

Implementasi Manajemen Bandwidth dan Hotspot MikroTik di SMP Muhammadiyah 2 Kartasura

Implementation of MikroTik Bandwidth Management and Hotspot at SMP Muhammadiyah 2 Kartasura

¹Amalia Fatmasari, ²Ihsan Cahyo Utomo

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

¹ l200220046@student.ums.ac.id, ² icu886@ums.ac.id

Received:
10 Februari 2026

Revised:
5 Agustus 2026

Accepted:
6 Agustus 2026

Published:
7 Agustus 2026

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong pemanfaatan jaringan internet sebagai pendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi di lingkungan sekolah. Namun, pengelolaan akses internet di SMP Muhammadiyah 2 Kartasura belum berjalan optimal karena belum diterapkannya mekanisme pengaturan bandwidth dan autentikasi pengguna, sehingga berpotensi menyebabkan ketidakmerataan penggunaan jaringan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan manajemen bandwidth dan hotspot berbasis MikroTik untuk meningkatkan pengelolaan jaringan internet di lingkungan sekolah. Metode penelitian menggunakan eksperimen terapan yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan topologi jaringan, implementasi konfigurasi MikroTik, serta pengujian konektivitas jaringan. Implementasi dilakukan melalui konfigurasi IP Address, DHCP Server, Network Address Translation (NAT), manajemen bandwidth, firewall dasar, dan autentikasi hotspot. Hasil penelitian menunjukkan konfigurasi IP Address, DHCP Server, NAT, firewall dasar, manajemen bandwidth, dan autentikasi hotspot berhasil diterapkan sesuai rancangan sehingga pengelolaan jaringan menjadi lebih terstruktur dan memudahkan administrator dalam mengontrol akses internet pengguna. Implementasi tersebut mendukung terciptanya jaringan yang lebih stabil, aman, dan sesuai dengan kebutuhan operasional sekolah.

Kata kunci: MikroTik, Manajemen Bandwidth, Hotspot, Jaringan Sekolah

ABSTRACT

The development of information and communication technology encourages the use of internet networks to support learning and administrative activities in the school environment. However, internet access management at SMP Muhammadiyah 2 Kartasura has not been running optimally because the bandwidth management and user authentication mechanisms have not been implemented, thus potentially causing uneven network usage. This study aims to implement MikroTik-based bandwidth and hotspot management to improve internet network management in the school environment. The research method uses applied experiments that include needs analysis, network topology design, MikroTik configuration implementation, and network connectivity testing. Implementation is carried out through the configuration of IP Address, DHCP Server, Network Address Translation (NAT), bandwidth management, basic firewall, and hotspot authentication. The results show that the configuration of IP Address, DHCP Server, NAT, basic firewall, bandwidth management, and hotspot authentication was successfully implemented according to the design so that network management becomes more structured and makes it easier for administrators to control user internet access. This implementation supports the creation of a more stable, secure network that is in accordance with the school's operational needs..

Keywords: MikroTik, Bandwidth Management, Hotspot, School Network

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong pemanfaatan jaringan komputer dalam berbagai bidang, termasuk bidang pendidikan (Hizril & Ibrahim, 2025). Jaringan komputer berperan

penting dalam mendukung kegiatan pembelajaran, administrasi, serta akses informasi bagi guru dan siswa. Pemanfaatan internet sebagai sarana pembelajaran memungkinkan akses informasi yang lebih luas serta peningkatan kualitas pendidikan (Zhang & Li, 2024), (Martin et al., 2022). Selain itu, penggunaan jaringan internet juga membantu siswa dan tenaga pendidik memperoleh informasi secara lebih cepat dan efektif (Irsyadi et al., 2024), (Sari & Munir, 2024).

