

Optimalisasi Jaringan Kampus Universitas Muhammadiyah Bengkulu Menggunakan Network Simulator-2 (Ns-2)

Dela Trimiarti ¹⁾; A.R. Walad Mahfuzhi ²⁾; Yulia Darmi ³⁾; Khairullah ⁴⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Email: ¹⁾delabkl516@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received [15 Juli 2026]

Revised [19 Oktober 2026]

Accepted [21 Oktober 2026]

KEYWORDS

Network Simulation, Bandwidth, Data Traffic, Quality Of Service, Network Simulator-2.

This is an open access
article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
license



ABSTRAK

Jaringan internet kampus memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas akademik dan layanan digital di Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Peningkatan jumlah pengguna serta tingginya trafik internet menyebabkan penurunan kualitas jaringan, terutama pada parameter *Quality of Service* (QoS) seperti *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, dan *Jitter*. Kondisi tersebut sering terjadi saat jam kuliah, penggunaan *e-learning*, *streaming*, dan kegiatan kampus lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kinerja jaringan kampus, memodelkan jaringan menggunakan Network Simulator-2 (NS-2), serta menganalisis pengaruh penerapan skenario optimalisasi jaringan terhadap peningkatan performa jaringan. Metode penelitian menggunakan simulasi jaringan pada aplikasi NS-2 berbasis Linux Ubuntu dengan 20 skenario simulasi yang terdiri dari 10 skenario sebelum optimalisasi dan 10 skenario setelah optimalisasi. Parameter optimasi yang diterapkan meliputi penurunan *backbone Delay* dari 10 ms menjadi 1 ms, peningkatan *buffer* antrian dari 50 menjadi 200, penggunaan metode RED *queue*, pengaturan *node* statis, dan peningkatan data rate menjadi 54 Mbps. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi jaringan sebelum optimalisasi memiliki rata-rata *indeks* QoS sebesar 1,70 atau 42,5% dengan kategori buruk. Nilai *Delay* tertinggi mencapai 3103,48 ms, *Throughput* terendah sebesar 8,55%, *Packet loss* tertinggi sebesar 91,45%, dan *Jitter* tertinggi mencapai 1619,48 ms. Setelah dilakukan optimalisasi, rata-rata *indeks* QoS meningkat menjadi 2,37 atau 59,25% dengan kategori kurang memuaskan. Nilai *Delay* terbaik mencapai 6,05 ms, *Throughput* meningkat hingga 100%, *Packet loss* menurun menjadi 0%, dan *Jitter* terbaik sebesar 3,01 ms. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan optimalisasi menggunakan NS-2 mampu meningkatkan kualitas layanan jaringan kampus.

ABSTRACT

Campus internet networks have an important role in supporting academic activities and digital services at Universitas Muhammadiyah Bengkulu. The increasing number of users and internet traffic has caused a decline in network quality, especially in *Quality of Service* (QoS) parameters such as *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, and *Jitter*. These conditions often occur during lecture hours, *e-learning* access, *streaming* activities, and other campus activities. This study aims to determine the performance condition of the campus network, model the network using Network Simulator-2 (NS-2), and analyze the effect of implementing network optimization scenarios on improving network performance. The research method uses network simulation with the NS-2 application on Linux Ubuntu through 20 simulation scenarios consisting of 10 scenarios before optimization and 10 scenarios after optimization. The optimization parameters applied include reducing *backbone Delay* from 10 ms to 1 ms, increasing *queue buffer* capacity from 50 to 200, implementing the RED *queue* method, configuring static nodes, and increasing the data rate to 54 Mbps. The results showed that the network condition before optimization had an average QoS index of 1.70 or 42.5% categorized as poor. The highest *Delay* reached 3103.48 ms, the lowest *Throughput* was 8.55%, the highest *Packet loss* reached 91.45%, and the highest *Jitter* reached 1619.48 ms. After optimization, the average QoS index increased to 2.37 or 59.25% categorized as less satisfactory. The best *Delay* decreased to 6.05 ms, *Throughput* increased up to 100%, *Packet loss* decreased to 0%, and the best *Jitter* reached 3.01 ms. These results indicate that optimization using NS-2 is able to improve the quality of campus network services.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah menjadi faktor utama yang mendorong transformasi sistem pendidikan tinggi (Priyani et al., 2024). Jaringan komputer berperan sebagai infrastruktur vital yang menopang hampir seluruh aktivitas akademik dan administratif di lingkungan kampus. Proses pembelajaran berbasis *e-learning*, pelaksanaan ujian *daring*, pengelolaan sistem informasi akademik, pemanfaatan *repository digital*, hingga komunikasi *internal sivitas akademika* sangat bergantung pada ketersediaan jaringan yang stabil dan berkualitas. Kualitas jaringan kampus secara langsung memengaruhi efektivitas layanan pendidikan dan kelancaran aktivitas institusi.

