

Manajemen Bandwidth Koneksi Starlink Menggunakan Mikrotik RouterOS Versi 7 dengan Metode PCQ di Dinas Kominfo Kabupaten Jayawijaya

Herman Wordaun Rainhart Rummy¹, Agus Prihanto²

^{1,3} Program Studi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

¹herman.21076@mhs.unesa.ac.id

²agusprihanto@unesa.ac.id

Abstrak— Kabupaten Jayawijaya sebagai wilayah 3T (tertinggal, terdepan, terluar) memiliki keterbatasan infrastruktur jaringan konvensional. Starlink mampu menyediakan akses internet berbasis satelit orbit rendah, namun tanpa manajemen bandwidth yang tepat, distribusi koneksi menjadi timpang dan mengganggu layanan pemerintahan digital. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan dan mengevaluasi efektivitas metode Per Connection Queue (PCQ) pada Mikrotik RouterOS Versi 7 dalam mengelola bandwidth Starlink di Dinas Kominfo Kabupaten Jayawijaya. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain pretest-posttest pada 20 perangkat aktif dari empat divisi. Instrumen berupa Mikrotik hAP ac3 RouterOS v7.14.3 dengan konfigurasi PCQ pada empat VLAN batas 10 Mbps. Data dikumpulkan melalui observasi teknis, monitoring WinBox, dan Speedtest CLI, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif komparatif. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan: kecepatan download meningkat dari 8,2 Mbps menjadi 12,6 Mbps (+53,7%), upload dari 1,3 Mbps menjadi 9,8 Mbps (+653%), latensi menurun dari 289 ms menjadi 96 ms (-66,8%), dan packet loss dari 4,2% menjadi 0%. Distribusi bandwidth antar divisi menjadi merata (24-26%), dibandingkan kondisi sebelumnya di mana satu divisi mendominasi hingga 70%. Kesimpulan: PCQ pada Mikrotik RouterOS Versi 7 efektif mendistribusikan bandwidth secara adil, stabil, dan adaptif untuk jaringan pemerintahan di wilayah 3T.

Kata Kunci— Manajemen Bandwidth, PCQ, Mikrotik RouterOS V7, Starlink, Wilayah 3T, Jayawijaya

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah mendorong penerapan konsep e-Government yang mengedepankan efisiensi, transparansi, dan keterbukaan informasi publik. Namun, di wilayah 3T (tertinggal, terdepan, dan terluar) seperti Kabupaten Jayawijaya, Papua, realisasi konsep ini masih menghadapi tantangan besar. Kondisi geografis pegunungan yang ekstrem dan minimnya infrastruktur digital menjadi penghambat utama dalam transformasi digital di daerah tersebut [1].

Jayawijaya berada di wilayah pegunungan tengah Papua dengan topografi ekstrem. Berdasarkan data BPS Papua (2023), tingkat penetrasi internet di Jayawijaya masih di bawah 30%, jauh di bawah rata-rata nasional. Gangguan koneksi internet berdampak langsung pada efektivitas kerja

instansi pemerintah, termasuk Dinas Komunikasi dan Informatika (Kominfo) Kabupaten Jayawijaya, dalam mengakses aplikasi seperti SIMPEG, SAKD, dan layanan e-office [2].

Starlink, layanan internet berbasis satelit orbit rendah (Low Earth Orbit/LEO) dari SpaceX, hadir sebagai solusi alternatif untuk wilayah terpencil. Berbeda dengan satelit konvensional geostasioner, satelit LEO beroperasi pada ketinggian 340-1.200 km dan mampu memberikan koneksi internet dengan latensi rendah (20-40 ms) dan jangkauan luas [3]. Namun, tanpa pengelolaan bandwidth yang baik, bandwidth yang tersedia dapat diserap oleh sebagian kecil pengguna, menyebabkan ketimpangan akses dan menurunkan produktivitas [4].

