

Analisis Bandwith Dual Limitation Pada Simulasi Infrastruktur Isp Menggunakan Protokol Pppoe Pada Jaringan Skala Menengah

Sebastian Oddy Putra Setiawan¹, Agus Prihanto²

^{1,2} Universitas Negeri Surabaya Fakultas Teknik Program Studi S1 Teknik Informatika

¹sebastianoddy@gmail.com

²agusprihanto@gmail.com

Abstrak— Seiring meningkatnya kebutuhan akan layanan internet yang andal, pengelolaan bandwidth menjadi tantangan penting bagi Internet Service Provider (ISP), khususnya pada jaringan skala menengah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode Dual Limitation dalam mengatur distribusi bandwidth menggunakan protokol PPPoE (Point-to-Point Protocol over Ethernet). Metode ini menggabungkan dua parameter utama, yaitu Committed Information Rate (CIR) sebagai batas minimum dan Maximum Information Rate (MIR) sebagai batas maksimum bandwidth yang dapat dicapai. Simulasi dilakukan dengan membangun topologi jaringan terdiri dari satu server PPPoE dan tiga klien yang diuji dalam berbagai skenario penggunaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan Dual Limitation mampu menjamin alokasi bandwidth secara adil, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya jaringan, serta menjaga stabilitas layanan, baik saat kondisi jaringan rendah maupun padat. Dengan demikian, metode ini dapat menjadi solusi efektif dalam manajemen bandwidth untuk ISP skala kecil hingga menengah.

Kata Kunci— Bandwidth, Dual Limitation, PPPoE, ISP, CIR, MIR

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat mendorong peningkatan kebutuhan akan akses internet yang andal dan berkualitas [1]. Penyedia Layanan Internet (Internet Service Provider/ISP) memiliki peran penting dalam menyediakan layanan konektivitas yang stabil dan optimal bagi pelanggan [2]. Dalam konteks ISP skala menengah, tantangan yang dihadapi meliputi pengelolaan bandwidth yang efisien, pembatasan akses yang adil, serta pengendalian kualitas layanan secara menyeluruh [3].

Salah satu metode yang umum digunakan oleh ISP untuk mengatur dan mengelola akses pengguna adalah melalui protokol Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE) [4]. PPPoE memungkinkan autentikasi pengguna serta pemberian parameter koneksi yang fleksibel dan terukur [5]. Namun, dalam lingkungan dengan jumlah pengguna yang terus bertambah, hanya mengandalkan satu parameter pembatasan,

seperti bandwidth maksimal, sering kali tidak cukup untuk menjamin kualitas layanan yang merata [6].

Untuk mengatasi tantangan tersebut, sistem Dual Limitation diterapkan sebagai solusi yang lebih efektif [7]. Dual Limitation mengacu pada penerapan dua parameter pembatasan yang bekerja secara bersamaan, yaitu pembatasan kecepatan akses maksimum (rate limit) dan pembatasan pemakaian rata-rata (burst limit) [8]. Dengan adanya sistem ini, ISP dapat memastikan distribusi bandwidth yang lebih adil, mencegah pengguna tertentu mendominasi jaringan, serta menjaga kualitas layanan secara konsisten [9].

Meskipun sistem Dual Limitation menawarkan banyak keuntungan, implementasi dan optimasinya dalam infrastruktur ISP skala menengah masih memerlukan analisis mendalam [10, 11]. Perlu dilakukan evaluasi untuk memahami dampaknya terhadap kinerja jaringan, kepuasan pelanggan, serta efisiensi pengelolaan sumber daya [12].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan sistem Dual Limitation pada infrastruktur ISP skala menengah yang menggunakan PPPoE. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan serta rekomendasi yang berguna bagi ISP dalam meningkatkan kualitas layanan sekaligus mengoptimalkan pengelolaan jaringan mereka.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan tahapan yang terstruktur, meliputi identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan

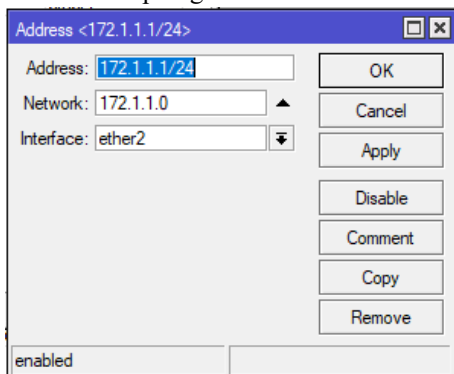
pengujian. Tahap identifikasi masalah difokuskan pada penurunan performa jaringan akibat meningkatnya jumlah pengguna secara bersamaan serta kurang optimalnya sistem autentikasi PPPoE pada ISP. Selanjutnya, studi literatur dilakukan untuk memperkuat landasan teori terkait broadband, PPPoE, bandwidth, metode dual limitation, dan konsep ISP. Pada tahap analisis kebutuhan, ditentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, meliputi router Mikrotik RB951Ui-2HnD, laptop, kabel LAN, serta

aplikasi Winbox, Speedtest, dan sistem operasi Windows. Perancangan sistem dilakukan melalui pembuatan flowchart dan topologi jaringan yang menggambarkan koneksi antara internet, server PPPoE, dan beberapa client baik melalui kabel maupun wireless. Implementasi dilakukan dengan konfigurasi server PPPoE pada RouterOS yang terintegrasi dengan FreeRADIUS untuk proses autentikasi pengguna. Metode dual limitation diterapkan dengan mengatur parameter CIR (Committed Information Rate) sebagai jaminan bandwidth minimum dan MIR (Maximum Information Rate) sebagai batas maksimum bandwidth. Pengujian dilakukan dengan membandingkan performa sistem tanpa dual limitation dan dengan dual limitation dalam berbagai kondisi, yaitu beban tinggi dan beban rendah. Parameter pengujian difokuskan pada stabilitas bandwidth, pemerataan distribusi jaringan, serta kemampuan sistem dalam menjamin nilai CIR dan membatasi penggunaan hingga MIR. Penelitian dilaksanakan pada periode November 2024 hingga Maret 2025 yang mencakup tahapan identifikasi hingga pengujian sistem.

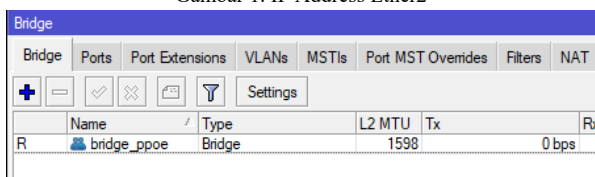
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil Implementasi Topologi