Meningkatnya kebutuhan akses internet dan pertumbuhan jumlah pengguna jaringan. Mahasiswa, dosen, serta tenaga kependidikan menggunakan jaringan kampus untuk berbagai kepentingan akademik dan non-akademik dengan intensitas yang tinggi. Kondisi tersebut menuntut sistem jaringan yang mampu menangani trafik data secara optimal tanpa menimbulkan gangguan layanan, terutama pada jam-jam sibuk aktivitas perkuliahan. Permasalahan jaringan kampus sering kali muncul akibat ketidakseimbangan antara kapasitas jaringan dan beban trafik yang dilayani. Gejala umum yang sering dirasakan pengguna

meliputi lambatnya akses internet, koneksi yang tidak stabil, serta keterbatasan kecepatan saat mengakses layanan tertentu. Ketidakmerataan alokasi *Bandwidth* juga menjadi permasalahan utama yang menyebabkan sebagian pengguna memperoleh akses berlebih, sementara pengguna lain mengalami penurunan kualitas layanan.

Penelitian yang dilakukan oleh Prihantoro et al. (2021) menunjukkan bahwa jaringan internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu pernah mengalami permasalahan serius akibat penggunaan *Bandwidth* yang berlebihan serta lemahnya manajemen trafik jaringan, sehingga pembagian *Bandwidth* menjadi tidak merata dan merugikan sebagian pengguna. Metode manajemen *Bandwidth* menggunakan *Simple queue* pernah diterapkan, namun belum mampu memberikan kinerja optimal dan akhirnya tidak lagi digunakan setelah terjadi perubahan topologi jaringan pada akhir Desember 2019, sehingga diperlukan pendekatan manajemen *Bandwidth* yang lebih adaptif dan efektif. Upaya selanjutnya dilakukan dengan menerapkan metode *Queue Tree* yang mampu mengatur antrean jaringan secara lebih rinci berdasarkan layanan, protokol, port, dan jenis trafik, serta memberikan pembatasan kecepatan yang berbeda antara trafik game online dan aktivitas pencarian informasi di internet. Penerapan metode *Queue Tree* terbukti mampu meningkatkan stabilitas *Bandwidth* dan menciptakan alokasi *Bandwidth* yang lebih adil bagi pengguna jaringan kampus, sehingga menegaskan pentingnya perencanaan teknis yang matang dan pemilihan metode pengelolaan trafik yang tepat dalam optimalisasi jaringan.

Penelitian yang dilakukan oleh Duri & Juansen (2025) mengungkap adanya permasalahan lambatnya jaringan dan rendahnya kecepatan rata-rata internet di Universitas Muhammadiyah Bengkulu yang hanya mencapai 58,21 kbps, jauh di bawah kebutuhan ideal aktivitas akademik yang memerlukan minimal 256 kbps, sehingga menghambat akses informasi, pengunduhan materi perkuliahan, serta pemanfaatan layanan pembelajaran *daring* dan berpotensi menurunkan kualitas proses belajar mengajar serta produktivitas akademik. Permasalahan tersebut menegaskan pentingnya penerapan manajemen *Bandwidth* untuk mengontrol dan mengatur alokasi kapasitas jaringan secara efektif melalui perbandingan metode *Simple queue* dan *Per Connection Queue* (PCQ), disertai pembatasan akses terhadap layanan hiburan seperti YouTube guna menekan penggunaan *Bandwidth* yang tidak berkaitan langsung dengan kegiatan akademik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode PCQ mampu memberikan pembagian *Bandwidth* yang lebih merata dibandingkan *Simple queue*, sehingga kualitas jaringan kampus mengalami peningkatan secara signifikan.

