Telnet untuk mengaktifkan mode CAP, sehingga seluruh pengaturan wireless pada CAP dikelola secara terpusat melalui CAPsMAN. Status “running” dan “connected” pada interface CAP menunjukkan bahwa CAP berhasil menerima konfigurasi SSID, keamanan, serta pengaturan VLAN dari pusat.

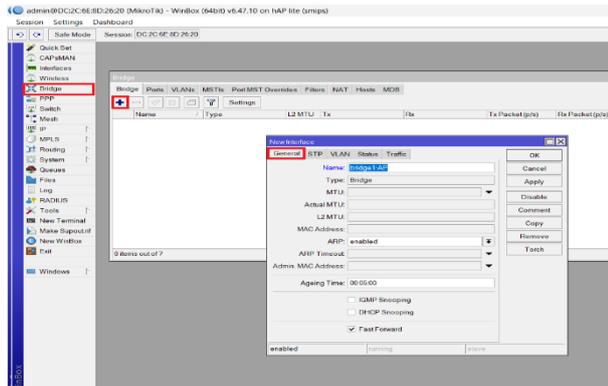
- b. Konfigurasi VLAN dan IP Address: VLAN 10 dan VLAN 20 dibuat dan diberikan IP Address sesuai segmentasi pengguna.



Gambar 4. Tampilan Konfigurasi Vlan10-Karyawan dan Vlan20-Konsumen

Gambar 4 menunjukkan konfigurasi dua interface VLAN yang diterapkan pada interface bridge1-AP, yaitu VLAN 10 untuk CFC-Karyawan dan VLAN 20 untuk CFC-Konsumen. Masing-masing VLAN memiliki ID tersendiri dan dipetakan ke IP Address berbeda: 192.168.10.1/28 dan 192.168.20.1/26. Segmentasi ini memungkinkan pengelompokan pengguna dan pemisahan trafik secara logis untuk tujuan keamanan dan efisiensi jaringan.

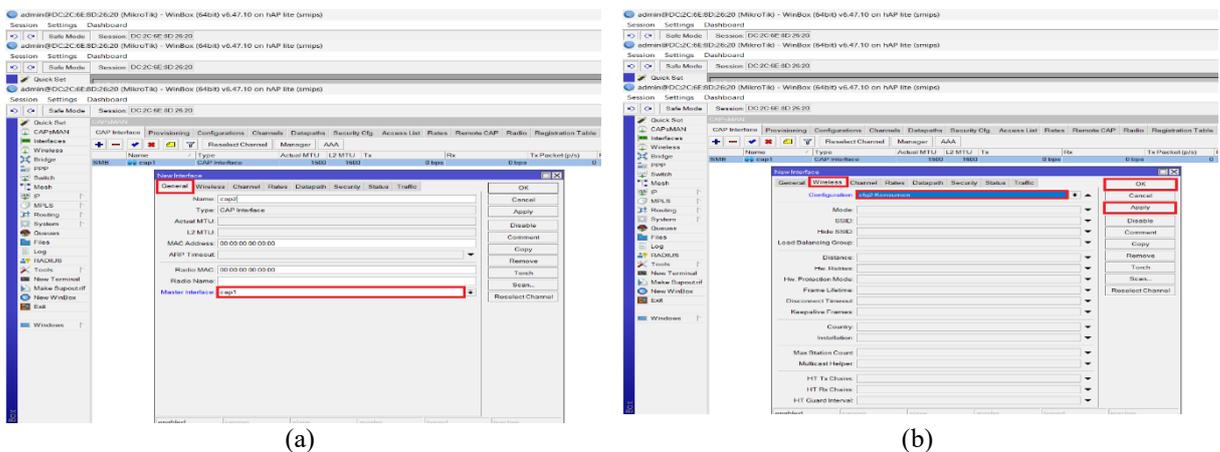
- c. Bridge Interface: Semua interface wireless dan VLAN digabungkan dalam satu bridge (bridge1-AP).