SMP Muhammadiyah 2 Kartasura telah memanfaatkan jaringan internet sebagai sarana pendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi sekolah. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pihak sekolah, pengelolaan jaringan masih dilakukan secara sederhana tanpa mekanisme pembagian bandwidth maupun autentikasi pengguna. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan internet menjadi kurang merata ketika banyak pengguna mengakses jaringan secara bersamaan sehingga berpotensi mengganggu kegiatan pembelajaran dan administrasi sekolah (Korkmaz et al., 2022; Zellyka Siti Rahmadani & Yahfizham, 2025).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pengelolaan jaringan yang lebih terstruktur dan terkontrol. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan router MikroTik sebagai perangkat utama dalam manajemen jaringan. MikroTik memiliki fitur pengelolaan jaringan yang lengkap, seperti pengaturan bandwidth, pengelolaan pengguna, serta pengamanan jaringan dengan biaya yang relatif terjangkau (Sene et al., 2023). Selain itu, MikroTik mendukung pengelolaan bandwidth yang memungkinkan pembagian kapasitas akses internet secara adil bagi setiap pengguna (Syuhada, 2024). Perangkat ini juga dapat digunakan untuk membangun sistem jaringan dari skala sederhana hingga kompleks serta dirancang agar mudah digunakan oleh administrator jaringan (Arfind et al., 2023), (Sujalwo et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan manajemen bandwidth, autentikasi hotspot, dan firewall dasar menggunakan MikroTik pada jaringan SMP Muhammadiyah 2 Kartasura. Implementasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan pemerataan distribusi akses internet, memperkuat keamanan jaringan, serta mempermudah pengelolaan jaringan secara terpusat guna mendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi sekolah.

Tinjauan Pustaka

Penerapan sistem autentikasi *hotspot* berbasis RADIUS Server menggunakan MikroTik terbukti mampu meningkatkan keamanan jaringan serta mempermudah pengelolaan akses internet pada lingkungan sekolah. Sistem autentikasi ini memungkinkan kontrol akses pengguna dilakukan secara terpusat dan lebih terstruktur (Rahmi et al., 2024).

Pembangunan jaringan kabel dan nirkabel berbasis MikroTik di lingkungan pendidikan mampu menyediakan akses internet yang stabil dan aman bagi seluruh pengguna. Selain itu, pemisahan akses antar pengguna dapat meningkatkan efisiensi koneksi serta mengurangi potensi gangguan jaringan (Amin et al., 2022).

Implementasi manajemen bandwidth dan *firewall* menggunakan MikroTik juga menunjukkan peningkatan signifikan terhadap keamanan jaringan dan optimalisasi lalu lintas data. Dengan pengaturan tersebut, setiap pengguna dapat memperoleh kecepatan akses internet yang lebih stabil dan merata (Lienardy et al., 2025).

Penggunaan MikroTik pada jaringan pendidikan memudahkan pengelolaan akses internet secara terpusat. Konfigurasi *firewall* dan manajemen alamat IP yang tepat memungkinkan administrator memantau aktivitas pengguna serta mencegah gangguan dan penyalahgunaan jaringan (Senoria, Pahlawani et al., 2023).

Selain itu, penerapan fitur *address list* dan *firewall filter* pada MikroTik terbukti efektif dalam menangkal serangan *brute-force* serta aktivitas jaringan yang mencurigakan. Pengaturan *firewall* yang tepat tidak hanya memperkuat keamanan jaringan, tetapi juga mempermudah pengelolaan hak akses pengguna (Christanto et al., 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa MikroTik efektif digunakan untuk meningkatkan keamanan jaringan melalui autentikasi hotspot, pengelolaan bandwidth, maupun penerapan firewall pada lingkungan pendidikan (Amin et al., 2022; Christanto et al., 2025; Lienardy et al., 2025; Rahmi et al., 2024; Senoria, Pahlawani et al., 2023). Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada implementasi satu atau dua fitur tertentu dan belum mengintegrasikan manajemen bandwidth, autentikasi hotspot, serta firewall dasar dalam satu sistem jaringan yang diterapkan pada lingkungan sekolah. Selain itu, pembahasan mengenai implementasi jaringan yang disesuaikan dengan kebutuhan operasional sekolah masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengimplementasikan beberapa fitur utama MikroTik secara terintegrasi untuk menghasilkan sistem jaringan yang lebih stabil, aman, dan mudah dikelola di SMP Muhammadiyah 2 Kartasura.

