

# Analisa Dan Implementasi Menejemen Baindwidth Pada Sd Kartika Menggunakan Mikrotik Dengan Metode Simple Queue

Ariya Hendra Dwitama<sup>1)</sup>, Ricky Aurelius Nurtanto Diaz<sup>2)</sup>, I Ketut Putu Suniantara<sup>3)</sup>

Sistem Komputer<sup>1)2)</sup>, Sistem Informasi<sup>3)</sup>

Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali  
Denpasar, Indonesia

e-mail: 200010023@stikom-bali.ac.id<sup>1)</sup>, ricky@stikom-bali.ac.id<sup>2)</sup>, suniantara@stikom-bali.ac.id<sup>3)</sup>

## Abstrak

Akibat aktivitas manusia yang semakin kompleks, kebutuhan akan teknologi informasi meningkat. Teknologi ini dapat memenuhi kebutuhan ini dengan membangun jaringan internet yang cepat dan stabil tanpa mengorbankan layanan bandwidth. Dengan bandwidth yang tersedia di Sekolah Dasar Kartika Denpasar, terjadi pembagian bandwidth yang tidak ideal saat banyak pengguna mengakses internet pada saat yang sama. Ini terjadi di Sekolah Dasar Kartika Denpasar, yang memiliki koneksi internet 15 Mbps. Untuk memastikan bahwa setiap pengguna menerima bandwidth yang sama, penelitian ini akan menggunakan teknik Queue Simple untuk membagi bandwidth menggunakan router mikrotik. Untuk menjamin semua user mendapat bandwidth secara merata dan menjaga trafik data dalam jaringan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembagian bandwidth yang dilakukan dapat mengoptimalkan penggunaan jaringan internet yang ada di Sekolah Dasar Kartika Denpasar. Dengan Router mikrotik dalam membagi bandwidth Sekolah Dasar Kartika VII-3 Denpasar ke masing-masing ruangan untuk memenuhi kebutuhan bandwidth ini membuat koneksi internet menjadi lancar. Di masa depan, bandwidth harus ditingkatkan karena semakin banyak guru dan siswa memiliki perangkat yang dapat terhubung ke internet untuk mengakses berbagai informasi selama proses pembelajaran.

**Kata kunci:** Mikrotik, Jaringan Internet, Manajemen Bandwidth, Sekolah, Simple Queue.

## 1. Pendahuluan

Jaringan komputer adalah sekumpulan komputer yang saling berkomunikasi dan berbagi data menggunakan standar komunikasi global. Internet kini menjadi kebutuhan penting dalam kehidupan manusia, termasuk dalam dunia pendidikan di Indonesia. Pemanfaatan internet sebagai sarana belajar mempermudah interaksi antara guru dan siswa, tanpa terbatas oleh jarak. Namun, dengan semakin meningkatnya penggunaan internet, kebutuhan akan kinerja jaringan komputer yang optimal juga semakin tinggi. Salah satu cara untuk menjaga kinerja jaringan adalah melalui manajemen bandwidth. Manajemen bandwidth bertujuan untuk memastikan setiap pengguna mendapatkan alokasi bandwidth yang merata, meskipun jumlah pengguna banyak. Bandwidth mengukur konsumsi transfer data dalam satuan bit per detik (bps) antara komputer server dan client. Semakin besar bandwidth yang diberikan, semakin banyak data yang dapat dikirimkan dalam waktu tertentu. Pengelolaan bandwidth yang baik memastikan performa jaringan tetap stabil dan memuaskan [1],[2].