Permasalahan jaringan pada Universitas Muhammadiyah Bengkulu tidak hanya berkaitan dengan keterbatasan kapasitas *Bandwidth*, tetapi juga dipengaruhi oleh desain jaringan, manajemen trafik, serta pengelolaan sumber daya jaringan yang belum optimal. Pendekatan yang bertumpu pada konfigurasi langsung perangkat jaringan memiliki keterbatasan, terutama ketika dilakukan tanpa didukung analisis menyeluruh dan perencanaan yang matang. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan gangguan layanan serta ketidakefisienan implementasi, sehingga menjadi tantangan tersendiri bagi pengelola jaringan kampus dalam menjaga kualitas layanan yang stabil dan andal.

Keterbatasan tersebut mendorong perlunya pendekatan yang mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap perilaku jaringan sebelum diterapkan pada infrastruktur nyata. Pendekatan simulasi jaringan menjadi alternatif strategis karena memungkinkan pengujian berbagai skenario tanpa mengganggu operasional jaringan yang sedang berjalan. Network Simulator-2 (NS-2) digunakan sebagai alat simulasi yang mampu memodelkan karakteristik jaringan secara rinci serta menganalisis kinerja jaringan berdasarkan parameter *Quality of Service* seperti *Delay*, *Throughput*, dan *Packet loss* (Saski et al., 2023). Hasil simulasi memberikan dasar objektif untuk mengevaluasi performa jaringan dan menentukan solusi yang paling sesuai.

Perkembangan jaringan kampus yang berlangsung secara bertahap sering kali tidak disertai perencanaan jangka panjang yang sistematis, sehingga penambahan perangkat jaringan cenderung bersifat reaktif terhadap kebutuhan sesaat (Yadav & Anand, 2025). Kondisi ini berpotensi menimbulkan bottleneck dan ketidakefisienan alur trafik data antar perangkat jaringan. Pemanfaatan simulasi menggunakan NS-2 memungkinkan identifikasi titik-titik kritis yang memengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan serta membantu perumusan rekomendasi teknis berbasis data yang dapat meningkatkan efisiensi dan stabilitas jaringan.

TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat komputasi untuk saling bertukar data, informasi, dan sumber daya melalui media transmisi tertentu. Perangkat yang terhubung dapat berupa komputer, server, router, switch, maupun perangkat jaringan lainnya. Tujuan utama jaringan komputer adalah meningkatkan efisiensi komunikasi data, mempercepat pertukaran informasi, serta memungkinkan pemanfaatan sumber daya secara bersama-sama. Jaringan komputer bekerja dengan menggunakan protokol komunikasi yang mengatur bagaimana data dikirim, diterima, dan diinterpretasikan oleh perangkat yang saling terhubung. Keberadaan jaringan komputer menjadi fondasi

utama bagi berbagai layanan berbasis teknologi informasi, termasuk layanan pendidikan, administrasi, dan komunikasi digital. Kinerja jaringan komputer sangat dipengaruhi oleh desain jaringan, kapasitas Bandwidth, jenis media transmisi, serta manajemen trafik data. Jaringan yang tidak dirancang dengan baik berpotensi mengalami kemacetan, kehilangan data, dan penurunan kualitas layanan.

Topologi Jaringan

Topologi jaringan merupakan struktur atau pola hubungan antar perangkat jaringan yang menentukan jalur komunikasi data. Topologi jaringan berperan penting dalam menentukan kinerja, keandalan, serta skalabilitas suatu jaringan (Maulana et al., 2025). Beberapa topologi yang umum digunakan pada jaringan kampus antara lain topologi star, tree, mesh, dan hybrid. Topologi star banyak digunakan karena kemudahan pengelolaan dan isolasi gangguan, sedangkan topologi tree sering diterapkan pada jaringan berskala besar seperti kampus karena mendukung pengembangan jaringan secara hierarkis. Pemilihan topologi jaringan harus mempertimbangkan kebutuhan pengguna, luas area jaringan, serta ketersediaan perangkat. Topologi yang tidak sesuai dapat menyebabkan bottleneck dan meningkatkan risiko gangguan jaringan.