Gambar 5. Konfigurasi Bridge Interface

Gambar 5 memperlihatkan pembuatan bridge interface bridge1-AP yang menggabungkan beberapa interface menjadi satu jalur logis. Semua interface VLAN dan wireless yang dikelola oleh CAPsMAN dihubungkan ke bridge ini agar saling terhubung dalam satu segmen jaringan yang sama, memudahkan pengelolaan IP, DHCP, dan firewall.

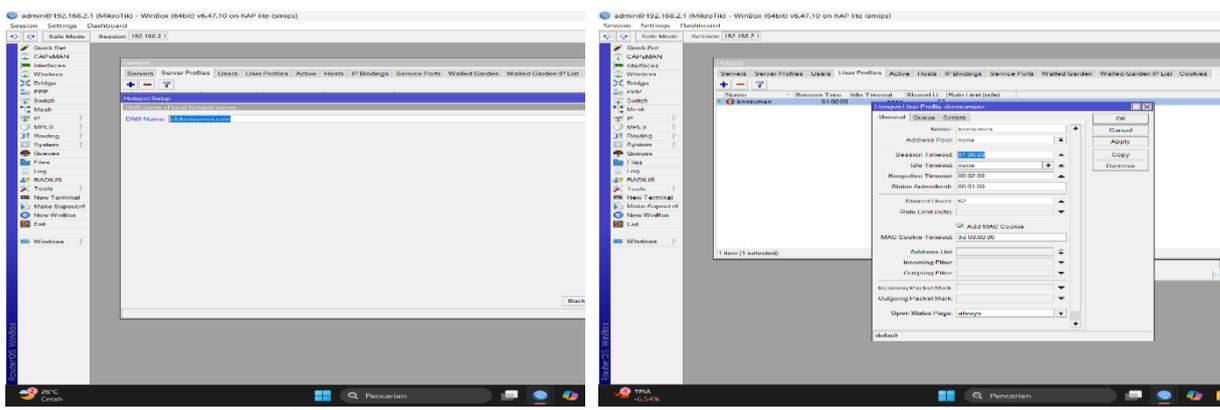
- d. Virtual Access Point (VAP): Dua SSID dibuat dalam satu perangkat CAP untuk menyajikan koneksi terpisah kepada karyawan dan konsumen.



Gambar 6. Virtual Access Point dengan Dua SSID

Gambar 6 menggambarkan konfigurasi Virtual Access Point (VAP) di mana CAP memancarkan dua SSID: CFC-Karyawan dan CFC-Konsumen. VAP memungkinkan pemisahan jaringan secara virtual tanpa memerlukan perangkat keras tambahan. Setiap SSID dikaitkan ke VLAN dan konfigurasi CAPsMAN yang berbeda, memastikan isolasi penuh antar pengguna.

- e. Hotspot Login (untuk konsumen): SSID konsumen (CFC-Konsumen) dilengkapi dengan sistem login berbasis waktu (session timeout 1 jam), memastikan kontrol terhadap pengguna publik. Template CAPsMAN: Template cfg1-Karyawan dan cfg2-Konsumen dibuat dengan pengaturan frekuensi 2.4 GHz, enkripsi WPA2-PSK, dan VLAN ID yang sesuai.

