

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

2.1.1 Jaringan Komputer

Jaringan Komputer merupakan kumpulan perangkat komputer yang saling terhubung yang menggunakan jalur komunikasi yang tersedia untuk berkomunikasi satu sama lain (Pragasiwi & Eko Suharyanto, 2022).

Menurut (Adriansyah et al., 2023) jaringan komputer merupakan sistem perangkat yang terhubung satu sama lain dan menggunakan protokol yang sama untuk berkomunikasi dan bertukar data. Protokol standar yang digunakan dalam jaringan komputer dikenal dengan model *Open System Interconnection* (OSI) layer.

Sedangkan menurut (Sirait et al., 2018) jaringan komputer adalah koneksi antara dua atau lebih komputer *autonomous* yang terhubung melalui media transmisi kabel atau tanpa kabel.

2.1.2 Model OSI (*Open System Interconnection*)

Struktur dan fungsi komunikasi jaringan komputer diuraikan dalam model referensi yang dikenal sebagai OSI (*Open Systems Interconnection*) Layer. Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) mengembangkan model ini sebagai standar untuk memahami dan merancang protokol komunikasi jaringan komputer (Susilawati Susilawati et al., 2024).

Menurut (Amin & Rahman, 2023) layer OSI merupakan sebuah model OSI yang membantu terjadinya pengiriman paket data antar host yang berbeda. Layer OSI (Open System Interconnection) dibuat pada akhir tahun 1970 oleh International Organization for Standardization. Layer OSI terdiri atas tujuh lapisan yaitu Layer Application, Layer Presentation, Layer Session, Layer Transport, Layer Network, Layer Data Link, Layer Physical.

Model OSI terdiri dari tujuh lapisan yang memberikan berbagai kemampuan dalam siklus korespondensi antara dua alat dalam sebuah organisasi. Setiap lapisan bertanggung jawab untuk melakukan tugas eksplisit yang saling melengkapi satu sama lain. Menurut (Amin & Rahman, 2023) ada terdapat 7 model layer OSI adalah sebagai berikut :

1. *Physical Layer:*

Lapisan ini bertanggung jawab untuk benar-benar menangani transmisi potongan-potongan melalui media korespondensi. Lapisan ini bertanggung jawab untuk menyesuaikan jenis konektor fisik, voltase sinyal, dan kecepatan transmisi data serta mengirimkan bit data melalui kabel.

2. *Data Link Layer:*

Transmisi data berbasis frame antara dua perangkat yang terhubung secara langsung ditangani oleh lapisan ini. Fungsi utama *layer* ini adalah manajemen aliran data, pengalamatan perangkat (alamat MAC) dalam jaringan, kontrol akses media bersama, serta deteksi dan koreksi kesalahan transmisi.

3. *Network Layer:*

Perutean dan pengiriman paket data di seluruh jaringan yang rumit dikelola oleh lapisan ini. Tugas *layer* ini adalah pemilihan jalur, pengalamatan logis (alamat IP), fragmentasi dan penyatuan kembali paket, dan kontrol lalu lintas jaringan.

4. *Transportation Layer*:

Transmisi data yang andal antara dua titik akhir jaringan dimungkinkan oleh lapisan ini. Tugas utamanya adalah mengendalikan aliran informasi, permintaan paket, pembagian dan penggabungan informasi, dan lokasi kesalahan transmisi.

5. *Session Layer*:

Koneksi antara aplikasi yang berjalan di berbagai perangkat menjadi lebih mudah dan dikelola oleh lapisan ini. Membangun, mengontrol, dan mengakhiri sesi komunikasi adalah fungsi utamanya. Lapisan ini juga dapat menangani komponen perdagangan token dan sinkronisasi korespondensi.

6. *Presentation Layer*:

Lapisan ini bertanggung jawab untuk menafsirkan, memadatkan, dan menyandikan informasi sehingga cenderung dapat diketahui oleh gadget yang menerima. Kemampuan utamanya mencakup enkripsi, tekanan, perubahan desain informasi, dan tanda baca informasi dan administrasi semantik.

7. *Application Layer*:

Lapisan ini menyediakan layanan dan protokol yang mendukung aplikasi jaringan dan berinteraksi langsung dengan pengguna. Protokol seperti HTTP, FTP, DNS, SMTP, dan lainnya adalah beberapa fungsi utamanya. Lapisan ini

juga bertanggung jawab untuk memungkinkan pengguna dan aplikasi jaringan berinteraksi satu sama lain. Protokol komunikasi yang digunakan aplikasi untuk berkomunikasi dengan jaringan adalah salah satu fungsi utama lapisan ini.