2. METODE

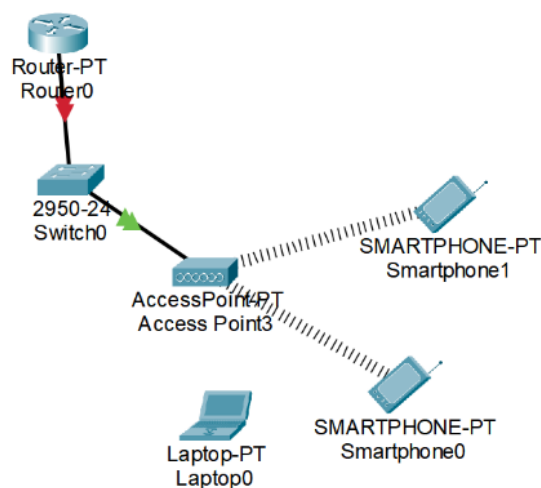
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terapan untuk merancang dan mengimplementasikan jaringan komputer berbasis MikroTik di SMP Muhammadiyah 2 Kartasura guna mengatasi keterbatasan distribusi akses internet di ruang kelas (Driskell et al., 2014). Metodologi penelitian terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan tahap awal yang dilakukan untuk menentukan ruang lingkup penelitian (Utomo & Rokhmah, 2022). Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap kondisi jaringan eksisting di SMP Muhammadiyah 2 Kartasura, meliputi topologi jaringan, perangkat yang digunakan, kapasitas akses internet, jumlah pengguna, serta permasalahan yang dihadapi seperti ketidakmerataan distribusi bandwidth dan belum diterapkannya mekanisme autentikasi pengguna. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, dan konfigurasi jaringan yang akan diterapkan.

Perancangan Jaringan

Setelah kebutuhan teridentifikasi, dilakukan perancangan topologi jaringan dengan router MikroTik RB750 sebagai gateway utama, terhubung dengan satu *access point* untuk mendistribusikan jaringan nirkabel ke ruang kelas. Simulasi arsitektur jaringan juga dilakukan sebagai bagian perancangan (Prakosa et al., 2024), karena desain jaringan nirkabel sangat bergantung pada topologi dan manajemen trafik (Farej & Jasim, 2020). Penentuan topologi dan alokasi sumber daya menjadi kunci agar koneksi nirkabel tersebar merata dan stabil (Luo & Zhang, 2023).



Gambar 1. Rancangan Topologi Jaringan

Implementasi Jaringan

Implementasi jaringan dilakukan dengan mengonfigurasi router MikroTik sebagai gateway utama yang menghubungkan jaringan lokal dengan koneksi internet dari ISP. Tahapan implementasi meliputi konfigurasi interface WAN dan LAN, pemberian IP Address, konfigurasi DHCP Server untuk distribusi alamat IP secara otomatis, penerapan Network Address Translation (NAT) agar perangkat lokal dapat mengakses internet, serta konfigurasi hotspot sebagai mekanisme autentikasi pengguna. Selanjutnya diterapkan manajemen bandwidth menggunakan fitur Simple Queue untuk membatasi penggunaan bandwidth setiap pengguna sehingga distribusi akses internet menjadi lebih merata. Firewall dasar juga dikonfigurasi untuk membatasi akses yang tidak diperlukan dan meningkatkan keamanan jaringan..

Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan dilakukan setelah seluruh konfigurasi selesai diterapkan. Pengujian meliputi beberapa aspek, yaitu:

1. Pengujian konektivitas, dilakukan menggunakan perintah ping untuk memastikan komunikasi antara perangkat klien, router MikroTik, dan internet berjalan dengan baik.
2. Pengujian DHCP Server, dilakukan dengan menghubungkan beberapa perangkat klien untuk memastikan setiap perangkat memperoleh IP Address, gateway, dan DNS secara otomatis.

3. Pengujian hotspot, dilakukan dengan memastikan pengguna harus melakukan autentikasi menggunakan username dan password sebelum memperoleh akses internet.
4. Pengujian manajemen bandwidth dilakukan menggunakan fitur *Simple Queue* dengan pembatasan kecepatan sesuai kebutuhan masing-masing pengguna agar distribusi bandwidth lebih merata.
5. Pengujian akses internet, dilakukan dengan membuka layanan internet setelah proses autentikasi berhasil.