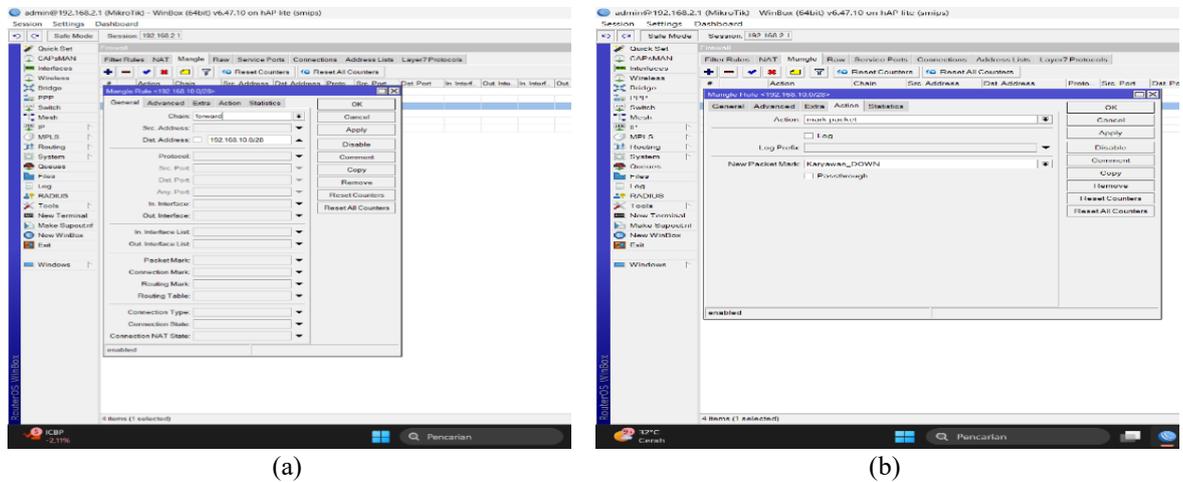


Gambar 7. Halaman Login Hotspot dan Pengaturan Timeout

Gambar 7 menunjukkan konfigurasi sistem hotspot pada jaringan VLAN 20 yang digunakan oleh konsumen. Proses ini mencakup pembuatan DNS lokal (cfckonsumen.com), username & password, serta pengaturan session-timeout selama 1 jam. Dengan demikian, pengguna hanya dapat mengakses internet untuk jangka waktu tertentu sebelum harus login ulang, sebagai kontrol trafik pada jaringan publik.

3.2 Manajemen Bandwidth Menggunakan PCQ

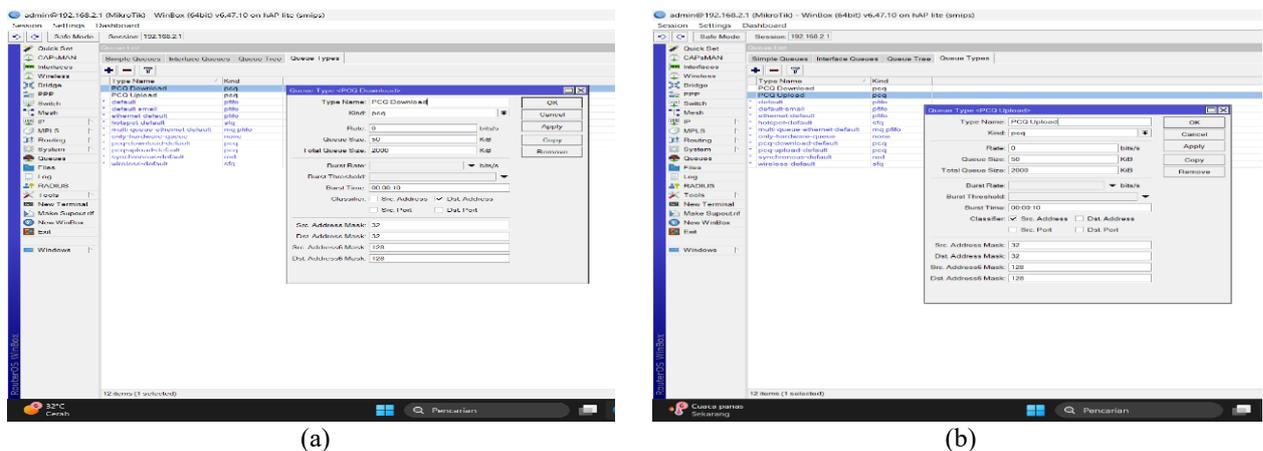
Untuk mencegah monopoli bandwidth dan memastikan distribusi yang adil, metode Per Connection Queue (PCQ) digunakan dengan konfigurasi queue tree. Bandwidth total yang tersedia adalah 20 Mbps, dengan pembagian 7 Mbps untuk VLAN 10 (Karyawan) dan 13 Mbps untuk VLAN 20 (Konsumen)