Metode Per Connection Queue (PCQ) pada Mikrotik RouterOS merupakan solusi manajemen bandwidth yang dapat membagi bandwidth berdasarkan jumlah koneksi pengguna secara adil dan merata secara otomatis. PCQ terbukti efektif di berbagai lingkungan, dari institusi pendidikan hingga kantor pemerintahan [5]. RouterOS Versi 7 dipilih karena mendukung berbagai fitur manajemen jaringan tingkat lanjut dan pembaruan kernel Linux 5.6 ke atas yang meningkatkan stabilitas dan efisiensi [6].

Penelitian ini bertujuan: (1) mengimplementasikan metode PCQ pada perangkat Mikrotik RouterOS Versi 7 untuk mengatur distribusi bandwidth jaringan Starlink di Dinas Kominfo Kabupaten Jayawijaya; dan (2) mengukur peningkatan performa jaringan meliputi latensi, kecepatan unduh/unggah, serta kestabilan koneksi sebelum dan sesudah penerapan PCQ.

A. Manajemen Bandwidth

Bandwidth adalah kapasitas maksimum suatu jalur komunikasi dalam mentransfer data per satuan waktu, diukur dalam bps, kbps, atau Mbps [7]. Manajemen bandwidth diperlukan untuk memastikan distribusi sumber daya yang efisien dan adil, menjaga kestabilan jaringan, serta memastikan semua pengguna mendapatkan kualitas layanan optimal [8]. Berbagai metode dapat diterapkan, antara lain: Traffic Shaping, Traffic Policing, Queueing (Antrian), dan Quality of Service (QoS).

B. Starlink

Starlink adalah layanan internet berbasis satelit LEO yang dikembangkan SpaceX, bertujuan menyediakan akses internet berkecepatan tinggi dan latensi rendah untuk wilayah-wilayah terpencil [9]. Rata-rata kecepatan unduh Starlink mencapai 110-150 Mbps dengan latensi 25-50 ms. Sistem ini terdiri dari konstelasi satelit LEO, stasiun bumi (ground station), dan perangkat terminal pengguna berupa antena datar yang secara otomatis melacak satelit. Kementerian Kominfo RI (2023) menyatakan Starlink sebagai solusi strategis dalam mendukung Program Indonesia Merdeka Sinyal dan mempercepat digitalisasi layanan publik di daerah 3T [10].

C. Mikrotik RouterOS Versi 7

MikroTik RouterOS adalah sistem operasi berbasis Linux untuk fungsi-fungsi jaringan seperti routing, firewall, hotspot, dan manajemen bandwidth. RouterOS Versi 7 membawa perubahan fundamental dibandingkan versi sebelumnya, termasuk migrasi ke kernel Linux 5.6, integrasi WireGuard VPN, perombakan BGP, dukungan VRF, dan peningkatan manajemen IPsec [11]. Penelitian Prasetya (2023) menunjukkan bahwa RouterOS v7 memberikan peningkatan performa signifikan dalam skenario jaringan lokal, terutama dalam manajemen trafik dan routing dinamis [6].

D. Metode PCQ (Per Connection Queue)

PCQ merupakan metode manajemen bandwidth yang membagi bandwidth berdasarkan koneksi individual. Setiap koneksi mendapatkan porsi bandwidth tersendiri sehingga pengguna berat tidak dapat mengambil alih seluruh bandwidth yang tersedia [12]. PCQ bekerja dengan membuat antrian baru untuk setiap koneksi yang terdeteksi, menggunakan PCQ-Classifer (Dst-Address, Src-Address, Dst-Port, Src-Port) dan menerapkan FIFO per sub-stream. Parameter penting dalam PCQ meliputi Rate (batas maksimum per koneksi), Limit-At (batas minimum bandwidth), Total Limit (maksimum koneksi), Priority, dan Burst.

Kelebihan utama PCQ adalah kemampuannya menyesuaikan alokasi bandwidth secara otomatis dan dinamis tanpa intervensi administrator. Ketika jumlah pengguna bertambah, PCQ membagi bandwidth secara merata; ketika berkurang, alokasi per pengguna meningkat. Beberapa penelitian sebelumnya mendukung efektivitas PCQ: Mariyanto & Maslan (2023) menunjukkan PCQ mengoptimalkan distribusi bandwidth upload dan download secara merata [13]; Saputra & Putra (2023) membuktikan PCQ dapat membagi bandwidth secara adil di lingkungan SMK [14]; Azizah & Veritawati (2023) menemukan kombinasi Queue Tree dan PCQ mampu mengurangi bottleneck di BPJS Ketenagakerjaan [15].