Evaluasi dan Dokumentasi

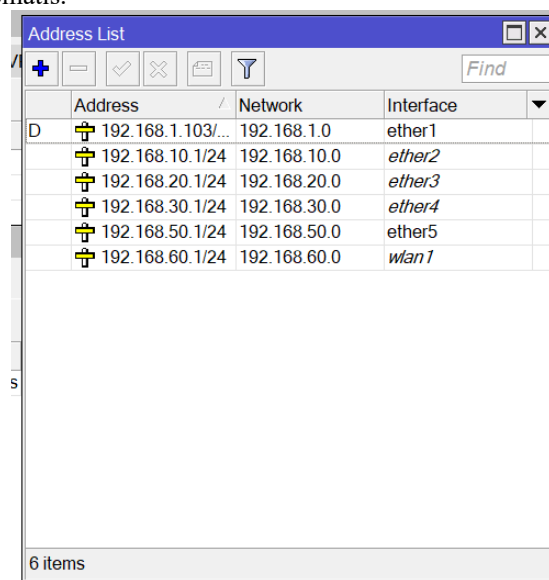
Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi jaringan sebelum dan sesudah implementasi. Aspek yang dievaluasi meliputi kemudahan pengelolaan jaringan, pemerataan distribusi bandwidth, keberhasilan autentikasi pengguna, kestabilan koneksi internet, dan fungsi firewall dasar. Seluruh hasil konfigurasi dan pengujian didokumentasikan menggunakan tangkapan layar dari aplikasi WinBox sebagai bukti implementasi sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Implementasi Jaringan

Implementasi jaringan dilakukan sesuai rancangan pada tahap metode. Jaringan menggunakan router MikroTik sebagai pusat pengelolaan, terhubung ke satu *access point* untuk distribusi internet nirkabel. Fokus utama implementasi adalah pengelolaan bandwidth dan pengamanan dasar agar penggunaan internet terkontrol dan tidak berlebihan.

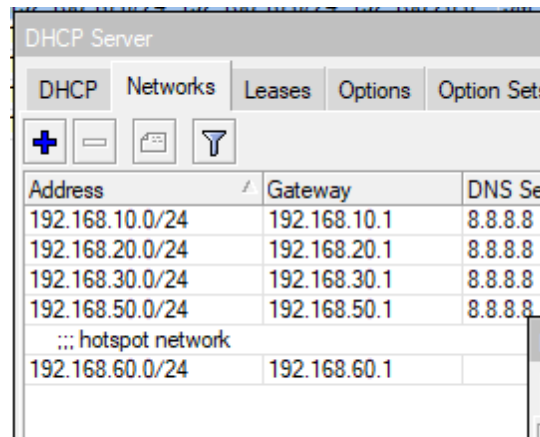
Router MikroTik dikonfigurasi sebagai *gateway* ke koneksi internet ISP. Konfigurasi dasar seperti IP Address, NAT, dan DHCP Server berhasil diterapkan sehingga perangkat pengguna dapat terhubung dan memperoleh alamat IP otomatis.



Gambar 2. Konfigurasi IP Address pada MikroTik

Interface List											
Interface List											
	Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx	FP Rx	FP Tx Packet (p/s)
INTERNET	ether1	Ethernet	1500	1598	2.0 kbps	17.8 kbps	4	27	8.8 kbps	180.4 kbps	17
GURU	ether2	Ethernet	1500	1598	53.6 kbps	6.7 kbps	12	10	253.8 kbps	19.0 kbps	32
TU	ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
PERPUS	ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
SISWA	ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
	wlan1	Wireless (Atheros AR9...	1500	1600	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0

Gambar 3. Konfigurasi *Interface* pada MikroTik



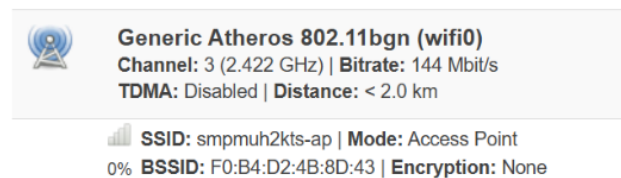
Address	Gateway	DNS Server
192.168.10.0/24	192.168.10.1	8.8.8.8
192.168.20.0/24	192.168.20.1	8.8.8.8
192.168.30.0/24	192.168.30.1	8.8.8.8
192.168.50.0/24	192.168.50.1	8.8.8.8
... hotspot network		
192.168.60.0/24	192.168.60.1	