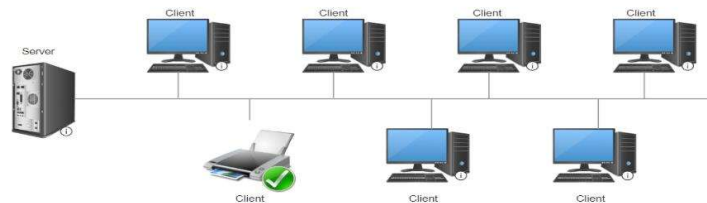
2.1.3 Topologi Jaringan

Topologi jaringan merupakan sebuah hubungan antara struktur fisik dan logis jaringan komputer. Topologi ini mencakup pengaturan perangkat keras, seperti komputer, *router*, *switch*, dan kabel, serta pola komunikasi dan aliran data di antara perangkat-perangkat tersebut (Firmansyah et al., 2021). Desain topologi menentukan bagaimana perangkat terhubung satu sama lain dan bagaimana informasi dikirim.

Menurut (Singh1 & Verma2, 2015) terdapat beberapa jenis topologi jaringan yaitu :

1. Topologi Bus:

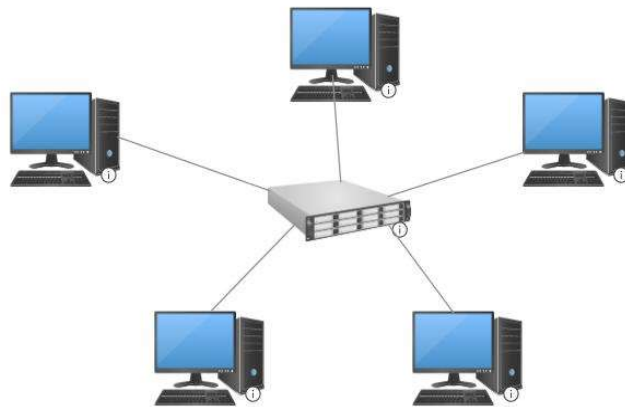
Topologi bus merupakan topologi dimana semua perangkat terhubung ke satu saluran komunikasi utama. Informasi dikirim melalui saluran tersebut dan bisa didapatkan oleh semua perangkat dalam organisasi. Keuntungan dari topologi ini adalah kesederhanaan pembentukan dan biaya yang minimal. Namun, seluruh jaringan dapat terpengaruh jika saluran bus utama terganggu.



Gambar 2.1 Topologi Bus
Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2. Topologi *Star*:

Topologi *star* merupakan topologi di mana setiap perangkat terhubung ke satu titik pusat, seperti *switch* atau *hub*. Titik pusat ini adalah tempat semua perangkat komunikasi terhubung. Topologi ini memiliki keuntungan karena mudah dikelola dan mengidentifikasi kesalahan. Namun, seluruh jaringan dapat terputus jika titik pusat gagal.

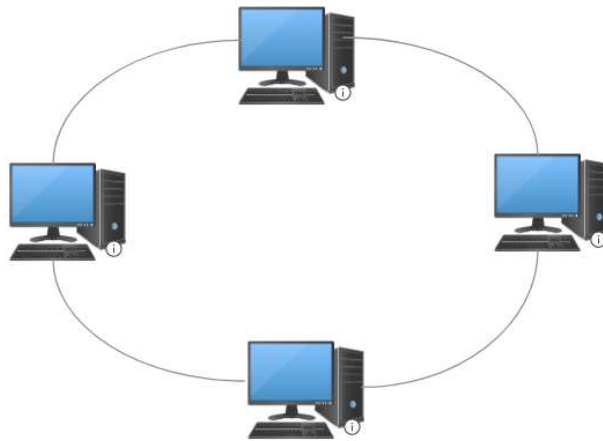


Gambar 2.2 Topologi *Star*

Sumber: (Data Penelitian, 2025)

3. Topologi *Ring*:

Topologi ring merupakan topologi yang perangkat jaringannya terhubung dalam lingkaran tertutup. Data bergerak dalam satu arah melalui lingkaran karena setiap perangkat terhubung ke dua perangkat lain yang berada di dekatnya. Topologi ini memiliki keuntungan karena data hanya melalui satu perangkat sebelum mencapai tujuannya. Namun, seluruh jaringan dapat terganggu jika salah satu perangkat atau kabel dalam lingkaran putus.