Sekolah Dasar (SD) Kartika Denpasar sebagai salah satu lembaga pendidikan memanfaatkan teknologi internet dalam proses pendidikannya. Namun pembagian bandwidth yang belum optimal saat banyak user mengakses internet dalam bersamaan dapat berdampak pada pengoprasiian manajemen sokolah seperti update murid, input nilai, sampai adminitrasi sekolah. Yang dimana hal ini dapat berdampak negatif pada efisiensi operasional sekolah. Dengan manajemen bandwidth menggunakan simple queue menjadi solusi yang baik dalam masalah ini. pada simple queue adalah metode manajemen bandwidth pada Mikrotik yang digunakan untuk membatasi kecepatan upload dan download maksimum yang dapat dicapai klien berdasarkan alamat IP-nya. Dengan menggunakan antrian sederhana, pengguna cukup mengatur alokasi bandwidth untuk setiap klien di jaringan [3],[4]. Pada RouterOS Mikrotik, konfigurasi antrian sederhana dapat dilakukan dengan mudah menggunakan fitur antrian ini. Simple queue juga terdapat beberapa parameter yang dapat diatur berdasarkan kebutuhan jaringan, seperti Target IP Address atau interface yang akan mengatur bandwidth dan Max-limit batas maksimal bandwidth untuk target tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh kurniawan, melakukan analisis terhadap manajemen bandwidth menggunakan metode simpel queue dalam penelitian ini melakukan manejemen bandwidth pada SMPN 1 Sumberejo Kabupaten Tanggamus dengan menggunakan simple queue pada routerboard RB750-r2.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hanayuda, dalam penelitian ini dengan menggunakan perangkat MikroTik, diharapkan pemanfaatan bandwidth dapat dengan optimal. Hal ini bertujuan agar penggunaan *bandwidth* dapat dibagi secara adil, memastikan bahwa setiap pengguna dapat merasakan kenyamanan dan kepuasan saat berselancar di internet. Selain itu, implementasi Manajemen *Bandwidth* menggunakan metode *simple queue* pada MikroTik diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan kualitas layanan di perusahaan atau instansi. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh bambang, pada penelitian ini telah melakukan manajemen bandwidth pada hotspot hotel yang seringkali kurang optimal dikarenakan ada beberapa user yang menggunakan layanan internet secara berlebihan sehingga menghabiskan kapasitas *bandwidth*. Untuk mengatasi masalah maka perlu dipasang router *mikrotik* secara khusus untuk mengatur bandwidth. Dan konfigurasi dengan metode *simple queue* untuk membagi bandwidth menggunakan *winbox*. Manajemen bandwidth disesuaikan berdasarkan user yang sudah didaftarkan di router, sehingga koneksi internet lebih stabil. Tidak terjadi lagi tarik menarik *bandwidth* antar user hotspot. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh fauzi, pada penelitiannya, telah melakukan desain dan implementasi manajemen bandwidth pada hotspot sekolah menengah kejuruan (SMK) Mutiara 17 Agustus. Dengan menggunakan metode *simple queue* yang diterapkan pada hotspot sekolah, dimana bahwa desain manajemen menggunakan hotspot Mikrotik dapat bekerja dengan baik dan dapat dijadikan acuan dalam implementasi kebutuhan koneksi guru dan murid pada SMK Mutiara 17 Agustus.[5]-[8]

lingga-simpony-firmansyah-fauzi

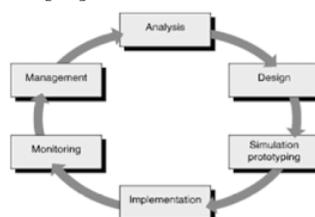
Penelitian selanjutnya dilakukan oleh yanuar, dalam penelitiannya, melakukan analisa *simple queue* dan *Quality Of Service* pada jaringan internet PT Adhiyaksa Daya Sentosa dengan menggunakan *winbox* sebagai konfigurasi dan *wireshark* untuk mendapatkan data paket internet PT tersebut, setelah melakukan analisa terhadap *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* pada percobaan dapat teruji dengan menumukan detail setiap paket jaringan menggunakan aplikasi *wireshark*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh dinda, pada penelitian ini Mikrotik dikonfigurasi menggunakan *winbox* dengan metode *simple queue* dan *Peer Connection Queue* (PCQ), *bandwidth* dan manajemen pengguna menggunakan router Mikrotik, Koneksi jaringan internet akan lebih lancar seiring dengan dialokasikannya bandwidth yang tersedia untuk setiap pengguna berdasarkan kebutuhan *bandwidth* yang dibutuhkan oleh masing-masing pengguna jaringan internet. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh derian, dalam penelitian ini melakukan riset *bandwidth* terhadap Toko Subur Graphic Jakarta Pusat yang tidak merata menyebabkan penggunaan yang tidak efisien terhadap pekerjaan oleh karna itu peneliti melakukan manajemen bandwidth dengan menerapkan metode *simple queue*, maka setiap user yang menggunakan internet akan mendapatkan *bandwidth* yang setara dalam menggunakan internet dan membantu admin dalam mengontrol *bandwidth* dan juga mengelola penggunaan internet [9]-[11].