Gambar 4. Konfigurasi DHCP Server pada MikroTik

3.2. Implementasi Access Point

Access point digunakan sebagai media penyebaran jaringan nirkabel dari router MikroTik. Perangkat dikonfigurasi dalam mode bridge agar dapat meneruskan koneksi dari router tanpa perlu pengaturan *routing* tambahan. Konfigurasi meliputi SSID, mode keamanan, dan *password* WiFi. Dengan konfigurasi ini, pengguna dapat terhubung ke jaringan nirkabel sekolah melalui satu *access point* yang terhubung langsung ke router MikroTik.

Wireless Overview

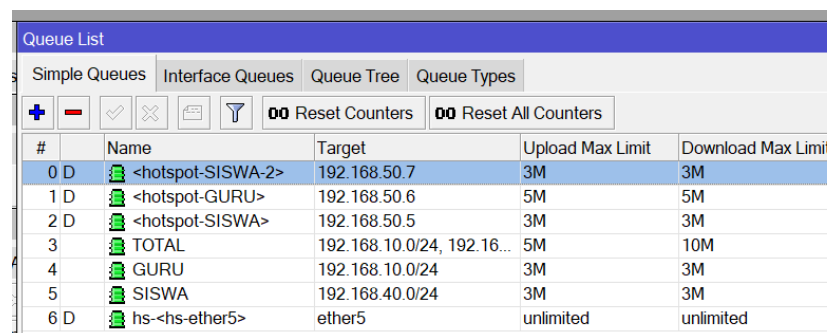


Generic Atheros 802.11bgn (wifi0)
Channel: 3 (2.422 GHz) Bitrate: 144 Mbit/s
TDMA: Disabled Distance: < 2.0 km
SSID: smpmuh2kts-ap Mode: Access Point
0% BSSID: F0:B4:D2:4B:8D:43 Encryption: None

Gambar 5. Konfigurasi dasar *access point*

3.3. Implementasi Manajemen Bandwidth

Manajemen bandwidth diterapkan pada router MikroTik untuk membatasi penggunaan internet. Pembatasan ini dilakukan agar setiap pengguna dapat mengakses internet secara seimbang, sehingga tidak ada pihak yang menghabiskan bandwidth secara berlebihan dan mengganggu pengguna lain.



#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit
0 D	<hotspot-SISWA-2>	192.168.50.7	3M	3M
1 D	<hotspot-GURU>	192.168.50.6	5M	5M
2 D	<hotspot-SISWA>	192.168.50.5	3M	3M
3	TOTAL	192.168.10.0/24, 192.16...	5M	10M
4	GURU	192.168.10.0/24	3M	3M
5	SISWA	192.168.40.0/24	3M	3M
6 D	hs-<hs-ether5>	ether5	unlimited	unlimited

Gambar 6. Konfigurasi manajemen bandwidth pada MikroTik

3.4. Implementasi Firewall Dasar

Firewall dasar diterapkan sebagai pengamanan jaringan. *Firewall* digunakan untuk membatasi akses yang tidak diperlukan serta melindungi jaringan dari aktivitas yang berpotensi mengganggu kestabilan sistem.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	Bytes	Packets
0 D	jump	forward								150.0 KiB	984
1 D	jump	forward								0 B	0
2 D	jump	input								2782.3 KiB	18 480
3 D	drop	input			6 (tcp)		64872-64...			0 B	0
4 D	jump	hs-input								2782.3 KiB	18 480
5 D	accept	hs-input			17 (u...		64872			147.7 KiB	2 249
6 D	accept	hs-input			6 (tcp)		64872-64...			680.6 KiB	2 747
7 D	jump	hs-input								1655.6 KiB	9 810
8 D	reject	hs-unauth			6 (tcp)					848 B	16
9 D	reject	hs-unauth								1804.8 KiB	10 778
10 D	reject	hs-unauth-to								0 B	0
...	place hotspot rules here										
11 X	pass...	unused-hs...								0 B	0

Gambar 7. Konfigurasi *firewall* dasar pada MikroTik

3.5. Implementasi Autentikasi Pengguna

Setelah konfigurasi dasar, *access point*, manajemen bandwidth, dan *firewall* diterapkan, dilakukan autentikasi pengguna menggunakan *hotspot* MikroTik. Implementasi ini mengharuskan setiap perangkat yang terhubung memasukkan *username* dan *password* sebelum memperoleh akses internet, sehingga hanya pihak yang berwenang yang dapat menggunakan jaringan.