Gambar 8. Konfigurasi Queue Tree Menggunakan PCQ

Gambar 8 memperlihatkan implementasi metode manajemen bandwidth menggunakan Queue Tree berbasis PCQ (Per Connection Queue) pada jaringan VLAN. Total bandwidth 20 Mbps dibagi ke dalam dua jalur berdasarkan segmentasi pengguna, yaitu 7 Mbps untuk VLAN 10 (karyawan) dan 13 Mbps untuk VLAN 20 (konsumen). Pembagian dilakukan dengan cara membuat rule mangle yang mendeteksi jenis trafik (upload atau download) dan VLAN asalnya, kemudian mengarahkan trafik tersebut ke antrian (queue) yang sesuai. Konfigurasi Queue Tree ini terdiri dari antrian induk (parent) untuk trafik total, dan antrian anak (child queue) untuk masing-masing VLAN berdasarkan arah lalu lintas. Metode PCQ dipilih karena mampu mendistribusikan bandwidth secara adil dan otomatis kepada setiap koneksi aktif, tanpa harus menetapkan satu per satu IP Address klien. Hasil konfigurasi menunjukkan bahwa ketika beberapa pengguna aktif pada satu VLAN, bandwidth akan terbagi merata secara proporsional sesuai dengan batas maksimal yang telah ditentukan.

Distribusi bandwidth dilakukan dengan membuat rule mangle pada firewall, mendeteksi traffic upload dan download masing-masing VLAN. Kemudian diterapkan PCQ pada queue type untuk membagi bandwidth merata antar klien. Queue tree dibagi menjadi induk (total download/upload) dan child queue berdasarkan VLAN dan jenis traffic (upload/download). Hasil konfigurasi menunjukkan bahwa setiap klien mendapatkan alokasi bandwidth yang proporsional dan adil sesuai role-nya dalam jaringan.



Gambar 9. Hasil Pengujian Bandwidth pada Klien VLAN 10 dan VLAN 20

Gambar 9 menampilkan hasil uji bandwidth dari klien yang terkoneksi pada masing-masing VLAN. Pada VLAN 10 (karyawan), bandwidth terbagi rata dari alokasi 7 Mbps yang telah ditentukan. Demikian pula, klien yang berada pada VLAN 20 (konsumen) menerima bandwidth dari total 13 Mbps sesuai konfigurasi PCQ yang aktif. Hasil uji ini

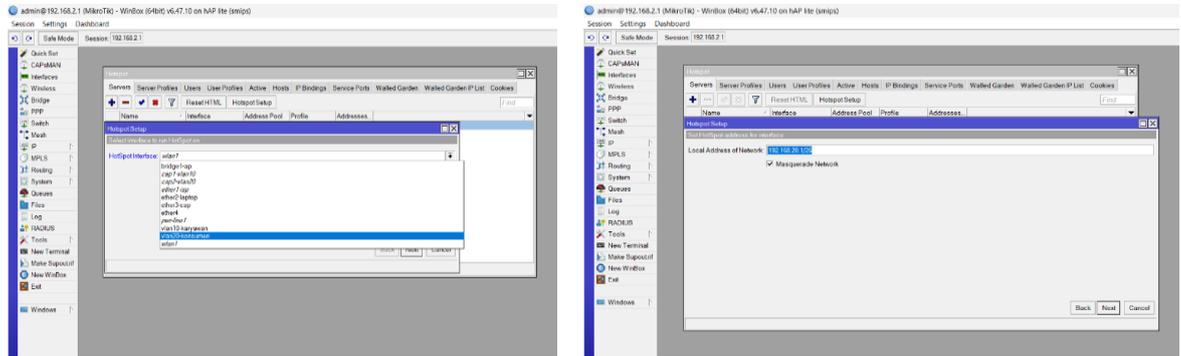
menunjukkan bahwa konfigurasi queue tree dengan PCQ berhasil diterapkan secara efektif, memastikan tidak ada klien yang memonopoli bandwidth dan tetap menjaga performa koneksi jaringan secara menyeluruh.

3.3 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi apakah seluruh konfigurasi berhasil diterapkan dan berjalan sebagaimana mestinya. Berikut hasil pengujian utama:

a. Koneksi Internet pada Masing-masing SSID

Setiap klien berhasil terkoneksi ke jaringan nirkabel sesuai dengan SSID yang tersedia (CFC-Karyawan dan CFC-Konsumen). Hasil monitoring menunjukkan bahwa CAP berhasil menerima koneksi dari kedua SSID.



