

**IMPLEMENTASI *NETWORK AUTOMATION* UNTUK
OPTIMASI *BANDWIDTH* PADA JARINGAN KOMPUTER**

PROJEK

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi di

Program Studi Teknik Komputer DIII



Oleh:

Ahmad Aidil Fajri

09030582226006

PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

MEI 2025

HALAMAN PENGESAHAN PROJEK

HALAMAN PENGESAHAN

PROJEK AKHIR

Implementasi Network Automation untuk Optimasi Bandwidth pada Jaringan Komputer

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi D3 Teknik Komputer

Oleh:

AHMAD AIDIL FAJRI
09030582226006

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Ahmad Heryanto, M.T.
NIP. 198701222015041002

Pembimbing 2 : Adi Hermansyah, M.T.
NIP. 198904302024211001

Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknik Komputer



Dr. Ir. Ahmad Heryanto, M.T.
198701222015041002

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 23 Mei 2025

Tim Penguji :

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| 1. Ketua Sidang | : Kemahyanto Exaudi, M.T |
| 2. Pembimbing I | : Dr. Ir. Ahmad Heryanto, M.T |
| 3. Pembimbing II | : Adi Hermansyah, M.T |
| 4. Penguji | : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T |



Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknik Komputer,



Dr. Ir. Ahmad Heryanto, M.T.

NIP.198701222015041002

HALAMAN PERNYATAAN

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Aidil Fajri

NIM : 09030582226006

Program Studi : Teknik Komputer

Judul Projek : Implementasi *Network automation* untuk Optimasi *Bandwidth*
Pada Jaringan Komputer

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 8%

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, 23 Mei 2025



Ahmad Aidil Fajri

NIM. 09030582226006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

"Akhir dari cobaan adalah awal dari percobaan lainnya — tetap fokus dan berbenah demi masa depan."

(Ahmad Aidil Fajri)

"Barang siapa bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil."

(Nabi Muhammad SAW)

"Ilmu tanpa amal adalah kegilaan, amal tanpa ilmu adalah kesia-siaan."

(Ibnu Sina)

"Orang bijak belajar dari segala hal, orang biasa belajar dari pengalaman, dan orang bodoh tidak belajar sama sekali."

(Socrates)

"Hidup yang tidak diuji adalah hidup yang tidak layak dijalani."

(Socrates)

Ku persembahkan kepada :

- Allah Subhanahu Wa Ta'ala
- Kedua orang tua
- Keluarga
- Guru-guru
- Almamater

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'la, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan projek akhir dengan judul “**Implementasi Network Automation Untuk Optimasi Bandwidth pada Jaringan Komputer**”. Penulisan projek akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan di program studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya untuk memperoleh gelar Ahli Madya Komputer.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan saran secara moril dan materil kepada penulis sehingga terselesaikannya projek akhir ini. Sehingga penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wata'ala, atas rahmat dengan segala karunia dan nikmat Nya, sehingga pembuatan projek akhir ini dapat terselesaikan.
2. Kepada kedua orang tua Ayah, Ibu, serta Kakak dan adik terimakasih atas segala dukungan dan doa untuk kelancaran dalam projek akhir ini.
3. Bapak Ahmad Heryanto, S. Kom., M.T selaku Dosen Pembimbing I serta Koordinator Program Studi Teknik Komputer Universitas Sriwijaya yang membantu dalam pembuatan Projek Akhir dan perangkat jaringan komputer dari awal hingga selesai.
4. Bapak Adi Hermansyah, M.T selaku Dosen Pembimbing II dalam pembuatan Projek Akhir dan perangkat jaringan komputer dari awal hingga selesai.
5. Bapak Aditya Putra Perdana Prasetyo, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Komputer Universitas Srwijaya.
7. Staf di Program Studi Teknik Komputer, khususnya Mbak Faula yang telah membantu penyelesaian proses administrasi.
8. Keluarga Besar Fakultas Ilmu Komputer, bagian akademik, kemahasiswaan, tata usaha, laboratorium, perlengkapan dan keuangan.

9. Seluruh Pimpinan yang ada di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
10. Seluruh teman satu angkatan 2022, khususnya Teknik Komputer 2022 serta Dinda, Sachio, Zizi, Desta, Fahri, Faisal dan semuanya. Semoga sukses untuk kita semua.
11. Teman karibku Andika Prasetyo yang ada di pulau Jawa sana
12. Teman-teman satu grup Kadrin, Rifqi, Punjay, Rajev, dan Ruhul yang selalu menemani sampai saat ini.
13. Serta semua pihak yang sangat berperan dan berkontribusi selama penulisan proyek akhir ini, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga dengan terselesaikannya proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi kita semua dalam mempelajari Implementasi *Network Automation* untuk Optimasi *Bandwidth* pada Jaringan Komputer.