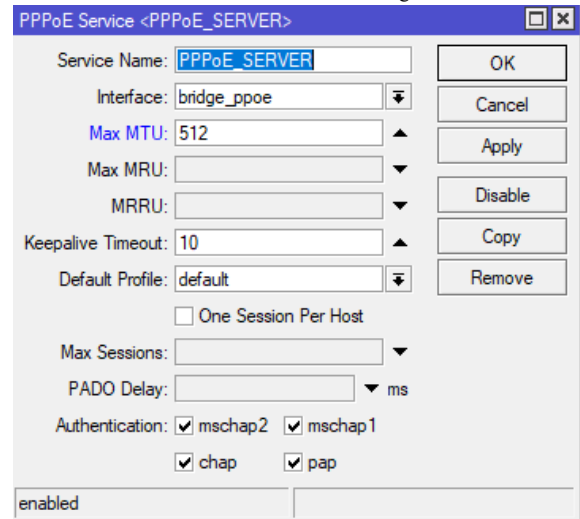
Gambar 1. IP Address Ether2



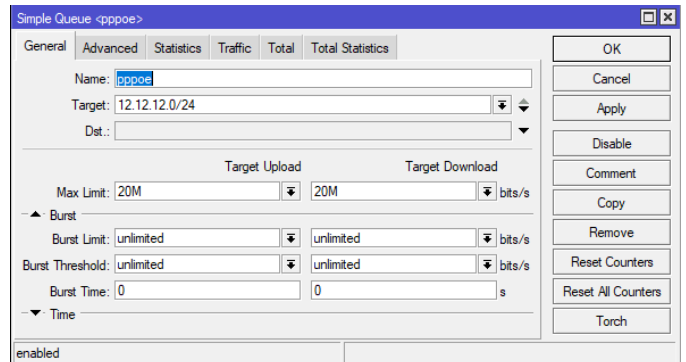
Gambar 2. Bridge

#	Interface	Bridge	Horizon	Trusted	Priority (h...)	Path Cost	Role
0	H ether6	bridge_ppoe		no		80	10 designated port
1	H ether7	bridge_ppoe		no		80	10 designated port
2	IH ether8	bridge_ppoe		no		80	10 disabled port
3	H ether2	bridge_ppoe		no		80	10 designated port