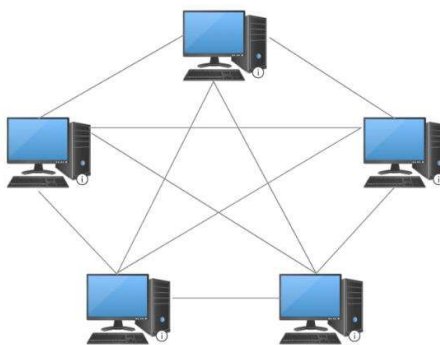


Gambar 2.3 Topologi Ring

Sumber: (Data Penelitian, 2025)

4. Topologi *Mesh*:

Topologi *mesh* merupakan jenis topologi jaringan di mana setiap perangkat dalam jaringan terhubung langsung dengan perangkat lainnya. Dalam topologi ini, setiap node (misalnya komputer, router, atau switch) memiliki koneksi langsung ke semua node lainnya di dalam jaringan, menciptakan banyak jalur komunikasi yang saling terhubung.

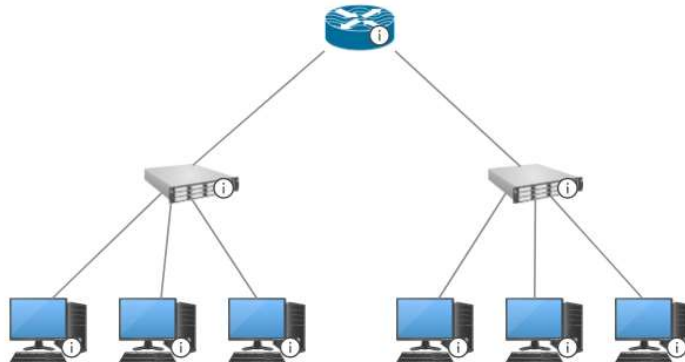


Gambar 2.4 Topologi *Mesh*

Sumber: (Data Penelitian, 2025)

5. Topologi *Tree*:

Struktur topologi *tree* seperti pohon, perangkat-perangkat dihubungkan dalam bentuk hierarki atau struktur pohon, di mana satu perangkat pusat (*root*) terhubung ke perangkat lainnya melalui cabang-cabang. Topologi *tree* sangat bergantung pada perangkat pusat atau *root* (biasanya *switch* atau *hub* utama) sebagai titik pusat yang menghubungkan cabang-cabang. Jika perangkat *root* mengalami kegagalan, seluruh jaringan bisa terputus dan berdampak pada semua perangkat yang terhubung.



Gambar 2.5 Topologi Tree

Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.2. Teori Khusus

2.2.1 Router

Router adalah perangkat jaringan yang berfungsi untuk menghubungkan dua jaringan atau lebih pada *network* yang berbeda, kemudian *router* akan meneruskan paket data ke jaringan lain yang terhubung pada *router* (Gede et al., 2018).

Router bekerja dengan menggunakan tabel perutean untuk memutuskan rute paket data mana yang terbaik sebagai perangkat penghubung. Alamat tujuan paket data dianalisa oleh *router*, dan informasi tersebut digunakan untuk mengidentifikasi

jaringan tujuan. Paket data kemudian akan dirutekan ke jaringan yang sesuai oleh *router* (Adriansyah et al., 2023).

2.2.2 MikroTik

MikroTik adalah merek perangkat lunak dan perangkat keras jaringan yang terkenal. Sistem operasi MikroTik *RouterOS*, yang digunakan oleh perangkat MikroTik sedangkan sistem operasi berbasis Linux dibuat untuk *router* dan *switch*. MikroTik *RouterOS* menawarkan banyak kemudahan dalam pekerjaan yang membantu pengaturan organisasi yang sedang beradaptasi dan kompleks (Kuspandi Putra & Sadali, 2020).