Manajemen Bandwidth

Manajemen Bandwidth merupakan proses pengaturan dan pengendalian penggunaan kapasitas jaringan agar dapat digunakan secara adil dan efisien oleh seluruh pengguna (Aprilianto et al., 2023). Tanpa manajemen Bandwidth yang baik, sebagian pengguna dapat menghabiskan Bandwidth secara berlebihan sehingga mengganggu layanan pengguna lain. Manajemen Bandwidth bertujuan untuk menjamin kualitas layanan jaringan dengan membatasi, mengalokasikan, dan memprioritaskan trafik tertentu sesuai kebutuhan. Penerapan manajemen Bandwidth sangat penting pada jaringan kampus yang memiliki banyak pengguna dengan pola akses yang berbeda-beda. Metode manajemen Bandwidth dapat dilakukan melalui pengaturan antrean data, pembatasan kecepatan, dan klasifikasi trafik jaringan. Manajemen Bandwidth yang efektif dapat meningkatkan stabilitas jaringan, mengurangi kemacetan, serta mendukung kelancaran aktivitas akademik dan administratif.

Trafik Jaringan

Trafik jaringan merupakan aliran data yang dikirim dan diterima melalui jaringan dalam periode waktu tertentu. Trafik jaringan dipengaruhi oleh jumlah pengguna, jenis layanan yang digunakan, serta pola penggunaan jaringan (Nusri & Erwin Syah, 2025). Trafik yang tinggi tanpa pengelolaan yang baik dapat menyebabkan kemacetan dan penurunan kualitas layanan. Analisis trafik jaringan diperlukan untuk memahami karakteristik beban jaringan dan menentukan strategi optimalisasi yang tepat. Pada jaringan kampus, trafik data dapat berasal dari aktivitas pembelajaran daring, akses sistem informasi, komunikasi multimedia, serta akses internet umum. Pemahaman terhadap pola trafik jaringan membantu pengelola jaringan dalam merancang konfigurasi jaringan yang efisien dan stabil.

Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan kemampuan suatu jaringan dalam menyediakan layanan yang berkualitas dengan menjamin ketersediaan Bandwidth serta mengendalikan parameter kinerja jaringan seperti Jitter dan Delay. Parameter QoS yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas layanan jaringan meliputi latency, Jitter, Packet loss, Throughput, Mean Opinion Score (MOS), echo cancellation, dan Post Dial Delay (PDD).

Delay

Delay merupakan waktu tempuh paket data dari pengirim ke penerima melalui jaringan. Delay dipengaruhi oleh jarak transmisi, kecepatan link, serta tingkat kemacetan jaringan. Nilai Delay yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada aplikasi real-time seperti video conference dan pembelajaran daring. Pengukuran Delay digunakan untuk menilai responsivitas jaringan dan menentukan kualitas layanan yang diberikan kepada pengguna. Pengukuran parameter Delay pada penelitian ini menggunakan acuan standar Quality of Service (QoS) dari ETSI (European Telecommunications Standards Institute) melalui metode TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). Standar tersebut digunakan untuk menentukan kategori dan indeks penilaian Delay berdasarkan kualitas layanan jaringan yang dihasilkan.

Throughput

Throughput merupakan jumlah data yang berhasil dikirimkan melalui jaringan dalam satuan waktu tertentu. Throughput menunjukkan tingkat efisiensi pemanfaatan Bandwidth jaringan. Nilai Throughput yang tinggi menandakan kinerja jaringan yang baik, sedangkan Throughput yang rendah menunjukkan

adanya hambatan dalam transmisi data. Throughput sering digunakan sebagai indikator utama dalam evaluasi performa jaringan. Pengukuran parameter Throughput pada penelitian ini menggunakan acuan standar Quality of Service (QoS) dari ETSI (European Telecommunications Standards Institute) melalui metode TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). Standar tersebut digunakan untuk menentukan kategori dan indeks penilaian Throughput berdasarkan tingkat keberhasilan pengiriman data pada jaringan.

Packet loss

Packet loss adalah kondisi hilangnya paket data selama proses transmisi jaringan. Packet loss dapat terjadi akibat kemacetan jaringan, gangguan media transmisi, atau kesalahan konfigurasi jaringan. Tingginya nilai Packet loss dapat menurunkan kualitas layanan jaringan dan menyebabkan data harus dikirim ulang sehingga proses komunikasi menjadi tidak efisien. Kondisi tersebut sangat berpengaruh terhadap layanan real-time seperti video conference, streaming, dan pembelajaran daring karena dapat menyebabkan koneksi terputus atau kualitas layanan menurun. Packet loss menjadi parameter penting dalam evaluasi kinerja jaringan. Pengukuran parameter Packet loss pada penelitian ini menggunakan acuan standar Quality of Service (QoS) dari ETSI (European Telecommunications Standards Institute) melalui metode TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). Standar tersebut digunakan untuk menentukan kategori dan indeks penilaian Packet loss berdasarkan tingkat kehilangan paket data pada jaringan.