Dalam penulisan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidak sempurnaan, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan laporan proyek akhir ini, agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang.

Palembang, 23 Mei 2025

Penulis

Ahmad Aidil Fajri

IMPLEMENTASI *NETWORK AUTOMATION* UNTUK OPTIMASI *BANDWIDTH* PADA JARINGAN KOMPUTER

Oleh

Ahmad Aidil Fajri

NIM 09030582226006

ABSTRAK

Optimalisasi *Bandwidth* merupakan aspek yang sangat krusial dalam mendukung kinerja jaringan, terutama ketika menghadapi trafik yang dinamis. Penelitian ini mengembangkan sistem otomatisasi jaringan berbasis *Python* yang memanfaatkan pustaka *Paramiko*, yang mampu melakukan konfigurasi secara otomatis dan adaptif dengan menerapkan metode *Load Balancing* menggunakan teknik *Per Connection Classifier (PCC)*. Empat skenario pengujian dilaksanakan untuk membandingkan efektivitas konfigurasi manual dan otomatis dalam kondisi normal serta di bawah beban tinggi. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan *throughput* dari 2,92 Mbps menjadi 11,98 Mbps, serta penurunan *packet loss* dari 22,8% menjadi 2,1%. Dalam skenario ekstrem, sistem berhasil menjaga *packet loss* pada angka 2,9%, meskipun *delay* meningkat hingga 7.199,7 ms. Selain itu, sistem dilengkapi dengan notifikasi *real-time* melalui *Telegram* yang memberi tahu *administrator* saat terjadi lonjakan penggunaan CPU, sehingga memudahkan respons yang cepat. Dengan pendekatan ini, *administrator* jaringan tidak perlu lagi melakukan konfigurasi secara manual, melainkan dapat mengandalkan sistem yang responsif dan efisien.

Kata kunci: *Network Automation*, *Bandwidth*, *Load Balancing*, *PCC*, *Python*, *Paramiko*, Jaringan Komputer.

IMPLEMENTATION OF NETWORK AUTOMATION FOR BANDWIDTH OPTIMIZATION IN COMPUTER NETWORKS

By

Ahmad Aidil Fajri

NIM 09030582226006

ABSTRACT

Bandwidth optimization is a crucial aspect in supporting network performance, especially when dealing with dynamic traffic. This research develops a Network Automation system based on Python, utilizing the Paramiko library, which is capable of performing automatic and adaptive configurations by implementing Load Balancing methods using Per Connection Classifier (PCC) techniques. Four testing scenarios were conducted to compare the effectiveness of manual and automated configurations under normal conditions as well as under high load. The results of the study indicate an increase in throughput from 2.92 Mbps to 11.98 Mbps, alongside a reduction in packet loss from 22.8% to 2.1%. In extreme scenarios, the system successfully maintained packet loss at 2.9%, despite an increase in delay reaching up to 7,199.7 ms. Furthermore, the system is equipped with real-time notifications via Telegram, informing the administrator when there is a spike in CPU usage, thereby facilitating a prompt response. With this approach, network administrators no longer need to perform manual configurations, but can rely on a responsive and efficient system.

Keywords: *Network Automation, Bandwidth, Load Balancing, PCC, Python, Paramiko, Computer Network.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	15
1.3 Tujuan.....	15
1.4 Manfaat.....	15
1.5 Batasan Masalah.....	16
1.6 Metode Penelitian.....	16
1.7 Sistematika Penulisan.....	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era digital saat ini, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi berlangsung dengan sangat pesat. Inovasi dalam komputasi, kecerdasan buatan, perangkat pintar, serta infrastruktur jaringan telah mengubah pola kerja dan interaksi manusia. Pengelolaan *Bandwidth* merupakan aspek krusial dalam administrasi jaringan komputer, terutama dengan meningkatnya penggunaan layanan berbasis internet. Pengelolaan *Bandwidth* yang tidak optimal dapat menyebabkan penurunan performa jaringan, peningkatan latensi, serta gangguan pada layanan digital, yang pada akhirnya berdampak terhadap pengalaman pengguna serta efisiensi operasional organisasi atau perusahaan[1].