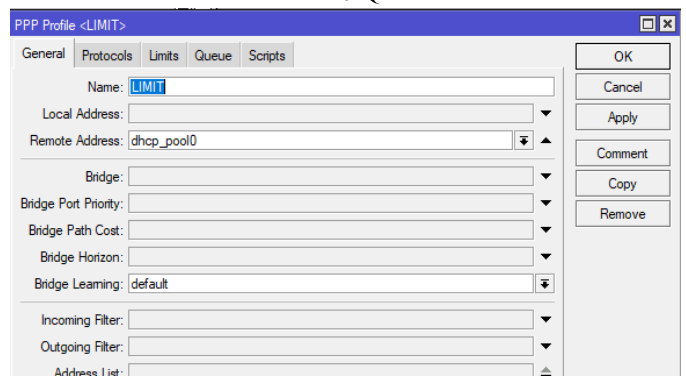
Gambar 3. List Ether Bridge



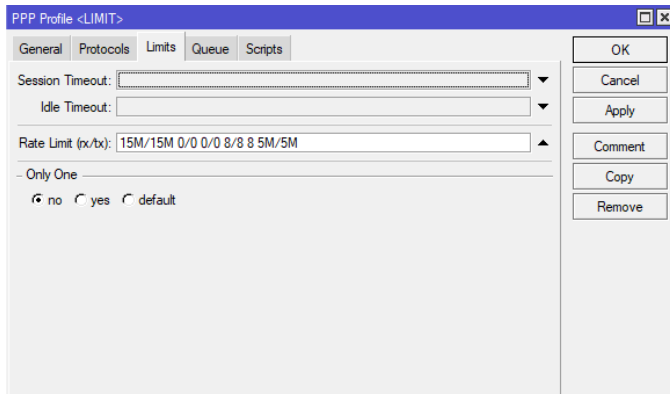
Gambar 4. PPPoE Server



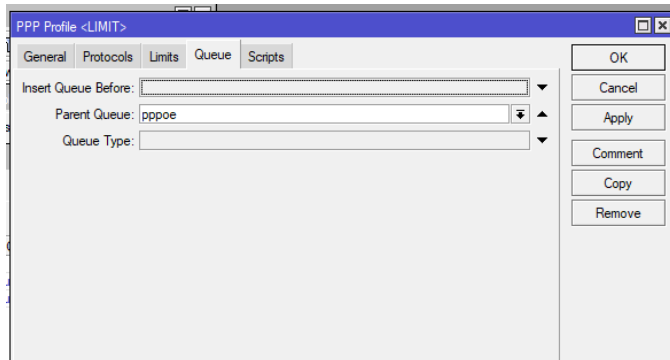
Gambar 5. Queue



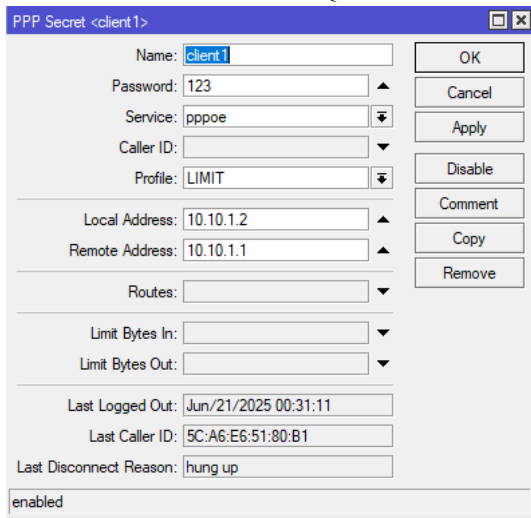
Gambar 6. PPP Profiles



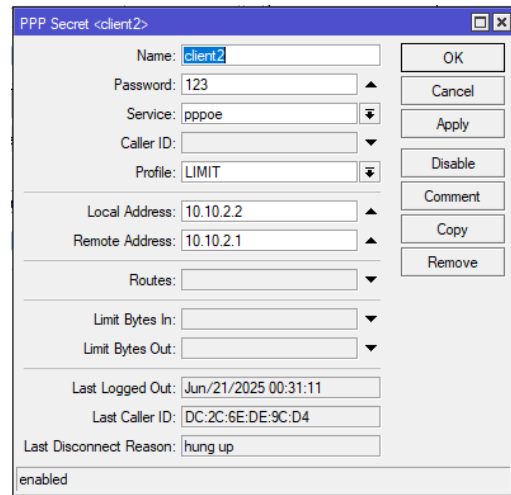
Gambar 7. Rate Limit



Gambar 8. Parent Queue



Gambar 9. Secrets Client1



Gambar 10. Secrets Client2

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi topologi jaringan berbasis PPPoE Server dengan metode dual limitation berhasil diterapkan sesuai perancangan. Konfigurasi dimulai dengan pemberian IP address pada interface ether2 (172.1.1.1/24), pembuatan bridge untuk menghubungkan interface yang digunakan, serta aktivasi layanan PPPoE Server pada router Mikrotik.

Pengaturan manajemen bandwidth dilakukan melalui Simple Queue dengan batas maksimum upload dan download sebesar 20 Mbps pada jaringan 12.12.12.0/24. Selanjutnya, dibuat profil PPP dengan metode dual limitation menggunakan parameter rate limit yang mengatur batas minimum dan maksimum bandwidth. Profil tersebut diterapkan pada masing-masing akun pengguna (client1, client2, dan client3) melalui menu Secrets dengan konfigurasi username, password, local address, dan remote address yang berbeda untuk setiap client.

Pada sisi client, konfigurasi PPPoE dilakukan dengan memasukkan username dan password yang telah dibuat pada server. Client1 dan Client2 terhubung melalui kabel (ethernet), sedangkan Client3 terhubung melalui wireless dengan pengaturan security profile dan mode station.

Hasil pengujian konektivitas menunjukkan bahwa seluruh client berhasil terhubung (status connected) dan memperoleh autentikasi yang tervalidasi pada PPPoE Server. Sistem dual limitation dapat diterapkan pada setiap client melalui parent queue yang telah dikonfigurasi, sehingga manajemen bandwidth berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

Secara keseluruhan, implementasi topologi, konfigurasi PPPoE Server dan Client, serta penerapan dual limitation berjalan dengan baik dan sesuai dengan desain sistem yang direncanakan.

A. Pengujian dan Pembahasan

Pengujian dilakukan pada sebuah simulasi infrastruktur ISP skala menengah dengan menerapkan protokol Point to Point Protocol over Ethernet (PPPoE). Sistem diuji menggunakan metode Dual Limitation, yang memanfaatkan dua parameter utama manajemen bandwidth, yaitu CIR (Committed Information Rate) dan MIR (Maximum Information Rate). Dalam simulasi ini, konfigurasi bandwidth yang digunakan adalah RX/TX CIR 5M/5M dan MIR 15M/15M per client. Jumlah router client yang digunakan dalam pengujian adalah sebanyak 3 unit.