Gambar 8. Tampilan halaman login

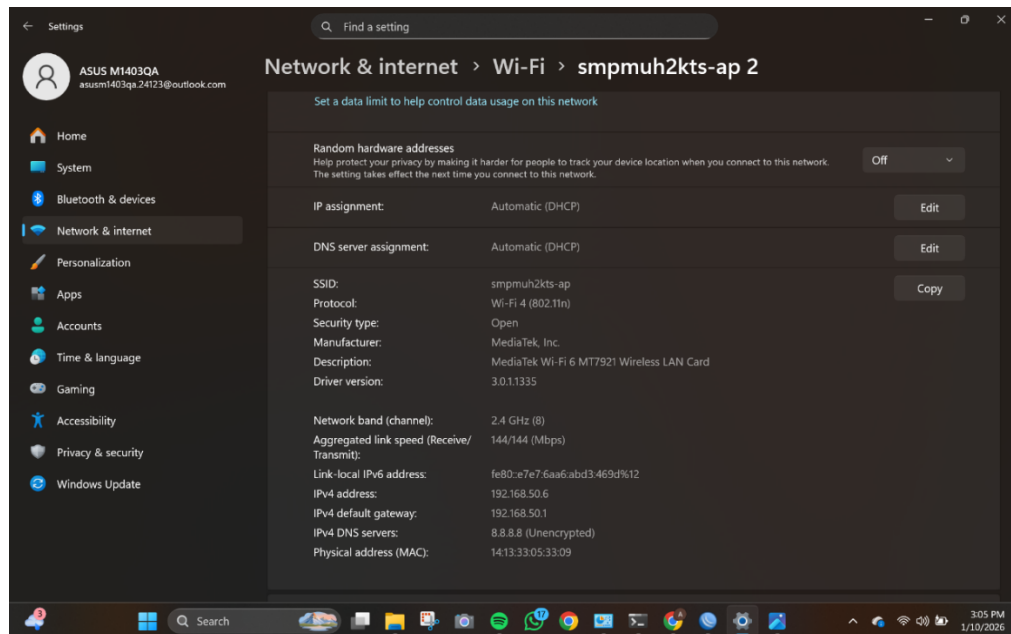
3.6. Hasil Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan dilakukan setelah seluruh konfigurasi diterapkan untuk memastikan setiap komponen jaringan berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian meliputi konektivitas antarperangkat, DHCP Server, autentikasi hotspot, manajemen bandwidth, firewall dasar, serta akses internet. Setiap pengujian dilakukan berdasarkan keberhasilan fungsi dari masing-masing konfigurasi sesuai dengan rancangan implementasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh perangkat berhasil terhubung ke jaringan WiFi melalui access point dan memperoleh konfigurasi jaringan secara otomatis. DHCP Server dikonfigurasi dengan rentang alamat IP 192.168.50.2 hingga 192.168.50.254 sehingga setiap perangkat memperoleh alamat IP, gateway, dan DNS secara otomatis. Hasil pengujian implementasi jaringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Implementasi Jaringan

Pengujian	Hasil
Konfigurasi IP Address	Berhasil
DHCP Server	Berhasil
Konektivitas Internet	Berhasil
Hotspot	Berhasil
Manajemen Bandwidth	Berhasil
Firewall Dasar	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, seluruh konfigurasi jaringan berhasil diterapkan sesuai dengan rancangan. Konfigurasi IP Address, DHCP Server, autentikasi hotspot, manajemen bandwidth, dan firewall dasar berfungsi dengan baik sehingga pengguna dapat memperoleh akses internet setelah proses autentikasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi jaringan mampu mendukung pengelolaan akses internet yang lebih terstruktur sesuai konfigurasi yang telah ditetapkan.