Dalam manajemen jaringan konvensional, pengaturan *Bandwidth* umumnya dilakukan secara manual oleh *Administrator* jaringan. Proses ini biasanya melibatkan penerapan skema *Quality of Service (QoS)* yang bersifat statis atau melalui konfigurasi langsung pada perangkat keras jaringan. Pendekatan semacam ini membutuhkan tingkat intervensi manusia yang signifikan serta menunjukkan keterbatasan dalam kemampuan adaptasi terhadap perubahan dinamis pada pola lalu lintas jaringan. Lebih lanjut, sistem berbasis konfigurasi manual tidak memiliki mekanisme otomatis untuk merespons secara efisien terhadap lonjakan mendadak dalam penggunaan *Bandwidth*. Akibatnya, kondisi kemacetan jaringan (*bottleneck*) kerap terjadi, di mana alokasi *Bandwidth* menjadi tidak merata; beberapa aplikasi atau pengguna menerima alokasi *Bandwidth* yang lebih besar, sedangkan yang lainnya menghadapi keterbatasan akses terhadap sumber daya jaringan[2].

Dalam infrastruktur jaringan berskala besar, seperti pusat data, jaringan korporasi, dan penyedia layanan internet, permasalahan pengelolaan *Bandwidth* menjadi semakin kompleks. *Administrator* jaringan dituntut untuk mendistribusikan *Bandwidth* secara optimal guna memenuhi kebutuhan berbagai layanan, termasuk lalu lintas pengguna reguler, streaming video, serta aplikasi berbasis komputasi awan yang memiliki konsumsi data tinggi. Namun, tanpa adanya mekanisme otomatisasi yang bersifat adaptif, proses penyesuaian jaringan

terhadap dinamika lalu lintas data umumnya bersifat reaktif. Pendekatan ini sering kali tidak memiliki responsivitas yang cukup cepat untuk menangani perubahan pola trafik secara *real-time*[3].

Untuk mencapai alokasi *Bandwidth* yang optimal tanpa bergantung pada pengaturan secara manual yang rentan terhadap kesalahan, diperlukan solusi yang lebih cerdas dan fleksibel. Hal ini dikarenakan pendekatan tradisional dalam optimasi *Bandwidth* memiliki batasan dalam menangani lalu lintas yang kompleks, terutama di jaringan yang melibatkan berbagai jenis perangkat seperti *Internet of Things*, *server cloud*, dan aplikasi *real-time*[4].

Network Automation merupakan salah satu solusi inovatif yang bisa diterapkan, yang memungkinkan sistem jaringan untuk secara otomatis mendistribusikan dan mengoptimalkan *Bandwidth* sesuai dengan keadaan trafik saat ini. Dengan memanfaatkan teknologi seperti *Software-Defined Networking (SDN)* dan otomasi yang didukung *Python*, *Administrator* jaringan dapat meminimalisir pekerjaan manual yang dibutuhkan, meningkatkan efisiensi pengelolaan *Bandwidth*, dan menjamin ketersediaan sumber daya yang diperlukan[5].

Untuk meningkatkan penggunaan *Bandwidth*, *Network Automation* memberikan beragam keuntungan, seperti pengurangan latensi, peningkatan efisiensi distribusi sumber daya jaringan, dan pengelolaan *Bandwidth* yang lebih akurat. Selain itu, sistem otomasi ini mampu menerapkan kebijakan dinamis untuk distribusi *Bandwidth* berdasarkan prioritas aplikasi atau kebutuhan pengguna. Misalnya, trafik yang tidak mendesak, seperti unduhan file besar atau aktivitas latar belakang yang kurang penting, dapat dikurangi untuk mendukung layanan utama seperti komputasi awan dan konferensi video.

Lebih lanjut, otomatisasi dalam jaringan meningkatkan efektivitas penggunaan *Bandwidth* dan memperkuat keamanan jaringan, karena sistem otomatis mampu mengenali ketidaknormalan pada trafik yang mencurigakan serta menyesuaikan kebijakan jaringan guna menghindari penyalahgunaan *Bandwidth*. Dengan penerapan teknologi ini, organisasi dapat menekan pengeluaran operasional karena tidak perlu lagi bergantung pada intervensi manusia dan membuat jaringan beroperasi lebih efisien[6].