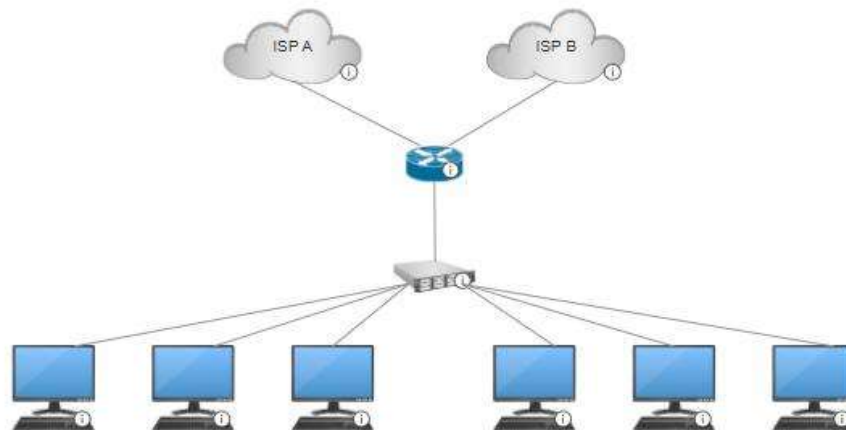
2.2.3 Load Balancing

Load Balancing merupakan teknik yang digunakan untuk mendistribusikan beban lalu lintas jaringan secara merata di antara beberapa jalur atau koneksi. Tujuan dari *Load Balancing* adalah untuk meningkatkan kinerja jaringan, memaksimalkan penggunaan sumber daya, dan menghindari kemacetan pada satu jalur koneksi tunggal (Prahara & Ali, 2023).

Dalam MikroTik, *Load Balancing* dapat diimplementasikan menggunakan beberapa metode, seperti:

1. *Load Balancing PCC (Per Connection Classifier)*: Metode ini mengalokasikan lalu lintas berdasarkan alamat IP sumber dan tujuan. Setiap koneksi individu akan dikirim melalui jalur yang berbeda. Ini memungkinkan penggunaan multiple ISP (*Internet Service Provider*) dengan efisien, membagi lalu lintas antara koneksi yang tersedia (Amalia et al., 2022).

2. *Load Balancing ECMP (Equal Cost Multi-Path)*: Metode ini membagi lalu lintas dengan cara yang seimbang berdasarkan alamat IP sumber dan tujuan, serta port sumber dan tujuan. *Router* MikroTik menggunakan metode routing untuk mengirimkan paket melalui jalur yang berbeda, berdasarkan informasi rute yang diperoleh. Ini memungkinkan penggunaan multiple gateway dengan kemampuan pengalamatan jaringan yang sama (Nurmiati et al., 2022) .
3. *Load Balancing NTH (Next-Hop-Tunnel)*: Metode ini membagi lalu lintas berdasarkan kombinasi beberapa parameter, seperti alamat IP sumber, tujuan, dan port. Menggunakan algoritma NTH, MikroTik dapat memilih jalur yang sesuai untuk setiap koneksi, memastikan pembagian beban yang merata di antara jalur yang tersedia (Mustofa & Ramayanti, 2020).



Gambar 2.6 Arsitektur *Load Balancing*
Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.2.4 *Quality of Service*

Quality of Service (QoS) merupakan cara untuk mengevaluasi performa jaringan komputer serta kualitas layanan. Metode ini berguna untuk menentukan karakteristik serta fitur dari layanan tersebut. QoS digunakan untuk menilai

beberapa parameter yang telah ditentukan dan dikaitkan dengan suatu layanan. Penilaian ini berfokus pada kemampuan jaringan dalam mendukung lalu lintas data tertentu dengan teknologi yang bervariasi, untuk memastikan layanan yang lebih baik. QoS telah memiliki standar penilaian yang diatur oleh TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*), sebuah standar yang dikeluarkan oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) (Turangga & Arie, 2022).

Menurut (Turangga & Arie, 2022) Dalam QOS terdapat beberapa parameter yang akan digunakan dalam mengukur jaringan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

a. *Throughput*

Throughput merupakan ukuran *bandwidth* aktual yang dihitung dalam rentang waktu tertentu selama proses transmisi *file*. Meski satuannya sama dengan *bandwidth*, yaitu *bits per second* (bps), *throughput* lebih merefleksikan jumlah nyata dari pada *bandwidth* pada waktu tertentu serta dalam kondisi jaringan spesifik. *Throughput* menunjukkan jumlah total paket data yang berhasil diterima pada tujuan selama periode waktu tertentu, kemudian dibagi dengan durasi interval tersebut. Nilai *throughput* ini bisa dihitung dengan menggunakan persamaan yang relevan (Turangga & Arie, 2022).