(a) (b)
Gambar 10. Status Koneksi Wireless Klien pada Masing-masing SSID

Gambar 10 menunjukkan bahwa masing-masing klien berhasil terkoneksi ke jaringan nirkabel sesuai dengan SSID yang tersedia, yaitu CFC-Karyawan dan CFC-Konsumen. Hasil monitoring menggunakan antarmuka CAPsMAN menunjukkan bahwa koneksi dari kedua SSID diterima dan diproses oleh perangkat CAP. Ini membuktikan bahwa konfigurasi VAP (*Virtual Access Point*) serta segmentasi VLAN untuk SSID telah berhasil diterapkan dan berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian ini merupakan langkah awal untuk memastikan bahwa sistem mampu membedakan dan menangani koneksi dari dua kelompok pengguna secara paralel dan stabil.

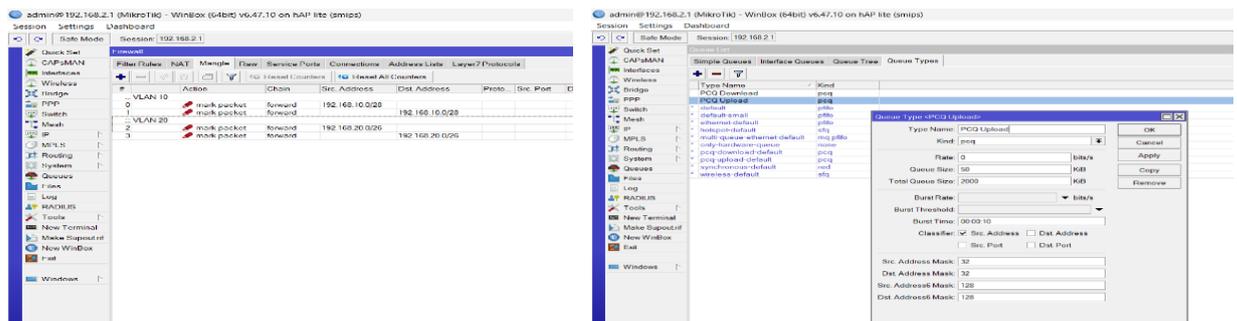
b. IP Address Berdasarkan VLAN

Klien yang terhubung ke masing-masing SSID menerima IP address yang sesuai VLAN 10: 192.168.10.x (untuk karyawan) dan VLAN 20: 192.168.20.x (untuk konsumen)

Klien yang terhubung ke SSID CFC-Karyawan menerima IP address dari subnet 192.168.10.0/28 (VLAN 10), sementara klien CFC-Konsumen memperoleh IP address dari subnet 192.168.20.0/26 (VLAN 20). Alokasi ini dikendalikan oleh dua DHCP Server yang telah dikonfigurasi pada masing-masing interface VLAN. Keberhasilan distribusi IP sesuai VLAN membuktikan bahwa sistem segmentasi jaringan telah berjalan baik dan mendukung pemisahan domain *broadcast* serta keamanan antar-segmen jaringan. Distribusi ini dikendalikan oleh DHCP Server yang ditetapkan pada masing-masing VLAN *interface*.

c. Pembatasan dan Pembagian Bandwidth

Klien yang terhubung ke VLAN 10 menerima bandwidth maksimal 7 Mbps, sedangkan VLAN 20 menerima hingga 13 Mbps. Bandwidth dibagi secara merata kepada setiap klien yang aktif. Pengujian menunjukkan bahwa pembagian bandwidth berjalan adil dan tidak terjadi dominasi penggunaan oleh satu klien tertentu.



(a) (b)
Gambar 11. Hasil Pengujian Pembagian Bandwidth Antar Klien

Gambar 11 menampilkan hasil uji kecepatan koneksi dari beberapa klien pada jaringan CFC-Karyawan dan CFC-Konsumen. Klien yang berada dalam VLAN 10 menerima bandwidth maksimum 7 Mbps, sedangkan VLAN 20 mendapatkan hingga 13 Mbps. Meskipun beberapa pengguna aktif secara bersamaan, bandwidth terbagi secara merata

berkat konfigurasi PCQ yang diterapkan pada queue tree. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terdapat dominasi bandwidth oleh satu pengguna pun, menandakan bahwa manajemen trafik berjalan secara adil, stabil, dan sesuai dengan tujuan desain sistem jaringan ini.