Dalam studi ini, *Network Automation* diterapkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan *Bandwidth* dalam jaringan komputer, dengan tujuan membangun sistem yang mampu mengelola alokasi *Bandwidth* secara otomatis berdasarkan perubahan lalu lintas data secara *real-time*. Solusi ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasional dalam manajemen jaringan, tetapi juga memastikan kualitas layanan jaringan yang lebih stabil dan optimal bagi pengguna. Dengan adanya sistem otomatis ini, *Administrator* jaringan tidak lagi perlu menangani lalu lintas secara manual, melainkan dapat memanfaatkan mekanisme otomatis yang cerdas untuk meningkatkan performa jaringan secara adaptif[7].

Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin menjadikan permasalahan ini sebagai fokus penelitian dalam penyusunan tugas akhir dengan judul “**Implementasi *Network Automation* untuk Optimasi *Bandwidth* pada Jaringan Komputer**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disampaikan pada latar belakang, dalam proyek ini tersusunlah beberapa rumusan masalah, diantaranya adalah:

1. Bagaimana implementasi *Network Automation* dapat membantu mengoptimalkan *Bandwidth* pada jaringan komputer?
2. Apa saja tantangan dalam penerapan *Network Automation* untuk optimasi *Bandwidth* ?

1.3 Tujuan

Pengimplementasian *Network Automation* pada Jaringan:

1. Menerapkan solusi *Network Automation* untuk meningkatkan optimasi *Bandwidth*
2. Mengevaluasi efektivitas penerapan solusi tersebut dalam jaringan lokal

1.4 Manfaat

Berdasarkan pada tujuan penyusunan proyek, terdapat beberapa manfaat yang diberikan, yaitu:

1. Menyediakan referensi bagi pengembangan jaringan yang lebih efisien
2. Menyediakan wawasan bagi praktisi IT tentang manfaat dan implementasi *Network Automation*

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada penerapan *Network Automation* dalam pengelolaan *Bandwidth* menggunakan teknik *Load Balancing*.
2. Penelitian ini dilakukan pada jaringan skala menengah dengan dua penyedia layanan internet (ISP1 dan ISP2).

1.6 Metode Penelitian

Dalam penyusunan proyek ini, beberapa metode yang digunakan antara lain :

1. Metode Literatur

Metode literatur mencakup pengumpulan data atau informasi tentang topik yang dipilih dari berbagai sumber, termasuk buku, internet, website, dan artikel jurnal dengan judul "**Implementasi *Network Automation* untuk Optimasi *Bandwidth* pada Jaringan Komputer**".

2. Metode Observasi

Metode observasi yang digunakan dalam proyek ini adalah untuk melihat dan mempelajari langsung bagaimana *Network Automation* dapat digunakan untuk mengotomatiskan konfigurasi jaringan.

3. Metode Konsultasi

Salah satu metode yang digunakan untuk mengadakan diskusi melalui tanya jawab dengan Dosen pembimbing. Tujuannya adalah meningkatkan laporan proyek selama proses perancangan dan pembuatan.

4. Metode Implementasi dan Pengujian

a. Metode Implementasi

Mengimplementasikan desain dan konfigurasi pada Router serta menyusun langkah - langkah implementasi secara rinci, termasuk penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan.

b. Metode Pengujian

Melakukan uji coba internal untuk memastikan bahwa *Network Automation* berfungsi seperti yang diharapkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan proyek berfungsi untuk mempermudah penulisan penulis. Sistematika penulisan tersebut yaitu:

[1] BAB I

Penulis memberikan penjelasan singkat tentang latar belakang dalam penelitian, rumusan masalah dalam penelitian, dan batasan masalah dalam penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian.

[2] BAB II

Membahas informasi umum atau teori pendukung yang digunakan sebagai landasan penelitian seperti penelitian terdahulu, serta istilah dan pengertian yang relevan.

[3] BAB III

Bab ini berisi deskripsi sistematis tentang kerangka sistem, topologi jaringan, skenario penelitian, serta konfigurasi atau desain peralatan dan bahan yang akan digunakan.

[4] BAB IV

Bab ini menyajikan uraian tentang hasil implementasi dan sistem *Network Automation* pada Jaringan.