$$Throughput = \frac{Bytes}{Time Span} * 8/1000$$

Rumus 2.1 Rumus *Throughput*

Tabel 2.1 Kategori *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	>2,1 Mbps	4
Bagus	700 – 1200 Kbps	3
Sedang	338 – 700 Kbps	2
Jelek	0 – 338 Kbps	1

Sumber: (TIPHON)b. *Packet Loss*

Packet loss merupakan sebuah parameter yang menunjukkan total jumlah paket data yang hilang atau gagal mencapai tujuan. *Packet loss* ini biasanya terjadi karena adanya tabrakan (*collision*) atau kepadatan lalu lintas (*congestion*) dalam jaringan komputer (Mahmud & Aprizal, 2022).

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ dikirim - Paket\ diterima}{Paket\ dikirim} \times 100$$

Rumus 2.2 Rumus *Packet Loss***Tabel 2.2** Kategori *Packet Loss*

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	≥3%	3
Sedang	≥15%	2
Jelek	≥25%	1

Sumber: (TIPHON)c. *Delay*

Delay mengacu pada total waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data untuk berpindah dari pengirim ke penerima dalam proses

pertukaran data di jaringan. *Delay* terdiri dari beberapa komponen, termasuk *latency*, *access delay*, dan *transmission delay*. Masing-masing komponen ini berkontribusi terhadap waktu keseluruhan yang dibutuhkan dalam pengiriman data. Faktor-faktor seperti jarak, kapasitas jaringan, dan kondisi lalu lintas juga dapat mempengaruhi besarnya *delay*, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas layanan jaringan (Saputra et al., 2023).

$$Delay = \frac{Waktu\ Pengiriman\ Data}{Paket\ diterima}$$

Rumus 2.3 Rumus *Delay*

Tabel 2.3 Kategori *Delay*

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

Sumber: (TIPHON)

d. *Jitter*

Jitter merupakan variasi waktu kedatangan paket data yang diterima dibandingkan dengan waktu yang diharapkan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh fluktuasi beban lalu lintas antar paket di jaringan IP. Semakin besar nilai *jitter*, semakin rendah kualitas layanan (QoS) yang dihasilkan, karena ketidakaturan ini dapat menyebabkan gangguan dalam pengiriman data *real-time*, seperti panggilan suara atau video streaming. Untuk mencapai QoS yang optimal, nilai *jitter* harus dijaga

sekecil mungkin agar stabilitas jaringan tetap terjaga. Faktor-faktor seperti kemacetan jaringan dan prioritas pengiriman paket juga dapat memengaruhi besarnya *jitter*.

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{(Paket\ diterima - 1)}$$

Rumus 2.4 Rumus *Jitter*

Tabel 2.4 Kategori *Jitter*

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 ms s/d 225 ms	1

Sumber: (TIPHON)

2.3. *Tools dan Software*

2.3.1 Routerboard MikroTik

Routerboard MikroTik adalah perangkat keras yang dibuat oleh perusahaan MikroTik untuk menjalankan sistem operasi *RouterOS*. Kemampuan perutean, peralihan, *firewall*, dan manajemen jaringan dari sebuah *Routerboard* dapat ditemukan dalam satu perangkat keras dan perangkat lunak (Mikola et al., 2022).



Gambar 2.7 Router MikroTik

Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.3.2 Komputer dan Laptop

Komputer atau laptop adalah perangkat keras yang digunakan sebagai alat untuk mengakses dan melakukan konfigurasi pada perangkat MikroTik. Dalam konteks konfigurasi MikroTik, komputer atau laptop berfungsi sebagai klien yang terhubung ke perangkat MikroTik untuk mengatur pengaturan jaringan.

2.3.3 ONT(*Optical Network Terminal*)

ONT (*Optical Network Terminal*) adalah perangkat yang digunakan dalam jaringan berbasis serat optik, seperti *Fiber to the Home* (FTTH), untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektronik yang dapat digunakan oleh perangkat jaringan. ONT biasanya dipasang di rumah atau gedung pelanggan dan berfungsi sebagai antarmuka antara jaringan serat optik penyedia layanan dengan perangkat pelanggan, seperti *router* atau *switch*.