Penelitian ini dilakukan di SD Kartika Denpasar dengan merancang topologi jaringan menggunakan Mikrotik sebagai bridge untuk menghubungkan server dan client. Perbedaan utama penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada studi kasus yang digunakan. Metode *simple queue* diterapkan sebagai manajemen bandwidth, Quality of Service (QoS) sebagai parameter analisis jaringan, dan firewall Mikrotik untuk keamanan. Sistem ini diyakini akan mempermudah akses internet dalam studi kasus tersebut.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi institusi pendidikan lain dalam mengelola bandwidth dan meningkatkan kualitas jaringan. Selain itu, penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pemahaman penggunaan *simple queue* MikroTik dalam manajemen bandwidth di lingkungan pendidikan, sehingga sekolah dapat menyediakan akses internet yang lebih baik bagi siswa, guru, dan staf, mendukung pendidikan yang lebih efektif dan produktif.

## 2. Metode Penelitian

Saat merancang jaringan dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle), yang merupakan metode proses pertukaran data berorientasi pada jaringan yang tidak memiliki tahapan awal atau akhir. Metode NDLC terdiri dari *analysis*, *design*, *simulation prototyping*, *implementation*, *monitoring*, dan *management*[12].



Gambar 1. Metode NDLC

Pada perancangan manajemen *bandwith* menggunakan *router mikrotik* dengan metode simple queue di Sekolah Dasar Kartika meliputi beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, Analisa kebutuhan, desain, simulasi, implementasi dan pengujian.

a. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data untuk penelitian ini melibatkan penggunaan observasi dan wawancara sebagai teknik utama. Observasi langsung dilakukan di Sekolah Dasar Kartika pada bulan januari 2024 untuk mendapatkan wawasan langsung tentang alur sistem di dalam lembaga tersebut. Observasi lapangan mengungkapkan bahwa distribusi bandwidth kurang optimal ketika banyak pengguna mengakses internet secara bersamaan, yang berpotensi memengaruhi efisiensi operasi manajemen sekolah.

b. Analisa kebutuhan

Merupakan tahapan penting dalam proses pengembangan yang berfokus pada analisis menyeluruh terhadap kebutuhan sistem yang akan dirancang. Tujuan utama dari fase ini adalah untuk meletakkan dasar yang kuat untuk desain, memastikan bahwa setiap komponen sistem diidentifikasi dan dipahami dengan jelas.

c. Desain

Sebelum melakukan manajemen bandwidth, perlu membuat sebuah gambaran topologi jaringan yang akan digunakan untuk membantu dalam merancang sistem manajemen bandwidth. Dengan menggunakan jaringan utama yang sudah ada dan akan ditambahkan dengan jaringan usulan yaitu manajemen *bandwith* dengan metode simple queue[13].

d. Simulasi

Selama tahap simulasi, sistem dibangun dalam skala kecil dan diuji. Pada simulasi ini, peneliti menggunakan program Cisco Packet Tracer untuk mensimulasikan kinerja awal infrastruktur jaringan[14].

e. Implementasi

Tahap implementasi mengikuti tahap awal analisis kebutuhan dan desain sistem. Tahap ini melibatkan pengaturan router Mikrotik dalam topologi jaringan dengan memanfaatkan metode Simple Queue untuk pembatasan bandwidth, beserta konfigurasi dasar pada mikrotik[15]. Setelah sistem dirancang dan dikonfigurasi, pengujian kemudian akan dilakukan pada konfigurasi sistem.

f. pengujian

Tahap pengujian merupakan lanjutan dari keberhasilan pengujian perancangan dan implementasi pada sistem manajemen bandwidth yang telah dilakukan dengan menggunakan speedtest untuk mengetahui kapasitas internet yang telah dirancang sebelumnya. Pada tahap ini juga pengujian dilakukan menggunakan wireshrak dan parameter pada QoS (*Quality of Service*) untuk menganalisa kualitas pada jaringan yang telah di terapkan [16]. Berikut beberapa parameter yang diujikan menggunakan Quality of Service (QoS).

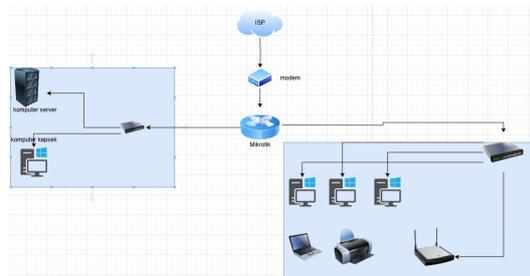
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Tahap Analisa kebutuhan

Tahap Analisa kebutuhan ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan perangkat yang digunakan untuk menjalankan simulasi ini yaitu:

1. Kebutuhan Software: Windows 10, Winbox, Speedtest, Wireshark.
2. Kebutuhan Hardware: RouterBoard mikrotik RB-941 hap-lite, laptop, switch, access point.
3. Kebutuhan *IP Address* : Pada ether-1 menggunakan dhcp client dan ether 2 dan 3 menggunakan DHCP-server untuk membagikan IP secara otomatis pada client

#### 3.2 Tahap Desain

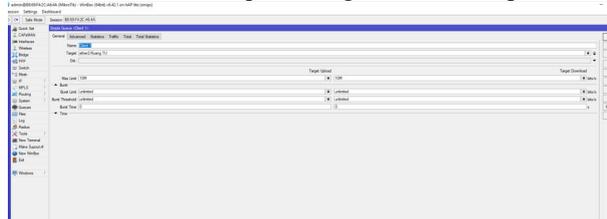


Gambar 2 Desain Topologi

Tahap selanjutnya yaitu desain, disini penulis membuat sebuah topologi usulan seperti gambar 2. Topologi yang digunakan yaitu topologi tree dimana gabungan topologi bus dan topologi bintang. Beberapa bus menghubungkan topologi bintang [17], yang memungkinkan untuk memperluas jaringan dengan efisien.

### 3.2 Tahap Implementasi

Tahapan selanjutnya yaitu implementasi pada jaringan yang telah di desain dan juga di simulasikan pada tahapan ini juga mengkonfigurasi mikrotik dengan konfigurasi dasar seperti konfigurasi DHCP client untuk mendapat IP secara otomatis pada mikrotik Setelah itu pembagian alamat IP kepada client lalu atur DNS, dan NAT Masquerade agar client mendapatkan internet[18].



Gambar 3. Halaman Limitasi Simple Queue

Pada gambar 3 merupakan dari pembagian limitasi bandwidth yang dimana pada halaman ini konfigurasi manajemen bandwidth berjalan.

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Packet Marks	Total Max Limit (B...
0	Client 1	ether2-Ru...	10M	10M		
1	client 2	ether3-Ru...	5M	5M		

Gambar 4. Hasil Limitasi Bandwith

### 3.3 Tahap Pengujian

Pengujian adalah tahap krusial dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem Manajemen Bandwidth dengan Simpel Queue yang telah diimplementasikan, pengujian menggunakan speedtest dan wireshark sebagai analisa QoS(*Quality of Service*)[19] adapun rumus dalam mencari hasil QoS(*Quality of Service*) sebagai berikut:

*Throughput* adalah bandwidth aktual yang diukur untuk transfer file pada waktu tertentu. *throughput*, juga dikenal sebagai bandwidth sebenarnya pada waktu, dalam kondisi, dan jaringan tertentu yang digunakan untuk mengunduh file ukuran tertentu. Pengujian *throughput* dapat diukur dengan menggunakan persamaan perhitungan *throughput* (1)

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Data Yang Diterima}}{\text{Jumlah Data pengamatan}} \quad (1)$$

*Packet Loss* adalah parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang dapat hilang karena tabrakan (tabrakan) dan saluran pada jaringan Rumus *Packet Loss* yang digunakan disajikan pada Persamaan (2).

$$\text{paket loss} = \frac{\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data dikirim}} \times 100\% \quad (2)$$

Delay (*latency*), adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama Rumus Delay yang digunakan disajikan pada Persamaan (3).

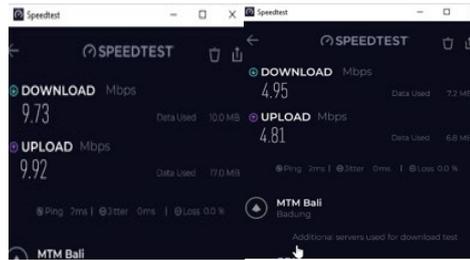
$$\text{Rata - Rata} = \frac{\text{Jumlah Delay}}{\text{Jumlah Paket Diterima}} \quad (3)$$

Jitter adalah variasi panjang antrian, waktu pemrosesan data, dan waktu perakitan kembali paket di akhir perjalanan jitter. Jitter sering disebut variasi penundaan Rumus Jitter yang digunakan disajikan pada Persamaan (4).