Jitter

Jitter merupakan variasi waktu kedatangan paket data yang diterima oleh tujuan. Jitter yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kualitas layanan pada aplikasi multimedia seperti video conference, streaming, dan komunikasi suara berbasis jaringan. Kondisi Jitter yang tidak stabil dapat mengakibatkan suara terputus-putus, gambar terlambat, hingga penurunan kualitas komunikasi secara keseluruhan. Pengendalian Jitter sangat penting untuk menjaga kestabilan layanan komunikasi real-time pada jaringan kampus. Pengukuran parameter Jitter pada penelitian ini menggunakan acuan standar Quality of Service (QoS) dari ETSI (European Telecommunications Standards Institute) melalui metode TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). Standar tersebut digunakan untuk menentukan kategori dan indeks penilaian Jitter berdasarkan tingkat kestabilan waktu pengiriman paket data pada jaringan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian

Metode penelitian menggunakan simulasi jaringan pada aplikasi NS-2 berbasis Linux Ubuntu dengan 20 skenario simulasi yang terdiri dari 10 skenario sebelum optimalisasi dan 10 skenario setelah optimalisasi. Parameter optimasi yang diterapkan meliputi penurunan *backbone Delay* dari 10 ms menjadi 1 ms, peningkatan *buffer* antrian dari 50 menjadi 200, penggunaan metode RED *queue*, pengaturan *node* statis, dan peningkatan data rate menjadi 54 Mbps.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi jaringan sebelum optimalisasi memiliki rata-rata *indeks* QoS sebesar 1,70 atau 42,5% dengan kategori buruk. Nilai *Delay* tertinggi mencapai 3103,48 ms, *Throughput* terendah sebesar 8,55%, *Packet loss* tertinggi sebesar 91,45%, dan *Jitter* tertinggi mencapai 1619,48 ms. Setelah dilakukan optimalisasi, rata-rata *indeks* QoS meningkat menjadi 2,37 atau 59,25% dengan kategori kurang memuaskan. Nilai *Delay* terbaik mencapai 6,05 ms, *Throughput* meningkat hingga 100%, *Packet loss* menurun menjadi 0%, dan *Jitter* terbaik sebesar 3,01 ms. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan optimalisasi menggunakan NS-2 mampu meningkatkan kualitas layanan jaringan kampus.

Pembahasan

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi jaringan kampus Universitas Muhammadiyah Bengkulu pada tahap awal masih menghadapi berbagai kendala yang cukup signifikan, terutama ketika jumlah pengguna meningkat dan trafik jaringan menjadi lebih kompleks. Nilai *Quality of Service* (QoS) pada skenario sebelum optimalisasi didominasi kategori buruk, yang terlihat pada tingginya *Delay*, rendahnya *Throughput*, serta besarnya *Packet loss* dan *Jitter*. Kondisi ini mencerminkan keterbatasan

infrastruktur jaringan dalam menangani beban tinggi, terutama pada situasi seperti jam kuliah, *streaming*, hingga event kampus. Faktor seperti penggunaan *Bandwidth* yang belum optimal, pengelolaan antrian yang sederhana, serta pergerakan *node* yang dinamis turut memperburuk stabilitas jaringan.

Penerapan simulasi menggunakan Network Simulator-2 (NS-2) mampu merepresentasikan kondisi jaringan eksisting dengan cukup baik melalui berbagai skenario yang dirancang sesuai kondisi nyata di lingkungan kampus. Setiap skenario menggambarkan variasi jumlah pengguna, jenis trafik, serta tingkat kepadatan jaringan, sehingga memberikan gambaran menyeluruh terkait performa jaringan pada berbagai situasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *node* dan kompleksitas trafik berbanding lurus dengan penurunan kinerja jaringan. Trafik berbasis UDP seperti *streaming* terbukti memberikan dampak besar terhadap peningkatan *Packet loss* dan *Jitter*, sedangkan trafik campuran TCP dan UDP menyebabkan kemacetan jaringan yang lebih kompleks.