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain pretest-posttest tanpa kelompok

kontrol. Kondisi jaringan sebelum dan sesudah penerapan metode PCQ dibandingkan berdasarkan parameter teknis tertentu. Desain ini dipilih karena sesuai dengan tujuan mengukur dampak satu perlakuan (PCQ) terhadap sistem jaringan yang sebelumnya tidak memiliki manajemen bandwidth, dalam konteks lingkungan kerja nyata instansi pemerintahan daerah.

B. Tempat, Waktu, dan Subjek

Penelitian dilaksanakan di Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Jayawijaya, Provinsi Papua pada April-Juli 2025. Subjek penelitian adalah 20 perangkat aktif dari empat divisi: Kominfo, Keuangan, Kepegawaian, dan Sekretariat, dipilih secara purposive sampling.

C. Instrumen dan Konfigurasi

Instrumen utama adalah Mikrotik hAP ac3 RouterOS v7.14.3 dengan konfigurasi PCQ pada empat VLAN, masing-masing dibatasi 10 Mbps untuk upload dan download. Konfigurasi dilakukan melalui mekanisme Queue Tree dengan PCQ-Classifer berbasis Src-Address (/32) untuk mengidentifikasi setiap koneksi secara individual.

D. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui: (1) observasi teknis terhadap performa jaringan sebelum dan sesudah PCQ; (2) monitoring real-time melalui WinBox untuk melihat penggunaan bandwidth setiap koneksi; (3) uji kecepatan dan latensi menggunakan Speedtest CLI dengan server CBN Jakarta dan Faznet Surabaya; dan (4) wawancara dengan teknisi jaringan internal. Parameter yang diukur: download speed, upload speed, latensi (ping), jitter, dan packet loss.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Jaringan Sebelum Implementasi PCQ

Sebelum PCQ diterapkan, jaringan Starlink di Diskominfo Jayawijaya telah terhubung melalui router Mikrotik yang dikonfigurasi untuk DHCP dan NAT, namun tanpa mekanisme pembagian bandwidth. Seluruh perangkat mengakses internet tanpa batasan sehingga bersaing memperebutkan bandwidth. Kondisi ini menyebabkan ketimpangan akses yang nyata: observasi menunjukkan tidak ada satu pun queue yang aktif dalam sistem, sehingga router hanya berfungsi sebagai jalur distribusi tanpa kemampuan pengaturan. Satu divisi (Sekretariat) kerap mendominasi bandwidth hingga lebih dari 70% total kapasitas, sementara divisi lain seperti Kepegawaian dan Keuangan hanya menerima kurang dari 10%. Kecepatan download rata-rata 8,2 Mbps, upload 1,3 Mbps, latensi 289 ms, jitter 38 ms, dan packet loss 4,2%.

B. Implementasi PCQ pada Mikrotik RouterOS Versi 7

PCQ diterapkan melalui mekanisme Queue Tree pada interface yang terhubung ke VLAN masing-masing divisi. Setiap VLAN diberi batas maksimal 10 Mbps untuk upload dan download, dengan pembagian otomatis berdasarkan

jumlah koneksi aktif. PCQ-Classifer menggunakan parameter Src-Address dengan mask /32 sehingga setiap IP address pengguna mendapatkan sub-stream tersendiri. Monitoring melalui WinBox menunjukkan perubahan pola trafik yang signifikan: lalu lintas pada interface ether2-OPD naik dan turun secara stabil tanpa fluktuasi ekstrem. Tidak ditemukan packet loss, error, atau kegagalan transmisi data dalam seluruh periode monitoring, yang membuktikan sistem queue berjalan stabil tanpa membebani router secara berlebihan.