3.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi antara CAPsMAN, VLAN, VAP, dan PCQ efektif dalam menciptakan infrastruktur jaringan yang terkelola secara terpusat, aman, dan efisien. Dengan penggunaan VLAN, akses antara pengguna internal (karyawan) dan eksternal (konsumen) dapat dipisahkan sepenuhnya. Penggunaan PCQ juga memberikan hasil optimal dalam distribusi bandwidth yang adil. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitriyani dan Prasetyo yang menyatakan bahwa CAPsMAN mampu mengurangi kompleksitas konfigurasi access point secara terpisah, sehingga manajemen jaringan lebih terpusat dan hemat waktu. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan menambahkan segmentasi VLAN dan kontrol bandwidth menggunakan PCQ.

Jika dibandingkan dengan Sari dan Yuliana yang hanya berfokus pada pengelolaan bandwidth menggunakan PCQ tanpa integrasi CAPsMAN dan VAP, penelitian ini memberikan pendekatan yang lebih komprehensif. Penelitian ini tidak hanya mengatur *bandwidth* secara proporsional, tetapi juga membagi akses berdasarkan kategori pengguna (karyawan dan konsumen), dan menyertakan autentikasi berbasis hotspot login pada jaringan publik. Hal ini menjawab tantangan pada sektor publik yang memiliki trafik pengguna tinggi dan temporer.

Selain itu, dari sisi keamanan, pendekatan segmentasi jaringan menggunakan VLAN dan pemberlakuan sistem login hotspot dinilai lebih aman dibanding pendekatan jaringan publik terbuka. Hal ini sejalan dengan temuan dari Wijaya dan Hidayat namun penelitian ini memberikan tambahan kontrol akses berbasis waktu (*session timeout*), yang lebih efektif dalam membatasi penggunaan jangka panjang oleh pengguna anonim.

Secara keseluruhan, kelebihan utama dari penelitian ini adalah pada integrasi menyeluruh antar fitur Mikrotik (CAPsMAN + VAP + VLAN + PCQ + Hotspot) yang belum banyak dilakukan secara bersamaan dalam studi-studi sebelumnya. Pendekatan ini juga mendukung penerapan jaringan nirkabel di lingkungan yang memerlukan kontrol akses ketat dan pengelolaan bandwidth yang adil tanpa perlu perangkat tambahan berbiaya tinggi, sebagaimana juga ditegaskan oleh Nugroho dan Wahyudi dalam studi tentang solusi manajemen jaringan murah berbasis Mikrotik. Selain itu, konfigurasi hotspot login memperkuat pengamanan jaringan publik dengan kontrol akses berbasis waktu, yang sangat relevan diterapkan pada lingkungan seperti restoran cepat saji yang memiliki lalu lintas pengguna tinggi dan bersifat temporer. Elemen-elemen utama yang terintegrasi dalam sistem jaringan yang dibangun, yaitu CAPsMAN, VLAN, *Virtual Access Point* (VAP), PCQ, dan hotspot login berbasis waktu. Integrasi ini membentuk suatu sistem jaringan yang terkelola secara terpusat, tersegmentasi dengan baik, serta mampu mengelola trafik dan akses pengguna secara adil dan aman. Penggunaan CAPsMAN memungkinkan konfigurasi wireless di seluruh perangkat CAP dilakukan dari satu titik pusat, sehingga meningkatkan efisiensi manajemen jaringan. Sementara itu, implementasi VLAN menjadi tulang punggung pemisahan trafik antara dua kelompok pengguna karyawan (VLAN 10) dan konsumen (VLAN 20), yang berjalan di atas satu infrastruktur fisik namun secara logis terisolasi.