Gambar 2.8 *Modem ONT*
Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.3.4 Kabel UTP

Hampir seluruh perangkat keras jaringan memerlukan kabel utp hal ini memungkinkan kita menyambungkan perangkat mikrotik ke perangkat ONT(*Optical Network Terminal*) yang mana ONT ini mentransmisikan internet dari satelit dari *provider* internet tertentu agar bisa diakses secara *wireless* ataupun

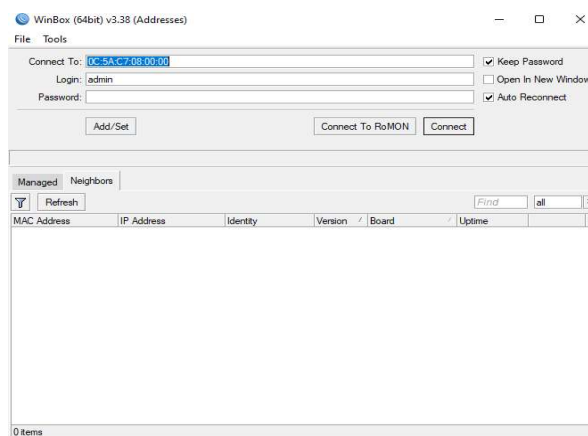
menggunakan kabel LAN. Jika tidak ada kabel UTP maka bisa dipastikan kita tidak bisa mengkonfigurasi mikrotik menggunakan komputer ataupun laptop.



Gambar 2.9 Kabel UTP
Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.3.5 Winbox

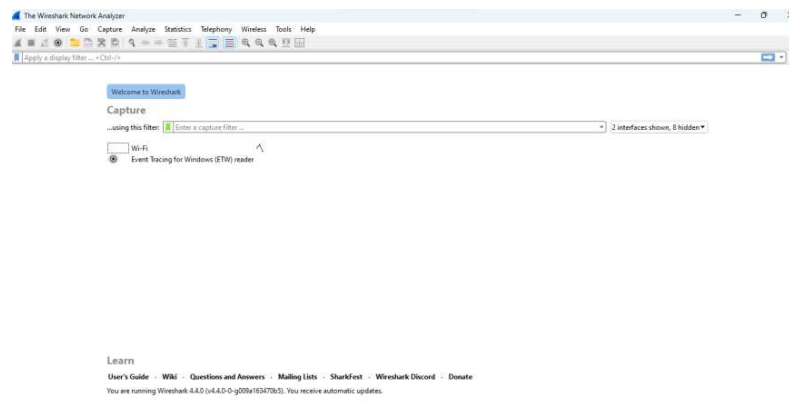
Winbox adalah aplikasi manajemen *Router* MikroTik yang dikembangkan oleh MikroTik untuk mengkonfigurasi dan mengelola perangkat MikroTik. Winbox dirancang untuk memberikan antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan.



Gambar 2.10 Tampilan Awal Winbox
Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.3.6 Wireshark

Wireshark adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk menganalisis lalu lintas jaringan secara mendalam. Alat ini berfungsi sebagai *network protocol analyzer*, memungkinkan pengguna untuk menangkap dan memeriksa data yang melintas dalam jaringan secara *real-time*. *Wireshark* dapat menampilkan berbagai protokol jaringan dan data yang dikirimkan dalam bentuk paket, sehingga pengguna dapat mempelajari detail lalu lintas, memecahkan masalah jaringan, mendeteksi keamanan, serta melakukan analisis kinerja (Wijaya et al., 2024).



Gambar 2.11 Tampilan Awal *Wireshark*
Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.4. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah bagian yang menjelaskan studi atau penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang relevan dengan topik yang diajukan dalam penelitian tersebut. Bagian ini bertujuan untuk menunjukkan pemahaman peneliti tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan untuk menjelaskan

