

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Penelitian Terdahulu

Iqbal et al. (2022), pemodelan dan simulasi desain web server pada jaringan *Local Area Network* (LAN) Universitas Lampung menghasilkan perbedaan kinerja jaringan berdasarkan jumlah *node* yang digunakan. Simulasi yang dilakukan pada berbagai skenario jumlah *node* memperlihatkan bahwa desain web server dengan 100 *node* memberikan kinerja paling optimal dibandingkan skenario lainnya. Desain tersebut menghasilkan nilai *Throughput* rata-rata yang mendekati nilai maksimum, disertai dengan rata-rata *Delay* dan *Jitter* yang rendah serta persentase *Packet loss* paling kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa konfigurasi jaringan dengan 100 *node* mampu memberikan tingkat keandalan dan efisiensi tertinggi untuk implementasi web server pada jaringan LAN.

Guntoro et al. (2021) mengenai evaluasi performa jaringan internet kampus menggunakan metode *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa kualitas jaringan internet di lingkungan Universitas Lancang Kuning masih mengalami kendala pada akses layanan internet kampus. Pengukuran parameter QoS meliputi *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet loss* dilakukan untuk mengetahui tingkat kualitas jaringan yang digunakan civitas akademika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas jaringan internet kampus belum optimal akibat tingginya penggunaan *Bandwidth* oleh pengguna secara bersamaan, terutama pada jam aktif perkuliahan. Penelitian ini menegaskan bahwa analisis QoS sangat

penting untuk mengetahui kondisi performa jaringan serta menjadi dasar dalam pengembangan dan optimalisasi jaringan kampus.

Alamin et al. (2024) mengenai analisis *Quality of Service* (QoS) jaringan internet di Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo menggunakan aplikasi Wireshark menunjukkan bahwa kualitas layanan jaringan kampus masih berada pada kategori sedang. Parameter yang dianalisis meliputi *Delay*, *Jitter*, *Throughput*, dan *Packet loss* berdasarkan standar TIPHON. Hasil pengukuran menunjukkan nilai rata-rata *Delay* memperoleh indeks 2 dengan kategori “sedang”, *Jitter* memperoleh indeks 2 dengan kategori “sedang”, *Packet loss* memperoleh indeks 3 dengan kategori “bagus”, dan *Throughput* memperoleh indeks 2 dengan kategori “sedang”. Rata-rata indeks QoS yang diperoleh sebesar 2,25 sehingga kualitas jaringan dinilai belum optimal dan masih memerlukan peningkatan performa jaringan untuk mendukung aktivitas akademik berbasis digital.

Simargolang & Widarma (2022) mengenai analisis performa jaringan Wireless LAN menggunakan metode *Quality of Service* (QoS) di Universitas Asahan menunjukkan bahwa kualitas jaringan WLAN pada setiap fakultas memiliki performa yang berbeda-beda. Pengukuran dilakukan menggunakan parameter *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet loss* dengan bantuan aplikasi Wireshark berdasarkan standar TIPHON. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata *Throughput* sebesar 582,08 Kb/s dengan kategori sedang, *Packet loss* sebesar 5,39% dengan kategori baik, sedangkan *Delay* dan *Jitter* masih mengalami fluktuasi pada beberapa area jaringan. Penelitian tersebut menegaskan bahwa

pengukuran QoS dapat digunakan untuk mengetahui kualitas jaringan wireless secara menyeluruh serta membantu pengelola jaringan dalam menentukan strategi peningkatan layanan internet kampus.

Iturria-Rivera & Erol-Kantarci (2021) mengenai optimasi *Quality of Service* (QoS) pada jaringan wireless menggunakan metode load balancing berbasis Clipped Double Q-Learning menunjukkan bahwa penerapan optimasi jaringan mampu meningkatkan performa jaringan secara signifikan. Penelitian dilakukan melalui simulasi jaringan untuk menganalisis parameter *Throughput*, latency, *Jitter*, dan *Packet loss* pada kondisi trafik yang tinggi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode optimasi yang diterapkan mampu meningkatkan *Throughput* serta menurunkan latency, *Jitter*, dan *Packet loss* dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan optimasi berbasis simulasi sangat efektif untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan, terutama pada kondisi jaringan yang memiliki tingkat kepadatan trafik tinggi.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. 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.

2.2.2. 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.

2.2.3. 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.

2.2.4. 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.

2.2.5. *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) .

Quality of Service merupakan konsep yang digunakan untuk mengukur dan menjamin kualitas layanan jaringan berdasarkan parameter tertentu. QoS digunakan untuk mengevaluasi kemampuan jaringan dalam memberikan layanan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Parameter QoS yang umum digunakan meliputi *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, dan *Jitter*. QoS sangat penting dalam jaringan kampus karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan dan efektivitas layanan pembelajaran berbasis digital.