Topologi yang digunakan dalam simulasi terdiri atas router utama (MikroTik) sebagai PPPoE server, tiga router client sebagai PPPoE client, dan server monitoring untuk pencatatan lalu lintas. Bandwidth total yang disediakan adalah 15 Mbps.

Tiga skenario pengujian dilakukan:

B. Pengujian 1 Pengguna Aktif

Bandwidth dibatasi hanya menggunakan nilai maksimum (15 Mbps), tanpa jaminan minimum untuk setiap client.

Berikut adalah hasil pengujian 3 pelanggan dengan 1 pelanggan aktif dan 2 pelanggan pasif dengan menggunakan pengaturan bandwidth dual limitation.

Tabel 1. Pengujian 1 Aktif

No	Client	Max Limit (Mbps)	Limit At (Mbps)	Status	Bandwidth (Mbps)
1	Client 1	15	5	Aktif	15
2	Client 2	15	5	Pasif	0
3	Client 3	15	5	Pasif	0

Dari tabel diatas, dengan tiap client mendapat bandwidth max limit 15M dan limit at 5M dari setting profile pppoe menyatakan bahwa pengaturan dual limitation berjalan dengan baik. Ketika hanya satu client yang aktif, client tersebut dapat menggunakan bandwidth maksimum (15 Mbps), sementara client yang tidak aktif tetap mendapat alokasi minimum (5 Mbps). Ini menunjukkan sistem manajemen bandwidth memberikan fleksibilitas optimal kepada client aktif tanpa mengabaikan alokasi minimum bagi client lain.

C. Pengujian 2 Pengguna Aktif

Setiap client diberikan CIR sebagai bandwidth minimum yang dijamin dan MIR sebagai batas maksimal yang dapat dicapai jika bandwidth tersedia.

Berikut adalah hasil pengujian 3 pelanggan dengan 2 pelanggan aktif dan 1 pelanggan pasif dengan menggunakan pengaturan bandwidth dual limitation.

Tabel 2. Pengujian 2 Aktif

No	Client	Max Limit (Mbps)	Limit At (Mbps)	Status	Bandwidth (Mbps)
1	Client 1	15	5	Aktif	8
2	Client 2	15	5	Aktif	7
3	Client 3	15	5	Pasif	0

Sistem dual limitation bekerja secara efisien dan adil karena 2 client yang aktif dan mendapat jumlah bandwidth yang relatif efisien dan adil. Ketika dua client aktif, mereka berbagi bandwidth secara merata di atas batas minimum (Limit At), tapi tidak melebihi Max Limit. Sementara client yang pasif tetap dijaga pada batas minimum bandwidth-nya (5 Mbps). Ini menunjukkan manajemen bandwidth secara dinamis dan proporsional sesuai status pemakaian client.

D. Pengujian 3 Pengguna Aktif

Semua router client aktif secara bersamaan untuk mensimulasikan penggunaan tinggi.

Berikut adalah hasil pengujian 3 pelanggan dengan status pelanggan semua aktif dengan menggunakan pengaturan bandwidth dual limitation.

Tabel 3. Pengujian 3 Aktif

No	Client	Max Limit (Mbps)	Limit At (Mbps)	Status	Bandwidth (Mbps)
1	Client 1	15	5	Aktif	5
2	Client 2	15	5	Aktif	5
3	Client 3	15	5	Aktif	5

Ketika semua client aktif secara bersamaan, sistem dual limitation memastikan distribusi bandwidth secara adil dan merata pada batas minimum (5 Mbps per client). Tidak ada client yang mendapatkan bandwidth melebihi Limit At karena total kapasitas harus dibagi secara merata untuk menjaga kestabilan jaringan dan mencegah kelebihan beban. Ini membuktikan bahwa pengaturan dual limitation mampu menjamin keadilan penggunaan bandwidth saat trafik penuh.