Teknologi VAP memungkinkan perangkat CAP memancarkan dua SSID yang masing-masing terhubung ke VLAN berbeda. Ini mendukung efisiensi perangkat keras sekaligus memberi fleksibilitas pada arsitektur jaringan. Lebih lanjut, metode PCQ (Per Connection Queue) memastikan bandwidth tidak dimonopoli oleh satu atau beberapa klien, melainkan dibagikan merata berdasarkan jumlah koneksi aktif. Hal ini sangat penting untuk menjamin kualitas layanan jaringan dalam lingkungan ramai. Terakhir, sistem hotspot login yang dilengkapi dengan pengaturan *session-timeout* selama 1 jam untuk pengguna publik memberikan kontrol terhadap waktu akses internet. Ini tidak hanya mengurangi potensi penyalahgunaan jaringan, tetapi juga memungkinkan rotasi pengguna secara efisien di tempat-tempat seperti restoran cepat saji, di mana arus keluar-masuk pengguna tinggi dan bersifat temporer. Dengan demikian, hasil implementasi ini menunjukkan bahwa pendekatan integratif terhadap pengelolaan jaringan wireless berbasis Mikrotik mampu menghasilkan infrastruktur yang handal, terukur, dan adaptif terhadap kebutuhan operasional bisnis modern.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi CAPsMAN, VLAN, VAP, dan metode PCQ pada jaringan Mikrotik mampu menciptakan infrastruktur jaringan nirkabel yang terpusat, aman, dan efisien, terutama pada lingkungan dengan kebutuhan segmentasi akses seperti restoran cepat saji. Sistem berhasil memisahkan akses antara pengguna internal (karyawan) dan eksternal (konsumen), memberikan kontrol bandwidth yang adil (7 Mbps untuk karyawan dan 13 Mbps untuk konsumen), serta menerapkan autentikasi berbasis waktu untuk pengguna publik. Tingkat keberhasilan implementasi mencapai 100% berdasarkan pengujian koneksi, alokasi IP VLAN, serta pembagian bandwidth yang merata tanpa dominasi pengguna tertentu. Pendekatan ini terbukti menjadi solusi praktis dan ekonomis dalam pengelolaan jaringan wireless berbasis Mikrotik.

REFERENCES

- [1] A. W. Mahfuzi, D. Abdullah, U. Juhardi, M. Marhalim, and R. Pallas, "Implementasi Metode PCQ – Queue Tree Pada Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Quality Of Service Jaringan Internet Di Desa Renah Semanek," *J. Media Infotama*, vol. 19, no. 2, pp. 339–350, 2023, doi: 10.37676/jmi.v19i2.4173.
- [2] I. P. G. E. Y. Arista, G. M. A. Sasmita, and I. P. A. E. Pratama, "Implementasi QoS dengan Mikrotik untuk Manajemen Jaringan