Pengukuran QoS memberikan gambaran objektif mengenai kinerja jaringan dan menjadi dasar dalam proses optimalisasi jaringan. Pengukuran kualitas layanan jaringan 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 parameter jaringan yang meliputi *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, dan *Jitter*. Penggunaan standar TIPHON bertujuan agar hasil analisis kualitas jaringan memiliki acuan pengukuran yang jelas, terstruktur, dan sesuai dengan standar evaluasi performa jaringan komunikasi data. Kategori penilaian QoS berdasarkan standar ETSI (1998) dapat dilihat pada Tabel 2. 1 berikut.

Tabel 2. 1. *Indeks Parameter QoS*

Nilai	Persentase %	Keterangan
3,8 - 4	95 - 100	Sangat Memuaskan
3 - 3,79	75 - 95,75	Memuaskan
2 - 2,99	50 - 74,75	Kurang Memuaskan
1 - 1,99	25 - 49,75	Buruk

2.2.6. *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. Kategori penilaian parameter *Delay* berdasarkan standar ETSI (1998) dapat dilihat pada Tabel 2. 2 berikut.

Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$Delay: \frac{Packet\ Length}{Link\ Bandwidth}$$

Tabel 2. 2. Kategori *Delay*

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

2.2.7. *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. Kategori penilaian parameter *Throughput* berdasarkan standar ETSI (1998) dapat dilihat pada Tabel 2. 3 berikut.

Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$Throughput: \frac{Paket\ Data\ Diterima}{Lama\ Pengamatan}$$

Tabel 2. 3. Kategori *Throughput*

Kategori Troughput	<i>Throughput</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

2.2.8. *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. Kategori penilaian parameter *Packet loss* berdasarkan standar ETSI (1998) dapat dilihat pada Tabel 2. 4 berikut.

Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$Packet\ Loss: \frac{Y}{A} \times 100$$

dimana:

Y = Packet data dikirim - Packet data diterima

A = Packet data dikirim

Tabel 2. 4. Kategori *Packet loss*

Kategori Troughput	<i>Packet loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

2.2.9. *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. Kategori penilaian parameter *Jitter* berdasarkan standar ETSI (1998) dapat dilihat pada Tabel 2. 5 berikut.

$$Jitter: \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Packet\ Diterima}$$

Tabel 2. 5. Kategori *Packet loss*

Kategori Troughput	Peak <i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 s/d 75	3
Sedang	75 s/d 125	2
Buruk	>125	1

2.2.10. Network Simulator-2 (NS-2)

Network Simulator-2 merupakan perangkat lunak simulasi jaringan berbasis event-driven yang banyak digunakan dalam penelitian jaringan komputer. NS-2 mendukung berbagai protokol jaringan dan mampu menghasilkan parameter QoS secara terukur. NS-2 digunakan untuk menganalisis performa jaringan dan mengevaluasi skenario optimalisasi jaringan.

2.3. Kerangka Pemikiran

Kualitas jaringan kampus memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran aktivitas akademik dan administratif di Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Tingginya jumlah pengguna serta beragamnya jenis layanan yang diakses menyebabkan beban trafik jaringan meningkat dan berpotensi menurunkan kualitas layanan apabila tidak dikelola dengan baik. Permasalahan jaringan yang muncul tidak hanya berkaitan dengan keterbatasan *Bandwidth*, tetapi juga dipengaruhi oleh desain jaringan, manajemen trafik, dan pemanfaatan sumber daya jaringan yang belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu menganalisis kinerja jaringan secara objektif dan merancang solusi optimal tanpa mengganggu operasional jaringan yang sedang berjalan.

Pendekatan simulasi jaringan dipilih sebagai solusi untuk menganalisis dan mengoptimalkan kinerja jaringan kampus. Network Simulator-2 (NS-2) digunakan untuk memodelkan kondisi jaringan eksisting dan menguji berbagai skenario optimalisasi. Kinerja jaringan dievaluasi menggunakan parameter

Quality of Service (QoS) yang meliputi *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, dan *Jitter*. Hasil simulasi sebelum dan sesudah optimalisasi dibandingkan untuk mengetahui tingkat peningkatan kualitas layanan jaringan dan menentukan skenario optimalisasi yang paling efektif.

Langkah-langkah yang akan dilakukan:

1. Mengidentifikasi kondisi jaringan eksisting Universitas Muhammadiyah Bengkulu berdasarkan topologi dan kebutuhan trafik.
2. Memodelkan jaringan kampus ke dalam Network Simulator-2 (NS-2) sesuai kondisi nyata.
3. Menentukan parameter *Quality of Service (QoS)* yang dianalisis, meliputi *Delay*, *Throughput*, *Packet loss*, dan *Jitter*.
4. Melakukan simulasi jaringan pada kondisi awal (sebelum optimalisasi).
5. Merancang skenario optimalisasi jaringan, seperti pengaturan *Bandwidth* dan manajemen trafik.
6. Melakukan simulasi jaringan setelah penerapan skenario optimalisasi.
7. Mengumpulkan dan mencatat hasil simulasi QoS dari setiap skenario.
8. Membandingkan kinerja jaringan sebelum dan sesudah optimalisasi.
9. Menentukan skenario optimalisasi jaringan yang paling efektif berdasarkan hasil QoS.