C. Analisis Distribusi Bandwidth Berdasarkan Variasi User

Pengujian dilakukan pada empat kondisi berbeda untuk membuktikan kemampuan adaptif PCQ. Pada kondisi 4 user aktif (jam kerja sibuk), bandwidth terdistribusi merata 4,1 Mbps per user untuk download maupun upload, dengan ping 60 ms dan jitter 6 ms. Pada kondisi 3 user, masing-masing memperoleh 3,4 Mbps download dan 3,3 Mbps upload dengan jitter bahkan lebih rendah (5 ms), menunjukkan PCQ melakukan dynamic bandwidth reallocation berdasarkan kondisi aktual jaringan. Pada kondisi 2 user, bandwidth meningkat signifikan menjadi 5,3 Mbps download dan 5,0-5,4 Mbps upload per user — peningkatan ~56% dibandingkan kondisi tiga user. Pada kondisi 1 user, kecepatan mencapai 9,6 Mbps untuk download maupun upload, mendekati batas maksimal 10 Mbps yang dikonfigurasi.

D. Performa Jaringan Setelah Implementasi PCQ

Hasil pengujian Speedtest CLI menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh parameter setelah penerapan PCQ. Tabel I menyajikan perbandingan rata-rata performa jaringan sebelum dan sesudah implementasi.

TABEL I
HASIL RATA-RATA UJI KECEPATAN DAN LATENSI

Parameter	Sebelum PCQ	Sesudah PCQ	Perubahan
Download Speed	8,2 Mbps	12,6 Mbps	+53,7%
Upload Speed	1,3 Mbps	9,8 Mbps	+653%
Latensi (Ping)	289 ms	96 ms	-66,8%
Jitter	38 ms	9 ms	-76,3%
Packet Loss	4,2%	0%	Stabil

Peningkatan upload speed sebesar 653% (dari 1,3 Mbps menjadi 9,8 Mbps) menunjukkan bahwa sebelum PCQ, bandwidth upload tidak terkelola dengan baik sehingga sebagian besar kapasitas terbuang. Penurunan latensi dari 289 ms menjadi 96 ms mengindikasikan bahwa PCQ mampu mengurangi beban trafik berlebih pada satu pengguna, mempercepat proses transmisi data. Packet loss berhasil ditekan dari 4,2% menjadi 0%, yang sangat krusial untuk menjaga integritas data dalam sistem pemerintahan digital.

Tabel II menampilkan perbandingan performa per divisi yang menunjukkan konsistensi hasil di seluruh unit kerja.

TABEL II
PERFORMA JARINGAN PER DIVISI SEBELUM DAN SESUDAH PCQ

Bidang	Download Sebelum	Download Sesudah	Upload Sebelum	Upload Sesudah
Kominfo	7,9 Mbps	12,1 Mbps	1,2 Mbps	9,4 Mbps
Keuangan	8,4 Mbps	13,0 Mbps	1,3 Mbps	10,1 Mbps
Kepegawaian	8,3 Mbps	12,8 Mbps	1,4 Mbps	9,9 Mbps
Sekretariat	8,2 Mbps	12,6 Mbps	1,3 Mbps	9,8 Mbps

Hasil per divisi menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar bidang (24-26% alokasi bandwidth masing-masing), membuktikan bahwa PCQ berhasil menerapkan prinsip fairness. Download speed meningkat >50% di seluruh divisi, upload speed meningkat 607-683%, dan latensi turun >65% di semua bidang. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa PCQ tidak hanya meningkatkan total kapasitas yang terpakai, tetapi juga mendistribusikannya secara proporsional.

E. Relevansi PCQ untuk Wilayah 3T

Penelitian ini memiliki relevansi strategis karena dilakukan di daerah 3T yang mengandalkan Starlink sebagai sumber internet utama. Kombinasi Starlink (penyedia konektivitas) dan PCQ (pengelola distribusi) terbukti efektif: koneksi satelit menyediakan akses internet, sementara PCQ mengatur pemanfaatannya secara adil. Keberhasilan ini membuktikan bahwa instansi pemerintahan di daerah terpencil tidak harus memiliki infrastruktur besar untuk mendapatkan kualitas akses internet yang stabil. Mikrotik dengan PCQ merupakan solusi ekonomis yang dapat direplikasi di wilayah 3T lainnya. Berdasarkan wawancara dengan teknisi jaringan: "Proses penerapan metode PCQ di Mikrotik sangat mudah dipahami dan bisa membantu pembatasan serta pembagian bandwidth yang rata ke client."