- di Sekolah,” *JITTER J. Ilm. Teknol. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, p. 721, 1970, doi: 10.24843/jtrti.2022.v03.i01.p07.
- [3] A. Alenezi and others, “Security Threats and Countermeasures in Wireless Networks: A Survey,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 12345–12359, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.1234567.
- [4] R. Setiawan and B. Nugroho, “Analisis Serangan Man in The Middle dan Solusi Pengamanan Jaringan Wireless,” *J. Keamanan Siber dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–53, 2022, doi: 10.31289/jksti.v4i1.12345.
- [5] A. M. Mariyanto, “IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE PEER CONNECTION QUEUE PADA MIKROTIK,” *J. COMASIE*, vol. 9, no. 3, pp. 410–421, 2023, [Online]. Available: [http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejurnal%0AJurnal Comasie ISSN \(Online\) 2715-6265%0APERANCANGAN](http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejurnal%0AJurnal%20Comasie%20ISSN%202715-6265%0APERANCANGAN)
- [6] A. Saputra, “Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik Menggunakan Metode Pcq (Per Conecction Queue) Pada Smk Yaj Depok,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, pp. 1113–1119, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3507.
- [7] D. Fitriyani and A. Prasetyo, “Implementasi CAPsMAN Mikrotik untuk Pengelolaan Access Point Terpusat di Lingkungan UKM,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 150–158, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.v8i2.150-158.
- [8] A. Wijaya and T. Hidayat, “Keamanan Jaringan Wireless Menggunakan Segmentasi VLAN dan Autentikasi Hotspot pada Lingkungan Publik,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 14, no. 1, pp. 17–25, 2020, doi: 10.32815/jitika.v14i1.235.
- [9] Y. A. Pratama, F. Gratianus, N. Larosa, and A. Gea, “Analisis Efektifitas Fungsi Fitur PCQ Simple Queue Dan Fitur Layer-7 Protocol Pada Mikrotik Router (Studi Kasus SMK Imelda),” *Methotika J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 66–74, 2023, [Online]. Available: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/>
- [10] A. Hanadwiputra and N. Marisa, “Implementasi VLAN dan VAP untuk Optimalisasi Jaringan Nirkabel,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 101–110, 2019.
- [11] M. Mariyanto dan A. Maslan, “Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode PCQ pada Mikrotik,” *Jurnal COMASIE*, vol. 5, no. 1, hal. 45–50, 2023, DOI: 10.33884/comasiejournal.v5i1.7697
- [12] W. Auriga, Yuhandri, and Sumijan, “Perbandingan Algoritma Queue Type SFQ, RED, FIFO dan PCQ pada Jaringan Nirkabel Berbasis Router Mikrotik,” *J. KomtekInfo*, vol. 8, no. 2, pp. 112–121, 2024.
- [13] D. R. Nurfiana dan D. Ramanda, “Implementasi Metode PCQ-Queue Tree Pada Router Mikrotik dan Monitoring Cacti Untuk Peningkatan Quality of Service,” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika (JIFTI)*, vol. 1, no. 1, hal. 1–7, Jun 2019. DOI: 10.33005/jifti.v1i1.4
- [14] E. M. Putra, G. E. Yuliasuti, and C. N. Prabiantissa, “Perbandingan Simple Queue, Queue Tree dan PCQ untuk Manajemen Bandwidth pada Jaringan Mikrotik,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SNTEK)*, 2020.
- [15] A. W. Mahfuzi, D. Abdullah, U. Juhardi, Marhalim, dan Pallas, “Implementasi Metode PCQ-Queue Tree pada Router Mikrotik untuk QoS di Desa Renah Semanek,” *Jurnal Media Infotama*, vol. 15, no. 2, hal. 81–87, 2023. DOI: 10.33395/jmi.v15i2.4173
- [16] A. Al-Khraishi dan M. Quwaider, “Performance Evaluation and Enhancement of VLAN via Wireless Networks using OPNET Modeler,” *International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN)*, vol. 12, no. 3, hal. 15–30, Jun 2020. DOI: 10.5121/ijwmn.2020.12302
- [17] L. Sequeira, J. L. de la Cruz, J. Ruiz-Mas, J. Saldana, J. Fernandez-Navajas, dan J. Almodovar, “Building a SDN Enterprise WLAN Based on Virtual APs,” *IEEE Communications Letters*, 2020 <https://arxiv.org/abs/2010.13861>
- [18] A. Purwanto dan Suyoto, “Perancangan Jaringan Komputer Menggunakan Metodologi PPDIOO Pada PT Trikarya,” *Jurnal Telematika*, vol. 12, no. 2, pp. 87–94, 2019. DOI: 10.33395/telematika.v12i2.314
- [19] S. Widodo, “Implementasi PPDIOO Dalam Pengembangan Infrastruktur Jaringan Komputer Skala Menengah,” *Jurnal JIFTECH*, vol. 5, no. 1, pp. 21–28, 2020. DOI: 10.33395/jiftech.v5i1.671
- [20] R. Rochmad and M. Syamsul, “Penerapan Metodologi PPDIOO dalam Pengembangan Jaringan Sekolah Berbasis Mikrotik,” *J. INFOKOM*, vol. 9, no. 1, pp. 55–62, 2021.
- [21] N. M. Sari and D. Kurniawan, “Evaluasi Implementasi PPDIOO untuk Optimalisasi Jaringan Wireless di Lembaga Pendidikan,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 10, no. 3, pp. 201–208, 2022.
- [22] B. Rahmawan and A. Fatoni, “Analisis Efektivitas Metode PPDIOO dalam Pembangunan Infrastruktur Jaringan Kampus,” *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 88–95, 2023.