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Varian Delay}}{\text{Total Paket Diterima}} \quad (4)$$

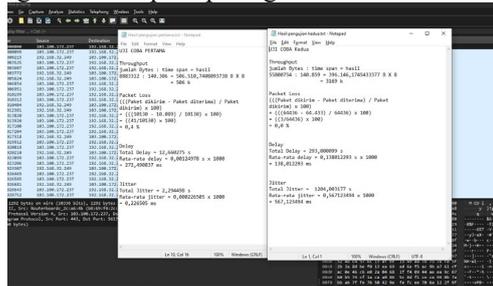
### 3.3 Hasil Pengujian

Pengujian Pertama dilakukan pada client 1 dan client 2 menggunakan *speedtest* dan menghasilkan parameter sesuai dengan limitasi yang dikonfigurasi seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengujian menggunakan speedtest

Pengujian kedua dilakukan pada client 1 menggunakan *wireshrak* dan menghasilkan parameter sesuai dengan limitasi yang dikonfigurasi seperti pada gambar 6.



Gambar 6 Hasil Pengujian Menggunakan *Wireshark*

### 3.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dengan beberapa tahapan dari mulai Analisa seperti melihat kebutuhan hardware software dan juga ISP (*internet service provider*) seperti *IP*, *DNS*, *Gateway*, *Bandwidth*, dll. selanjutnya membuat topologi dilanjutkan dengan rancangan manajemen bandwidth menggunakan metode *simple queue* lalu dilanjutkan dengan login pada mikrotik menggunakan winbox dengan cara *mac address* dan *IP address* dan dilanjutkan dengan konfigurasi dasar. kemudian dilanjutkan dengan pembatasan bandwidth dengan metode *simple queue* berjalan dengan normal. Lalu setelah melakukan dua pengujian yaitu menggunakan *speedtest* untuk melihat hasil dari limitasi bandwidth yang diberikan dan parameter dari *QoS(Quality of Service)* seperti Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter [20] sebagai acuan untuk menentukan indeks kualitas layanan *QoS*.

### 4. Kesimpulan

Penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode *simple queue* berhasil diterapkan secara optimal dengan membagi menjadi beberapa IP yang berbeda pada client dan melakukan manajemen bandwidth studi kasus ini, hasil menunjukkan bahwa jaringan berjalan secara normal. Alokasi bandwidth yang sudah dilakukan yang dimana pada client 1 diberikan bandwidth dengan 10 Mbps lalu pada client 2 diberikan kecepatan sebesar bandwidth 5 Mbps dalam hal ini semua telah berjalan dengan normal.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. S. Anas, H. Hasbullah, A. Z. Amrullah, R. Rismayati, M. Innuddin, Dan R. Hammad, "Pendampingan Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Mikrotik Pada Smkn 1 Lingsar," *Bakti Sekawan : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol. 1, No. 2, Hlm. 46–50, Des 2021, Doi: 10.35746/Bakwan.V1i2.174.
- [2] C. Ajika Pamungkas, "Manajemen Bandwith Menggunakan Mikrotik Routerboard Di Politeknik Indonusa Surakarta," *Jurnal Informa Politeknik Indonusa Surakarta*, Vol. 2, Hlm. 2442–7942, 2021, Doi: <https://doi.org/10.31294/Reputasi.V2i1.134>.
- [3] H. Supendar Dan Y. Handrianto, "Simple Queue Dalam Menyelesaikan Masalah Manajemen Bandwidth Pada Mikrotik Bridge," *Bina Insani Ict Journal*, Vol. 4, No. 1, Hlm. 21–30, 2017.
- [4] S. Agung Dan H. Harafani, "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Simple Queue Pada Pt Bpr Depo Mitra Mandiri," *Urnal Informatika Software Dan Network (Jisn)*, Vol. 03, No. 01, Hlm. 1–4, 2022.
- [5] D. Lingga Hanayuda, "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik," *Journal Of Network And Computer Applications*, Vol. 2, No. 3, 2022, [Daring]. Tersedia Pada: <https://jurnal.netplg.com/>