bagaimana penelitian yang diajukan akan melengkapi atau memperluas pengetahuan yang ada. Disini akan mengutip beberapa jurnal dari penelitian yang sudah dilakukan sebagai referensi untuk meningkatkan bahan kajian di penelitian.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Metode	Kesimpulan
1	(Putra & Subardono, 2021)	<i>Per Connection Classifier</i>	Desain jaringan yang baik diperlukan untuk memenuhi kebutuhan akses internet yang terus meningkat, dengan permasalahan utama terkait ketersediaan jaringan. Solusi untuk meminimalkan masalah ini adalah penerapan <i>Failover</i> dan <i>Load Balancing</i> menggunakan metode <i>Per Connection Classifier</i> (PCC). <i>Load Balancing</i> mendistribusikan <i>traffic</i> melalui dua atau lebih jalur <i>gateway</i> , sementara <i>Failover</i> menyediakan fungsi <i>redundancy</i> . Pengujian dilakukan terhadap distribusi beban <i>traffic</i> , <i>Failover</i> , dan perbandingan kinerja QoS dengan parameter <i>jitter</i> , <i>packet loss</i> , <i>throughput</i> , dan <i>delay</i> . Hasil menunjukkan sistem dapat mendistribusikan beban dengan baik dan memberikan fungsi <i>redundancy</i> . Dari sisi QoS, <i>Classifier Both Addresses</i> memiliki kinerja lebih baik dibandingkan <i>classifier</i> lainnya
2	(Pambudi & Muslim, 2017)	<i>Policy Based Routing</i>	Pertumbuhan kebutuhan informasi yang semakin meningkat membuat internet cepat dan handal sangat penting, terutama bagi Universitas Negeri Semarang (Unnes). Dengan banyaknya pengguna seperti mahasiswa, dosen, dan karyawan, penggunaan dua ISP direkomendasikan untuk mengatasi kepadatan akses. Pengaturan <i>routing</i>

No	Nama Peneliti	Metode	Kesimpulan
			pada <i>router</i> Mikrotik dengan <i>policy-based routing</i> memisahkan jalur akses internet, dan teknik <i>failover</i> memastikan perpindahan otomatis jika salah satu jalur terganggu. Setelah menerapkan kedua teknik ini, waktu respons akses sistem informasi Unnes menjadi lebih cepat, dengan peningkatan sekitar 4 ms dibandingkan sebelumnya.
3	(Mustofa & Ramayanti, 2020)	<i>Next – Hop - Tunnel</i>	Perkembangan jaringan komputer dan internet yang pesat memerlukan kualitas koneksi yang baik, termasuk di PT. Gojek Indonesia yang menggunakan dua ISP. Ketika permintaan pengguna meningkat, perangkat jaringan bisa terbebani. Solusi untuk mengatasi hal ini adalah menerapkan <i>load balancing</i> agar trafik tidak terpusat pada satu ISP, memaksimalkan <i>throughput</i> , mengurangi waktu tanggap, dan mencegah <i>overload</i> . Dengan metode NTH, Mikrotik diharapkan mampu mendistribusikan beban dan mengoptimalkan bandwidth. <i>Failover</i> juga diterapkan agar ketika satu <i>gateway</i> terputus, <i>gateway</i> lain bisa menopang trafik, serta dilakukan manajemen <i>bandwidth</i> untuk pendistribusian yang merata.
4.	(Budyono et al., 2021)	<i>Policy Based Routing</i>	Perkembangan teknologi jaringan komputer menjadi penting untuk mendukung ujian berbasis komputer di SMK Jayabeka 01 Karawang. Namun, masih ada kekurangan dalam pembagian manual client yang harus mengakses server ujian berbasis HTTP. Ketika <i>server</i> mengalami kegagalan, pemindahan <i>client</i> harus dilakukan secara manual. Untuk mengatasi hal ini,

No	Nama Peneliti	Metode	Kesimpulan
			diterapkan konfigurasi <i>load balancing</i> agar client dapat otomatis mengakses <i>server</i> lain saat terjadi gangguan koneksi. Metode <i>Policy Based Routing</i> digunakan dengan pengelompokan akses berdasarkan <i>Src-address</i> dan <i>Dst-address</i> . Dengan metode ini, layanan tetap berjalan meskipun ada masalah koneksi pada <i>server</i> , menjaga kinerja jaringan tetap optimal.
5	(Puspitasari et al., 2023)	<i>Equal Cost Multi - Path</i>	Koneksi internet di PT BCA Multifinance sering mengalami overload pada jalur utama ISP (Telkom) selama jam sibuk, yang menyebabkan ketidakstabilan jaringan. Sebagai lembaga keuangan yang memerlukan akses data cepat, perbaikan diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Solusi yang digunakan meliputi dua ISP, menjadikan Mikrotik sebagai <i>load balancer</i> , dan menambahkan konfigurasi bandwidth dengan metode <i>simple queue</i> untuk pembagian yang adil sesuai prioritas divisi. Dengan metode <i>load balancing ECMP (Equal Cost Multi-Path)</i> , trafik dibagi antara domain lokal dan internasional, menghindari overload. Setelah penerapan, perpindahan antara ISP membutuhkan waktu sekitar 7 detik.
6	Amalia et al., 2022)	<i>Per Connection Classifier</i>	Sistem jaringan komputer di perusahaan atau lembaga umumnya menggunakan lebih dari satu ISP untuk menjaga kualitas layanan internet. Ketika salah satu ISP terganggu dan koneksi internet terputus, teknik yang dapat digunakan adalah <i>load balancing</i> dan <i>failover</i> . Penelitian ini bertujuan untuk membangun jaringan dengan dua ISP