[5] BAB V

Bab ini menguraikan kesimpulan dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada Bab IV, termasuk sejauh mana hasilnya sesuai dengan harapan peneliti. Selain itu, disampaikan pula saran kepada peneliti untuk mempertimbangkan penggunaan *rules action* lainnya dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Zhang and W. Quan, “Networking Automation and Intelligence: A New Era of Network Innovation,” *Engineering*, vol. 17, pp. 13–16, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.06.019>.
- [2] S. Nugroho and B. Pujiarto, “NETWORK AUTOMATION PADA BEBERAPA PERANGKAT ROUTER MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN PYTHON NETWORK AUTOMATION IN SOME ROUTER DEVICES USING PYTHON PROGRAMMING,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 9, no. 1, pp. 79–86, 2022, doi: <https://doi.org/10.25126/jtiik.202293947>.
- [3] C. E. Suharyanto, P. Simanjuntak, and S. Adam, “OPTIMALISASI SISTEM KEAMANAN JARINGAN DAN MANAJEMEN BANDWIDTH PADA JARINGAN (STUDI KASUS: CU TUNAS HARAPAN),” *Jurnal Desain Dan Analisis Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 13–18, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.58520/jddat.v1i1.14>.
- [4] A. A. Barakabitze, A. Ahmad, R. Mijumbi, and A. Hines, “5G network slicing using SDN and NFV: A survey of taxonomy, architectures and future challenges,” *Computer Networks*, vol. 167, p. 106984, Feb. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.106984>.
- [5] M. Faris, M. Fuzi, K. Abdullah, I. Hazwam, A. Halim, and R. Ruslan, “Network Automation using Ansible for EIGRP Network,” *Journal of Computing Research and Innovation (JCRINN)*, vol. 6, no. 4, 2021.
- [6] H. Babbar, S. Rani, M. Masud, S. Verma, D. Anand, and N. Jhanjhi, “Load Balancing Algorithm for Migrating Switches in Software-defined Vehicular Networks,” *Computers, Materials & Continua*, vol. 67, no. 1, pp. 1301–1316, 2021, doi: <https://doi.org/10.32604/cmc.2021.014627>.
- [7] D. Bringhenti, G. Marchetto, R. Sisto, and F. Valenza, “Automation for Network Security Configuration: State of the Art and Research Trends,” *ACM Computing Surveys*, vol. 56, no. 3, pp. 1–37, Oct. 2023, doi: <https://doi.org/10.1145/3616401>.
- [8] A. A. Mazin, H. Zainol Abidin, L. Mazalan, and A. M. Mazin, “Network Automation Using Python Programming to Interact with Multiple Third-

- Party Network Devices,” *InterNATional Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering*, pp. 59–64, Aug. 2023, doi: <https://doi.org/10.1109/icitacee58587.2023.10277400>.
- [9] K. Tanabe, T. Fukuda, and T. Kuroda, “Automated Performance Evaluation of Intent-based Virtual Network Systems,” *2020 16th InterNATional Conference on Network and Service Management (CNSM)*, pp. 1–7, Nov. 2020, doi: <https://doi.org/10.23919/cnsm50824.2020.9269123>.
- [10] A. M. Mazin, R. A. Rahman, M. Kassim, and A. R. Mahmud, “Performance Analysis on Network Automation Interaction with Network Devices Using Python,” *IEEE Xplore*, Apr. 01, 2021. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9431823/>
- [11] J. Forcier, “Welcome to Paramiko! — Paramiko documentation,” *Paramiko.org*, 2019. <https://www.Paramiko.org/> (accessed Apr. 08, 2025).
- [12] D. Rahardika dan N. Ratama, “Implementasi Network Automation Untuk Konfigurasi Jaringan Baru Dengan Netmiko,” *J. Artif. Intell. Innov. Appl.*, vol. 2, no. 3, pp. 190–200, 2021. <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JOAIIA/article/download/12614/7676>
- [13] A. Hermansyah, “Quality of Service (QoS) Analysis of MQTT Protocol for Smart Farming Monitoring System Optimization,” *Jurnal Teknokes*, vol. 18, no. 1, Apr. 2025, doi: <https://doi.org/10.35882/ve158618>.
- [14] B. P. Siahaan, “Bandwidth Management and Web Filtering with Per Connection Queue (PCQ) Method using Mikrotik,” *InterNATional Journal of Health Engineering and Technology*, Aug. 25, 2022. https://www.academia.edu/85594518/Bandwidth_Management_and_Web_Filtering_with_Per_Connection_Queue_PCQ_Method_using_Mikrotik (accessed Apr. 08, 2025).
- [15] A. Heryanto, A. Hermansyah, and D. Nizar, “SISTEM MONITORING SERVER DAN PERANGKAT JARINGAN PADA ENTERPRISE RESOURCE PLANNING FASILKOM UNSRI MENGGUNAKAN PROTOKOL ICMP DAN SNMP,” *Sistem Monitoring Server Dan*

Perangkat Jaringan Pada Enterprise Resource Planning Fasilkom UNSRI Menggunakan Protokol ICMP Dan SNMP, vol. 6, no. 3, 2017.