E. Pengujian Tanpa Dual Limitation

Semua router client aktif secara bersamaan untuk mensimulasikan penggunaan tinggi. Berikut adalah hasil

pengujian 3 pelanggan dengan status pelanggan semua aktif tanpa menggunakan dual limitation

Tabel 4. Tanpa Dual Limitation

No	Client	Max Limit (Mbps)	Limit At (Mbps)	Status	Bandwidth (Mbps)
1	Client 1	-	-	Aktif	8
2	Client 2	-	-	Aktif	7
3	Client 3	-	-	Aktif	5

Tanpa penerapan dual limitation, pembagian bandwidth tidak diatur secara tegas. Masing-masing client dapat menggunakan bandwidth hingga 6–7 Mbps, sehingga ketika semua client aktif bersamaan total penggunaan bandwidth bisa mendekati atau melebihi kapasitas 20 Mbps, yaitu hingga 21 Mbps. Hal ini dapat menyebabkan kompetisi bandwidth dan potensi ketidakstabilan jaringan atau overload. Tidak ada jaminan pembagian bandwidth yang adil karena semua client bersaing untuk bandwidth yang sama secara bebas.

F. Perbandingan Hasil Pengujian

Tabel 5. Hasil Perbandingan

Skenario	Bandwidth per Client (RX/TX)	Total Penggunaan
1 Pengguna aktif	15 Mbps	5- 15 Mbps
2 Pengguna Aktif	5- 7 Mbps	5- 15 Mbps
3 Pengguna Aktif	5 Mbps minimum, MIR bervariasi	15 Mbps

Hasil menunjukkan bahwa penggunaan Dual Limitation memberikan kontrol bandwidth yang lebih merata dan mencegah satu client mendominasi penggunaan bandwidth.

G. Stabilitas Layanan

Pada skenario tanpa Dual Limitation, beberapa client mengalami fluktuasi bandwidth yang signifikan, terutama ketika dua client lainnya juga aktif secara bersamaan. Sedangkan pada skenario dengan Dual Limitation, seluruh client mendapatkan alokasi minimum (CIR) sebesar 5 Mbps yang stabil, dan dapat memperoleh bandwidth tambahan hingga 15 Mbps jika bandwidth tersedia.

H. Efisiensi Manajemen Bandwidth

Dual Limitation terbukti mampu meningkatkan efisiensi distribusi bandwidth. Dengan adanya jaminan bandwidth minimum, pengguna tetap mendapatkan layanan meskipun dalam kondisi penuh. Penggunaan MIR juga memungkinkan

sistem memanfaatkan kapasitas maksimal secara fleksibel saat tidak semua client aktif.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan sistem Dual Limitation dengan konfigurasi RX/TX CIR 5M/5M dan MIR 15M/15M pada tiga router client memberikan manfaat signifikan, antara lain:

1. Keadilan Alokasi Bandwidth

Dengan adanya CIR, semua client dijamin mendapatkan bandwidth minimum, sehingga tidak terjadi monopoli bandwidth.

2. Pemanfaatan Bandwidth yang Optimal

MIR memungkinkan pemanfaatan bandwidth tambahan secara efisien saat client lain tidak menggunakannya.

3. Kualitas Layanan yang Lebih Stabil

Sistem memberikan pengalaman yang lebih stabil dan minim gangguan saat semua client aktif secara bersamaan.

4. Kemudahan Implementasi

Konfigurasi Dual Limitation dapat dilakukan dengan mudah melalui fitur Simple Queue atau Queue Tree pada perangkat MikroTik, menggunakan parameter max-limit untuk MIR dan limit-at untuk CIR.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian dan hasil pengujian yang telah dilakukan, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

1. Komunikasi antara ISP dan customer berhasil dibangun menggunakan metode PPPoE, yang menyediakan autentikasi dan manajemen koneksi point-to-point secara efektif. Penggunaan PPPoE memungkinkan pengaturan individual terhadap setiap koneksi pengguna, serta memudahkan dalam implementasi sistem manajemen bandwidth.
2. Pengujian bandwidth dengan menggunakan parameter CIR (Committed Information Rate) dan MIR (Maximum Information Rate) membuktikan bahwa sistem Dual Limitation dapat memberikan layanan minimum yang dijamin kepada setiap pengguna (CIR), sekaligus memungkinkan pemanfaatan bandwidth maksimum jika tersedia (MIR). Hal ini meningkatkan efisiensi dan keadilan distribusi bandwidth dalam jaringan ISP skala menengah.