- 
- [6] B. K. Simpony, "Simple Queue Untuk Manajemen User Dan Bandwidth Di Jaringan Hotspot Menggunakan Mikrotik," *Jurnal Informatika*, Vol. 8, No. 1, 2021, [Daring]. Tersedia Pada: [Http://Ejournal.Bsi.Ac.Id/Ejournal/Index.Php/Ji](http://Ejournal.Bsi.Ac.Id/Ejournal/Index.Php/Ji)
- [7] D. Firmansyah Kurniawan Dan A. Widiyastuti, "Manajemen Bandwidth Menggunakan Simple Queue Dengan Router Mikrotik Pada Smp Negeri 1 Sumberejo Kabupaten Tanggamus," *Jurnal Informatika Software Dan Network*, Vol. 02, No. 01, Hlm. 23–28, 2021.
- [8] A. Fauzi, M. Ficky Duskarnaen, Dan H. Ajie, "Desain Dan Implementasi Management Bandwidth Pada Hostpot Mikrotik Di Smk Mutiara 17 Agustus Bekasi," *Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer Pinter*, Vol. 6, No. 1, Hlm. 73–78, 2022, [Daring]. Tersedia Pada: <https://doi.org/10.21009/pinter.6.1.10>
- [9] Yanuar Dan Petra, "Analisis Paket Manajemen Bandwidth Di Perusahaan Dengan Metode Simple Queue Dan Quality Of Service," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (Jukanti)*, Vol. 6, No. 2621–1467, Hlm. 11–18, 2023.
- [10] S. Rere, O. Dinda, I. H. Sunardi, Dan M. Zulkifli, "Perancangan Dan Implementasi Pembagian Bandwidth Menggunakan Mikrotik Di Pt. Satria Jaya Prima (2023)," *Journal Of Intelligent Networks And Iot Global*, Vol. 1, No. 1, Hlm. 39–45, 2023, [Daring]. Tersedia Pada: <https://doi.org/10.36982/jinig.V1i1.3075>
- [11] D. Al Kautsar Dan L. Nulhakim, "Pengelolaan Management Bandwidth Dengan Menggunakan Metode Simple Queue Di Toko Subur Graphic Jakarta Pusat," *Jurnal Teknik Informatika Stmik Antar Bangsa I*, Vol. 2, No. 1, Hlm. 63–73, 2020.
- [12] M. Arya Darmawan, I. Fitri, Dan A. Iskandar, "Manajemen Bandwidth Pada Mikrotik Dengan Limitasi Bertingkat Menggunakan Metode Simple Queue," *Journal Of Information Technology And Computer Science (IntecomS)*, Vol. 3, No. 2, 2020.
- [13] W. Setyanto Dan E. R. Nainggolan, "Implementasi Manajemen Bandwith Dengan Metode Simple Queue Menggunakan Mikrotik Pada Pt. Anugerah Jaya Realty," *Jurnal Teknik Informatika Unis*, Vol. 10, No. 2, 2022.
- [14] J. U. Tutu, F. Hariadi, R. Mikiela, Dan I. Malo, "Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Mikrotik Hotspot Di Smp Negeri 2 Rindi (Implementation Of Bandwidth Management Using Mikrotik Hotspot At Smp N 2 Rindi)."
- [15] F. R. Doni, "Implementasi Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Komputer Dengan Router Mikrotik," *Jurnal Sains Dan Manajemen*, Vol. 7, No. 2, 2019, [Daring]. Tersedia Pada: <https://doi.org/10.31294/evolusi.V7i2.5843>
- [16] C. Prihantoro, A. K. Hidayah, Dan S. Fernandez, "Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu," *Just Ti (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, Vol. 13, No. 2, Hlm. 81, Jul 2021, Doi: 10.46964/justi.V13i2.750.
- [17] S. Nadya Octaviani Dkk., "Komunikasi Data Menggunakan Topology Tree Dalam Pembelajaran Sistem Jaringan Dan Telekomunikasi," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (Jtmei)*, Vol. 3, No. 2, Hlm. 209–214, 2024, Doi: 10.55606/jtmei.V3i2.3820.
- [18] S. Bahri, H. Pratama Figna, A. Indra Harahap, R. Dhika Priyatna, Dan A. Noviar Putra, "Pelatihan Merancang Jaringan Internet Menggunakan Mikrotik," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Jpkm) Lppm Stkip Al Maksu Langkat*, Vol. 3, No. 2, Hlm. 48–54, 22m, [Daring]. Tersedia Pada: <https://jurnal.stkipalmaksum.ac.id/index.php/jpkm>
- [19] J. T. Informasi, F. Saputra, B. Cut, Dan F. Nilamsari, "Analisis Perbandingan Tiga Software Terhadap Pengukuran Quality Of Service (Qos) Pada Pengukuran Jaringan Wireless Internet," *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol. 2, No. 1, Hlm. 33, 2023.
- [20] S. Aminah, "Manajemen Bandwidth Dalam Mengoptimalkan Penggunaan Router Mikrotik Terhadap Pelayanan Koneksi Jaringan," *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, Hlm. 102–106, Sep 2022, Doi: 10.37034/infab.V4i3.144.
-