Penerapan parameter optimalisasi pada skenario 11–20 menunjukkan adanya peningkatan kinerja jaringan yang cukup signifikan. Perbaikan pada aspek *Bandwidth*, manajemen antrian menggunakan RED, peningkatan kapasitas *buffer*, serta kondisi *node* yang statis mampu menurunkan nilai *Delay* dan *Packet loss* serta meningkatkan *Throughput* dan kestabilan *Jitter*. Perubahan ini memberikan dampak positif terutama pada kondisi jaringan dengan beban rendah hingga sedang, di mana nilai QoS berhasil mencapai kategori bagus hingga sangat bagus. Meskipun demikian, pada kondisi beban tinggi seperti skenario padat dan *peak load*, peningkatan kinerja belum sepenuhnya optimal karena jaringan masih mengalami keterbatasan dalam menangani lonjakan trafik yang sangat besar.

Perbandingan hasil sebelum dan sesudah optimalisasi menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata QoS dari kategori buruk menjadi kurang memuaskan. Hasil ini menegaskan bahwa strategi optimalisasi yang diterapkan mampu meningkatkan kualitas layanan jaringan, meskipun belum mencapai kondisi ideal. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengembangan lanjutan pada infrastruktur jaringan, seperti peningkatan kapasitas *Bandwidth* yang lebih besar, penambahan perangkat jaringan, serta penerapan manajemen trafik yang lebih adaptif.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai optimalisasi jaringan kampus Universitas Muhammadiyah Bengkulu menggunakan Network Simulator-2 (NS-2) telah dilakukan untuk mengetahui kondisi jaringan eksisting, melakukan simulasi jaringan, serta menganalisis pengaruh penerapan skenario optimalisasi terhadap peningkatan kualitas layanan jaringan. Analisis dilakukan menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, dan *Jitter* melalui 20 skenario simulasi jaringan sebelum dan sesudah optimalisasi.

1. Hasil analisis kondisi kinerja jaringan kampus Universitas Muhammadiyah Bengkulu sebelum optimalisasi menunjukkan bahwa kualitas jaringan masih berada pada kategori kurang baik hingga buruk, terutama pada kondisi trafik tinggi. Nilai rata-rata *indeks* QoS sebelum optimalisasi memperoleh nilai 1,70 atau sebesar 42,5% dengan kategori “Buruk”. Nilai *Delay* pada beberapa skenario mencapai 3103,48 ms, *Throughput* turun hingga 8,55%, *Packet loss* mencapai 91,45%, dan *Jitter* mencapai 1619,48 ms. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jaringan mengalami kemacetan, tingginya kehilangan paket, serta ketidakstabilan transmisi data ketika jumlah pengguna dan trafik meningkat.
2. Pemodelan dan simulasi jaringan menggunakan Network Simulator-2 (NS-2) mampu merepresentasikan kondisi jaringan eksisting kampus dengan baik melalui berbagai skenario penggunaan jaringan. Simulasi dilakukan menggunakan variasi jumlah *node*, jenis trafik TCP dan UDP, tingkat kepadatan pengguna, serta penerapan protokol routing AODV. Setiap skenario berhasil menggambarkan kondisi nyata jaringan kampus mulai dari kondisi sangat sepi hingga kondisi *peak load*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *node* dan trafik memberikan pengaruh langsung terhadap penurunan performa jaringan, sehingga NS-2 dapat digunakan sebagai alat analisis dan evaluasi jaringan sebelum implementasi nyata dilakukan.
3. Penerapan skenario optimalisasi jaringan memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kinerja jaringan kampus. Parameter optimasi seperti penurunan *backbone Delay* dari 10 ms menjadi 1 ms, peningkatan *buffer* antrian dari 50 menjadi 200, penggunaan metode RED, pengaturan *node* statis, serta peningkatan data rate menjadi 54 Mbps mampu meningkatkan kualitas jaringan secara signifikan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata *indeks* QoS setelah optimalisasi meningkat menjadi 2,37 atau sebesar 59,25% dengan kategori “Kurang Memuaskan”. Nilai *Delay* menurun hingga 6,05 ms, *Throughput* meningkat mencapai 100%, *Packet loss* turun hingga 0%, dan *Jitter* menurun menjadi 3,01 ms pada beberapa skenario. Hasil tersebut membuktikan bahwa penerapan optimasi jaringan menggunakan simulasi NS-2 mampu meningkatkan performa jaringan