Gambar 9. Pengujian konektivitas jaringan

3.7. Pembahasan

Implementasi manajemen bandwidth menggunakan fitur Simple Queue pada MikroTik mampu mendukung pembagian akses internet yang lebih teratur sesuai konfigurasi yang diterapkan. Selain itu, penerapan autentikasi hotspot berhasil membatasi akses jaringan sehingga hanya pengguna yang memiliki akun yang dapat menggunakan layanan internet. Implementasi tersebut juga mempermudah administrator dalam mengelola jaringan melalui konfigurasi terpusat pada router MikroTik, sehingga pengaturan DHCP Server, hotspot, firewall, dan manajemen bandwidth dapat dilakukan dari satu perangkat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Lienardy et al. (2025) yang menyatakan bahwa penerapan manajemen bandwidth pada MikroTik mampu meningkatkan pengelolaan lalu lintas jaringan. Selain itu, implementasi firewall dasar pada penelitian ini juga mendukung temuan Christanto et al. (2025) mengenai peningkatan keamanan jaringan. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada implementasi dalam satu lingkungan sekolah dengan satu access point sehingga pengujian pada skala jaringan yang lebih besar masih diperlukan.

4. PENUTUP

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan manajemen bandwidth, firewall dasar, dan autentikasi hotspot berbasis MikroTik pada jaringan SMP Muhammadiyah 2 Kartasura sesuai dengan tujuan penelitian. Implementasi yang dilakukan melalui konfigurasi IP Address, DHCP Server, NAT, firewall dasar, manajemen bandwidth, dan autentikasi hotspot berhasil membangun sistem jaringan yang lebih terstruktur serta mendukung pemerataan distribusi akses internet dan pengendalian akses pengguna. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat membantu administrator dalam mengelola jaringan secara terpusat sehingga mendukung kegiatan pembelajaran dan administrasi sekolah secara lebih efektif.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena implementasi hanya dilakukan pada satu access point dan belum menerapkan sistem autentikasi berbasis RADIUS maupun monitoring jaringan secara real-time. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan implementasi pada jaringan dengan jumlah pengguna yang lebih besar, menerapkan autentikasi berbasis RADIUS, serta menambahkan fitur monitoring jaringan dan load balancing guna meningkatkan kinerja dan keandalan jaringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada SMP Muhammadiyah 2 Kartasura atas izin dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan artikel ini. Selain itu, apresiasi diberikan kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penelitian dan penulisan artikel, baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. S., Harsanto, K., & Samsinar, R. (2022). Implementasi Jaringan Kabel Dan Wireless Menggunakan Router Mikrotik Pada Sd Muhammadiyah 1 Jakarta. *Skanika*, 5(2), 255–264. <https://doi.org/10.36080/skanika.v5i2.2932>
- Arfind, R., Supendar, H., & Fahlap, R. (2023). Perancangan Virtual Private Network Dengan Metode PPTP Menggunakan Mikrotik. *Jurnal Komputer Antartika*, 1(3), 108–116. <https://doi.org/10.70052/jka.v1i3.28>
- Christanto, F. W., Cholillah, P., & Hirzan, A. M. (2025). Optimizing Mikrotik-Based Network Security using Address List, Firewall Filter Rules, and Raw Firewall. *Revista de Informatica Teorica e Aplicada*, 32(3), 66–76. <https://doi.org/10.22456/2175-2745.142954>
- Driskell, J. E., King, J., & Driskell, T. (2014). Conducting Applied Experimental Research. In *Laboratory Experiments in the Social Sciences: Second Edition* (pp. 451–472). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404681-8.00020-0>
- Farej, Z. K., & Jasim, M. M. (2020). Performance evaluation of the IEEE 802.11n random topology WLAN with QoS application. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10(2), 1924–1934. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i2.pp1924-1934>