REFERENSI

- [1] B. M. D. Y. Bhismar, E. Wahyudi, and M. P. K., "Analisis Kinerja WLAN Pada Frekuensi 2,4 GHz dan 5

- GHz Menggunakan Konfigurasi PPPoE Dengan Quality of Service (QoS),” *Jurnal Litek*, vol. 20, no. 1, pp. 1–22, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.pnl.ac.id/index.php/litek/article/view/4/1>
- [2] D. S. Aji and F. W. Christianto, “Analisis dan Perbandingan QoS Jaringan Internet dengan Metode PPPoE, PPTP, dan L2TP pada Implementasi Hotspot RT/RW Net,” 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/multinetics/article/view/6261>
- [3] M. S. Anwar, “Analisis QoS (Quality of Service) Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Kombinasi Simple Queue dan PCQ (Per Connection Queue) pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara,” vol. 20, no. 2, pp. 1–15, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/sudo/article/view/24/20>
- [4] S. Hidayatulloh and M. M. Rifa’i, “Penerapan Simple Queue Dalam Pengelolaan Bandwidth Local Area Network,” vol. 2, no. 2, pp. 219–221, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech/article/view/9228/4557>
- [5] Nursobah, P. Aditya, and Supriady, “Implementasi Jaringan PPPoE dan Hotspot Server RT/RW Net Berbasis Mikrotik Dengan Fitur Mikhmon Di Adinet Samarinda Seberang,” vol. 13, no. 1, pp. 31–38, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.wicida.ac.id/index.php/informatika/article/view/2204/782>
- [6] R. N. Syam, I. P. G. A. Sudiatmika, and I. A. G. S. Putra, “Rencana Strategis Pengembangan Infrastruktur Jaringan Internet di Biznet Menggunakan Metode TOGAF,” vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.universitastaban.ac.id/index.php/jissiwirabuda/article/view/180/172>
- [7] A. Azis et al., “Manajemen Bandwidth dengan Hierarchical Token Bucket (HTB) untuk Meningkatkan Efisiensi Jaringan Internet,” vol. 4, no. 2, pp. 89–97, 2026. [Online]. Available: <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JUSTIFY/article/view/9016/3141>
- [8] M. S. Anwar, “Analisis QoS (Quality of Service) Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Kombinasi Simple Queue dan PCQ (Per Connection Queue) pada Fakultas Teknik Islam Sumatera Utara,” pp. 83–92, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/sudo/article/view/24/20>
- [9] T. O. Sidqi, I. Fitri, and N. D. Nathashia, “Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) Pada Jaringan Mikrotik,” vol. 6, no. 1, pp. 132–138, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.stkipgritlungagung.ac.id/index.php/jipi/article/view/1927/933>
- [10] B. Widodo, “Manajemen Trafik Menggunakan HTB untuk Meningkatkan Kualitas Layanan IP Network,” vol. 11, no. 1, pp. 88–103, 2021. [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/jstsv/article/view/36382/22243>
- [11] A. Samad, Hermanto, and M. F. Adiman, “Konfigurasi Mikrotik RouterOS untuk Manajemen Jaringan pada Infrastruktur Jaringan RT/RW Net,” vol. 10, no. 2, pp. 118–125, 2025. [Online]. Available: <https://ejurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JUSTINDO/article/view/3320/1182>
- [12] Solihin et al., “Manajemen Akses Internet Berbasis Limitasi Menggunakan Mikhon dan Router Mikrotik,” vol. 10, no. 2, pp. 84–91, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/6690/2704>