dibandingkan kondisi sebelumnya, meskipun pada kondisi trafik sangat padat jaringan masih memerlukan pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan Network Simulator-2 (NS-2) efektif digunakan sebagai media simulasi dan evaluasi jaringan kampus. Penerapan skenario optimalisasi terbukti mampu meningkatkan kualitas layanan jaringan sehingga dapat menjadi acuan bagi pengelola jaringan Universitas Muhammadiyah Bengkulu dalam melakukan pengembangan infrastruktur jaringan yang lebih stabil, efisien, dan mendukung kebutuhan aktivitas akademik berbasis digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamin, M. M., Azzaroh, A. F., Pangarso, A. W., Laksono, D. A., & Hasan, M. I. (2024). Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan Internet Pada Kampus Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo Berbasis Wireshark. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 12(3), 350. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v12i3.128106>
- Aprilianto, M. R., Anggoro, D., & Hidayat, A. (2023). Perancangan Manajemen *Bandwidth* Berbasis Mikrotik OS Pada Sentra Layanan Universitas Terbuka Gajah Mada. *JIKI (Jurnal Ilmu Komputer & Informatika)*, 4(2), 164–172. <https://doi.org/10.24127/jiki.v4i2.4524>
- Duri, R. N., & Juansen, M. (2025). Analisis Perbandingan Qos Dengan Standarisasi Tiphon: Metode Simple Queue Dan Per Connection Queue. *Jurnal PROCESSOR*, 20(1). <https://doi.org/10.33998/processor.2025.20.1.2027>
- ETSI. (1998). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:211567231>
- Guntoro, Sadar, M., & Syafitri, W. (2021). Evaluasi Performance Jaringan Internet Kampus Menggunakan *Quality of Service* (QoS). *SEMASTER: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Ilmu Komputer*, 1(1), 280–290. <https://doi.org/10.31849/semaster.v1i1.6139>
- Iqbal, M., Fitriawan, H., & Kurniawan, D. (2022). Simulasi Kinerja Web Server Pada Jaringan LAN (*Local Area Network*) Kampus Menggunakan NS2 (Network Simulator 2). *Jurnal Komputasi*, 10(2), 22–47. <https://doi.org/10.23960/komputasi.v10i2.3166>
- Iturria-Rivera, P. E., & Erol-Kantarci, M. (2021). QoS-Aware Load Balancing in Wireless Networks using Clipped Double Q-Learning. *2021 IEEE 18th International Conference on Mobile Ad Hoc and Smart Systems (MASS)*, 10–16. <https://doi.org/10.1109/MASS52906.2021.00011>
- Maulana, M. E., Ramdhani, N., & Mahmudin. (2025). Pengaruh Penggunaan Topologi Mesh terhadap Perkembangan Jaringan Wireless di Era Sekarang. *Router : Jurnal Teknik Informatika Dan Terapan*, 3(3), 14–23. <https://doi.org/10.62951/router.v3i3.637>
- Nusri, A. Z., & Erwin Syah, R. (2025). Analisis Trafik Jaringan Menggunakan Wireshark Untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan Pada Smk 3 Soppeng. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JISTI)*, 8(1), 114–122. <https://doi.org/10.57093/jisti.v8i1.281>
- Prihantoro, C., Hidayah, A. K., & Fernandez, S. (2021). Analisis Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 13(2), 81. <https://doi.org/10.46964/justti.v13i2.750>
- Priyani, N., Putri, N. R., Nazarius, A., & Parhusip, J. (2024). Transformasi Kurikulum Pendidikan untuk Meningkatkan Kompetensi Teknologi dalam Era Digital. *Informatika: Jurnal Teknik Informatika Dan Multimedia*, 4(2), 08–12. <https://doi.org/10.51903/informatika.v4i2.824>
- Saski, M., Iskandar, I., Novriyanto, & Pizaini. (2023). Optimasi Kualitas Jaringan WIFI Fakultas Melalui Redesain Topologi Dengan Menggunakan Network Simulator 2. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(2), 1032–1041.
- Simargolang, M. Y., & Widarma, A. (2022). *Quality of Service* (QoS) for Network Performance Analysis Wireless Area Network (WLAN). *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 7(1), 162–171. <https://doi.org/10.24114/cess.v7i1.29758>
- Yadav, S., & Anand, R. (2025). Analysis of advancing paradigms of smart grid innovations, applications, challenges, future trends and strategic implementations. *Discover Applied Sciences*, 7(12), 1380. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07905-2>