- [16] C.-G. Dumitrache, C. A. Ghita, G. Predusca, L. D. Circumarescu, N. Angelescu, and D. C. Puchianu, “The Efficiency of *Routing* Protocols, *OSPF* and *EIGRP*, Using Graphical *Network Simulator-3* and *Python*,” *2024 28th InterNATional Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, pp. 194–199, Oct. 2024, doi: <https://doi.org/10.1109/icstcc62912.2024.10744665>.
- [17] D. A. Babalola, “*Bandwidth Monitoring and Network Usage in a Wireless Network*,” *Academia.edu*, 2020. https://www.academia.edu/65704263/Bandwidth_Monitoring_and_Network_Usage_in_a_Wireless_Network (accessed Apr. 08, 2025).
- [18] Y. A. Makeri, G. T. Cirella, F. J. Galas, H. M. Jadah, and A. O. Adeniran, “*Network Performance Through Virtual Local Area Network (VLAN) Implementation & Enforcement On Network Security For Enterprise*,” *InterNATional Journal of Advanced Networking and Applications*, vol. 12, no. 06, pp. 4750–4762, 2021, doi: <https://doi.org/10.35444/ijana.2021.12604>.
- [19] G. P. HIKMATA, W. Najib, and S. Sumaryono, “*Analisis Perbandingan Metode Load Balancing ECMP, Nth, dan PCC Menggunakan MikroTik Cloud Hosted Router pada GNS3*,” *Ugm.ac.id*, 2016. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/96800> (accessed Apr. 08, 2025).
- [20] N. M. Sahri and K. Okamura, “*Fast failover mechanism for software defined networking*,” *ACM Digital Library*, Jun. 2014, doi: <https://doi.org/10.1145/2619287.2619303>.
- [21] J. Weaver, “*What is Network Redundancy and Network Failover — and When do You Need it?*,” *Cradlepoint*, Jul. 17, 2023. <https://cradlepoint.com/resources/blog/what-is-network-redundancy-and-network-failover-and-when-do-you-need-it/> (accessed Apr. 08, 2025).

- [22] Pandawa Global Telematika, “Konfigurasi *Fail Over* dengan *Recursive Gateway MikroTik*,” PT. Pandawa Global Telematika, 2025. <https://pgt.net.id/blog/networking/konfigurasi-fail-over-dengan-Recursive-Gateway-MikroTik> (accessed May 07, 2025).
- [23] “Cara *Failover MikroTik* 2022 | Bisa Detek Status Internet,” tembolok.id, Jun. 28, 2021. <https://www.tebolok.id/cara-failover-MikroTik/> (accessed May 07, 2025).
- [24] “MikroTik — *Failover WAN* dengan *Recursive Gateway* #RedudantEps01,” Medium, May 27, 2023. <https://medium.com/@septianalrizki3/MikroTik-failover-WAN-dengan-Recursive-Gateway-redudanteps01-c5deebf0d689> (accessed May 07, 2025).
- [25] M. R. Dwi Setiawan, Ridwansyah, “Perancangan Keamanan Jaringan Next-Generation *Firewall* Menggunakan Router Fortinet Pada Pt. Alodokter Teknologi Solusi,” Jurnal Informatika Terpadu, vol. 9, no. 1, pp. 34–39, 2023.
- [26] N. Faris, “Pengenalan *MikroTik RouterOS* untuk Manajemen Jaringan,” CloudAja Artikel | Cloud Hosting Indonesia, Nov. 23, 2024. <https://www.cloudaja.id/artikel/pengenalan-MikroTik-RouterOS-untuk-manajemen-jaringan/> (accessed Apr. 08, 2025).
- [27] Dragoescu Adrian-Daniel, P. Gabriel, P. D. Constantin, Circumarescu Liana Denisa, and Angelescu Nicoleta, “*Implementation of 802.11b/g/n Standards in 2.4GHz WLANs using MikroTik Equipment*,” 2022 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR), vol. II, pp. 1–6, May 2024, doi: <https://doi.org/10.1109/aqtr61889.2024.10554113>.
- [28] A. HASAN, A. Hermansyah, and N. Afifah, “IMPLEMENTASI *FIREWALL TARPIT* PADA ROUTER SEBAGAI PERLINDUNGAN TERHADAP SERANGAN *PORT SCANNING* - Sriwijaya University Repository,” Unsri.ac.id, Jul. 2024, doi: http://repository.unsri.ac.id/154149/1/RAMA_56401_09030582125004.pdf.