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian jaringan, dapat disimpulkan: Pertama, metode PCQ pada Mikrotik RouterOS Versi 7 berhasil diimplementasikan untuk mengatur distribusi bandwidth jaringan Starlink di Dinas Kominfo Kabupaten Jayawijaya. Sistem membagi bandwidth secara otomatis dan proporsional kepada setiap koneksi pengguna sehingga tidak terjadi dominasi oleh satu divisi tertentu. Kedua, penerapan PCQ terbukti efektif meningkatkan performa jaringan: kecepatan download meningkat dari 8,2 Mbps menjadi 12,6 Mbps (+53,7%), upload dari 1,3 Mbps menjadi 9,8 Mbps (+653%), latensi menurun dari 289 ms menjadi 96 ms (-66,8%), packet loss dari 4,2% menjadi 0%, dan jitter dari 38 ms menjadi 9 ms (-76,3%). Distribusi bandwidth menjadi merata (24-26% per divisi) dibandingkan kondisi sebelumnya di mana satu divisi mendominasi hingga 70%. PCQ merupakan strategi manajemen bandwidth yang efisien dan adaptif untuk instansi pemerintahan di wilayah 3T yang mengandalkan koneksi satelit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Jayawijaya yang telah memberikan izin dan dukungan data selama penelitian, serta kepada Bapak Agus Prihanto, S.T., M.Kom. selaku pembimbing skripsi atas bimbingan dan arahan yang diberikan.

REFERENSI

- [1] Setiawan & Rachmawati, "Tantangan e-Government di Wilayah 3T Indonesia," *Jurnal Pemerintahan Digital*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [2] Hasibuan & Febrianti, "Dampak Koneksi Internet terhadap Efektivitas Layanan Publik," *Jurnal Administrasi Publik*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [3] Ghosh, Sharma, & Zhang, "Low Earth Orbit Satellite Internet: Performance and Applications," *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 23, no. 4, 2021.
- [4] Rahmawati & Nurhadi, "Manajemen Bandwidth dalam Jaringan Multi-Pengguna," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 9, no. 3, 2020.
- [5] Setiawan & Nugroho, "Implementasi PCQ pada Jaringan Instansi Pemerintahan," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [6] Prasetya, "Analisis Performa MikroTik RouterOS v7 pada Jaringan Lokal," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 9, no. 2, 2023.
- [7] J. F. Kurose & K. W. Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach*, 7th ed. New York: Pearson, 2017.
- [8] A. S. Tanenbaum & D. J. Wetherall, *Computer Networks*, 5th ed. Boston: Prentice Hall, 2011.
- [9] SpaceX, "Starlink: Technical Specifications and Deployment," *Space Exploration Technologies Corp.*, 2023.
- [10] Kominfo, "Pemetaan dan Implementasi Layanan Internet Daerah 3T," *Kementerian Komunikasi dan Informatika RI*, 2023.
- [11] MikroTik, "RouterOS Version 7 Release Notes and Features," *MikroTik Changelog*, 2024.
- [12] MikroTik Documentation, "RouterOS PCQ Queue Type," [Online]. Available: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queue_Type/PCQ, 2023.
- [13] Mariyanto & Maslan, "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue pada Mikrotik," *Jurnal Informatika*, vol. 10, no. 1, 2023.
- [14] Saputra & Putra, "Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik Menggunakan Metode PCQ di SMK YAJ Depok," *Jurnal Teknologi Jaringan*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [15] Azizah & Veritawati, "Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree dengan PCQ di BPJS Ketenagakerjaan," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 5, no. 3, 2023.