- Hizril, N., & Ibrahim, M. M. (2025). Inovasi Media Pembelajaran dalam Pendidikan Modern. *Proceeding International Seminar on Islamic Studies Vol.*, 6(1), 2591–2597. https://www.researchgate.net/publication/375554671_Media_Pembelajaran_Inovasi_dan_Dampaknya_dalam_Pendidikan_Modern#:~:text=Inovasi-inovasi di era digital%2C terutama berbasis teknologi%2C dapat,praktis serta penerapan pengetahuan dalam situasi kehidupan
- Irsyadi, F. Y., Utomo, I. C., Rahman, A. A., Kojyro, H. D., Mursetyani, D., Putri, S. Q. A., Atmadja, S. M., & Syafi'uddin, M. W. (2024). Optimalisasi Sistem Jaringan Informasi Pada MIM Taraman Sragen. *Abdi Teknayasa*, 5(1), 276–281. <https://doi.org/10.23917/abditeknayasa.v5i1.5139>
- Korkmaz, Ö., Erer, E., & Erer, D. (2022). Internet access and its role on educational inequality during the COVID-19 pandemic. *Telecommunications Policy*, 46(5). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102353>
- Lienardy, G., Dharmalau, A., Sucahyo, N., & Hiswara, I. (2025). Implementasi Manajemen Bandwidth dan Firewall Menggunakan Mikrotik Router Pada Infrastruktur Jaringan di SMA Budi Mulia Jakarta. *Jurnal Elektro & Informatika*, 5(1), 19–27.
- Luo, Y., & Zhang, D. (2023). Wireless Network Design Optimization for Computer Teaching with Deep Reinforcement Learning Application. *Applied Artificial Intelligence*, 37(1). <https://doi.org/10.1080/08839514.2023.2218169>
- Martin, Y., Montessori, M., & Nora, D. (2022). Pemanfaatan Internet sebagai Sumber Belajar. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(3), 242–246. <https://doi.org/10.38035/rj.v4i3.494>
- Prakosa, B. A., Afrianto, Y., Agustian, S., & Setiadi, I. H. (2024). Evaluating Bandwidth Management Techniques on Mikrotik Routers: A Multiple Linear Regression Approach. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 29(4), 1561–1572. <https://doi.org/10.18280/isi.290429>
- Rahmi, *, Guncya, N., Guncya, R. N., & Penulis, K. (2024). Rancang Bangun Sistem Autentikasi Hotspot Berbasis Radius Server Menggunakan Mikrotik Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Luwu Alamat : Jalan Puang Haji Daud No.4 Kota Palopo. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 2(3), 138–152. <https://doi.org/10.61132/mars.v2i3.150>
- Sari, A. P., & Munir, M. (2024). Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Inovasi Pembelajaran untuk Meningkatkan Efektivitas Kegiatan di Kelas. *Digital Transformation Technology*, 4(2), 977–983. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i2.5127>
- Sene, E., Nababan, D., & Kelen, Y. P. K. (2023). Analisis Dan Perancangan Jaringan Hotspot Server Berbasis Mikrotik Pada Xpresso Café Kefamenanu. *JUTEKBIDIK: Jurnal Teknologi, Bisnis & Pendidikan*, 1(1), 10–21.
- Senoria, Pahlawani, R., Dawi, N., & Hariadi, F. (2023). Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Hotspot Pada SMA Negeri 1 Kembara. *Sustainable Agricultural Technology Innovation*, 249–262.

- Sujalwo, Bana Handaga, & Heru Supriyono. (2020). Manajemen Jaringan Komputer dengan Menggunakan Mikrotik Router. *Jurnal Komunikasi Dan Teknologi Informasi*, 2(2), 32–43.
- Syuhada, H. (2024). *Implementasi Jaringan Hotspot Dan Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Router Pada Cafe Citarasa Ujoeng Batee*. 1–87. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/35226/>
- Utomo, I. C., & Rokhmah, S. (2022). Konfigurasi SSL Untuk Meningkatkan Keamanan Web server Pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 6(2), 143. <https://doi.org/10.30872/jurti.v6i2.8333>
- Zellyka Siti Rahmadani, & Yahfizham. (2025). Eksplorasi Motivasi Belajar Siswa MI di Tengah Keterbatasan Akses Internet. *Fatih: Journal of Contemporary Research*, 2(2), 653–662. <https://doi.org/10.61253/1q5jn460>
- Zhang, X., & Li, L. (2024). Assessing the quality of experience in wireless networks for multimedia applications: A comprehensive analysis utilizing deep learning-based techniques. *Heliyon*, 10(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30351>