No	Nama Peneliti	Metode	Kesimpulan
			menggunakan metode <i>load balancing</i> untuk menyeimbangkan beban lalu lintas dan menstabilkan koneksi internet bagi setiap klien, serta menerapkan teknik <i>failover</i> menggunakan Mikrotik. Metode yang digunakan adalah <i>Network Development Life Cycle</i> dengan menganalisis <i>Quality of Service</i> (QoS) berdasarkan standar THIPON. Hasil pengujian menunjukkan nilai QoS sebesar 3,75 pada jam sibuk dan 4 pada jam normal. Secara keseluruhan, implementasi jaringan komputer dengan teknik <i>load balancing</i> menggunakan metode PCC menunjukkan perubahan yang baik, terbukti dari hasil kuesioner sebelum dan sesudah implementasi yang meningkat dari 0,4 menjadi 0,89.
7	(Haryono et al., 2024)	ECMP & NTH	Internet merupakan kebutuhan penting, terutama bagi universitas yang sangat bergantung pada koneksi yang stabil. Penggunaan satu penyedia layanan internet (ISP) dengan bandwidth besar berisiko, sehingga banyak universitas menggunakan lebih dari satu ISP. Untuk menyeimbangkan pembagian <i>bandwidth</i> , digunakan metode <i>Load Balancing</i> yang mendistribusikan <i>traffic</i> ke beberapa jalur. Penelitian ini membandingkan kinerja dua metode <i>Load Balancing</i> , yaitu ECMP (<i>Equal-Cost Multi-Path</i>) dan NTH pada <i>router</i> Mikrotik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kecepatan bandwidth sebelum dan sesudah implementasi <i>Load Balancing</i> melalui tugas mengunduh file berukuran 200-500 MB serta akses YouTube. Analisis kinerja menggunakan metode QoS (<i>Quality of</i>

No	Nama Peneliti	Metode	Kesimpulan
			<i>Service</i>) dengan parameter <i>Delay</i> , <i>Packet Loss</i> , <i>Jitter</i> , dan <i>Throughput</i> . Hasil menunjukkan bahwa performa jaringan sebelum <i>Load Balancing</i> lebih buruk dibandingkan sesudahnya. Secara keseluruhan, metode ECMP memiliki hasil QoS yang lebih baik dibandingkan NTH, dengan <i>Packet Loss</i> 0,996%, <i>Delay</i> 0,3539 ms, dan <i>Jitter</i> 0,3377 ms.

Sumber: (Data Penelitian, 2025)

2.5. Kerangka Pemikiran

Jaman semakin berkembang begitu juga dengan teknologi dan internet, hampir seluruh dunia menggunakan internet untuk mencari informasi di mesin pencarian. Internet tentu saja juga diperlukan di perusahaan sebagai sarana berkomunikasi antara karyawan dan dalam melakukan proyek tertentu namun jika menggunakan internet pada perusahaan diperlukan perancangan dan topologi jaringan yang baik agar jaringan yang digunakan tersebut tidak mengalami kegagalan jaringan untuk mencegah hal tersebut maka diperlukannya lah *load balancing*, teknik ini merupakan teknik yang digunakan pada perangkat MikroTik yang mana dapat memaksimalkan optimasi jaringan dengan stabil dan membagi lalu lintas jaringan itu ke jalur *server* lainnya secara efisien. Adapun kerangka berpikir yang diperlukan dalam melakukan perancangan jaringan *load balancing* dengan metode ECMP.



Gambar 2.12 Kerangka Pemikiran
Sumber: (Data Penelitian, 2025)