

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Tabel 1. Penelitian Terkait

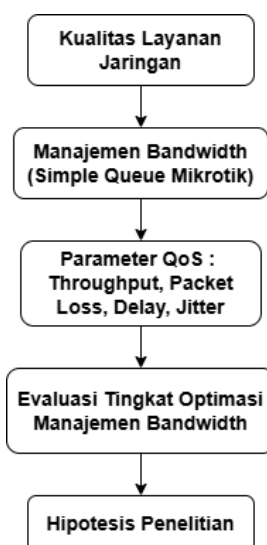
NO	Peneliti	Keterangan
1	Muhammad Syaiful Anwar (2022)[4].	Judul: Analisis QoS (<i>Quality of Service</i>) Manajemen <i>Bandwidth</i> menggunakan Metode Kombinasi <i>Simple Queue</i> dan PCQ (<i>Per Connection Queue</i>) pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara. Metode: <i>Simple Queue</i> dan PCQ (<i>Per Connection Queue</i>). Hasil: Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan metode <i>Simple Queue</i> dan PCQ (<i>Peer Connection Queue</i>) pada Mikrotik dapat mengoptimalkan manajemen <i>bandwidth</i> dengan mengalokasikan <i>bandwidth</i> secara merata kepada semua klien. <i>Simple Queue</i> memberikan jaminan <i>bandwidth</i> yang mendekati nilai yang diharapkan, sementara PCQ membantu membagi <i>bandwidth</i> secara otomatis dan merata di antara banyak klien. Kombinasi ini memastikan semua pengguna mendapat akses internet yang efisien dan meningkatkan <i>Quality of Service</i> (QoS) pada jaringan.
2	Muhamad Diki, Ali Akbar Rismayadi (2022)[5].	Judul: Optimalisasi <i>Bandwidth</i> Menggunakan Metode <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB) di SMK Pasundan Rancaekek. Metode: <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB) Hasil: Hasil dari penelitian ini adalah metode <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB) efektif dalam mengoptimalkan manajemen <i>bandwidth</i> di SMK Pasundan Rancaekek. Dengan membagi <i>bandwidth</i> secara adil antara berbagai aktivitas seperti <i>browsing</i> dan konferensi video, HTB berhasil meningkatkan kualitas jaringan, mengurangi lag, dan memastikan penggunaan <i>bandwidth</i> yang efisien. Penerapan HTB juga meningkatkan parameter <i>Quality of Service</i> (QoS) seperti <i>delay</i> dan <i>jitter</i>, serta berhasil memblokir situs <i>web</i> yang tidak relevan, sehingga efisiensi penggunaan <i>bandwidth</i> meningkat.
3	Muhammad Imam Ghozali, Alif Catur Murti, Syaiful Muzid (2024)[7].	Judul: Analisis <i>Quality of Service</i> (QoS) Jaringan Internet Untuk Optimalisasi <i>Bandwidth</i>. Metode: <i>Quality of Service</i> (QoS) dan <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB)

		Hasil: Hasil penelitian ini adalah mendapatkan temuan yang memuaskan berdasarkan pengujian terhadap empat parameter <i>Quality of Service (QoS)</i>, yaitu <i>delay</i>, <i>jitter</i>, <i>packet loss</i>, dan <i>throughput</i>. Pengujian dilakukan dengan mendistribusikan <i>bandwidth</i> ke setiap gedung. Berdasarkan analisis yang menggunakan metode HTB, sistem ini dinilai layak dan dapat diterapkan pada jaringan internet dengan penyesuaian terhadap topologi yang ada.
4	Imam Nurrobi, Kusnadi, Rinaldi Adam (2020)[10].	Judul: Penerapan Metode <i>Quality of Service (QoS)</i> Untuk Menganalisa Kualitas Kinerja Jaringan <i>Wireless</i>. Metode: <i>Quality of Service (QoS)</i> Hasil: Hasil dari penelitian ini adalah berhasil menentukan cara pembagian <i>bandwidth</i> untuk jaringan <i>Wi-Fi</i> di SMK Korpri Majalengka menggunakan <i>Quality of Service (QoS)</i>. Dengan menggunakan aplikasi <i>Net Tools</i>, penelitian ini mengukur parameter QoS seperti <i>bandwidth</i>, <i>delay</i>, dan <i>packet loss</i> pada jaringan <i>Wi-Fi</i>. dan jam masuk, untuk mengidentifikasi penurunan kinerja jaringan secara drastis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembatasan pemakaian Pengujian dilakukan dalam dua tahapan, yaitu saat jam istirahat an jaringan <i>Wi-Fi</i> dan penambahan <i>bandwidth</i> sangat disarankan untuk meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan.
5	Mohammad Badrul, Akmaludin (2019)[11].	Judul: Implementasi <i>Quality of Service (QoS)</i> Untuk Optimalisasi Manajemen <i>Bandwidth</i>. Metode: <i>Quality of Service (QoS)</i> dan <i>Hierarchical Token Bucket (HTB)</i> Hasil: Hasilnya menunjukan pentingnya penerapan <i>Quality of Service (QoS)</i> dalam manajemen <i>bandwidth</i> untuk menjaga kualitas dan stabilitas konektivitas jaringan. Dengan menggunakan metode <i>Hierarchical Token Bucket (HTB)</i>, penelitian ini menunjukkan bahwa <i>bandwidth</i> yang tidak terpakai dapat dimaksimalkan, sehingga meningkatkan kualitas jaringan secara keseluruhan. Selain itu, penambahan jaringan <i>Wireless Local Area Network (WLAN)</i> pada topologi baru terbukti meningkatkan efisiensi dalam hal ruang, waktu, dan biaya.
6	Dimas Widi Wicaksono, Bheta Agus Wardijono (2024)[12].	Judul: Analisis Optimalisasi Manajemen <i>Bandwidth</i> Dengan <i>Simple Queue, Simple Queue</i> Bertingkat Pengukuran QoS Pada Jaringan Sekolah SMKN 1 Tirtamulya Karawang. Metode: <i>Simple Queue</i> dan <i>Quality of Service (QoS)</i>

		Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua teknik berhasil diterapkan, dengan semua klien mendapatkan <i>bandwidth</i> yang stabil dan sesuai kebutuhan. Pengujian <i>Quality of Service</i> (QoS) mengungkapkan peningkatan signifikan dalam parameter <i>throughput</i>, <i>packet loss</i>, <i>delay</i>, dan <i>jitter</i> setelah penerapan manajemen <i>bandwidth</i>. Teknik <i>Simple Queue</i> memberikan hasil yang sangat baik dalam <i>throughput</i> dan <i>packet loss</i>, sedangkan teknik <i>Simple Queue</i> Bertingkat menunjukkan peningkatan dalam <i>delay</i> dan <i>jitter</i>. Secara keseluruhan, manajemen <i>bandwidth</i> yang diterapkan berhasil meningkatkan stabilitas dan efisiensi koneksi internet di laboratorium tersebut.
7	Muhammad Hafizh Ridwan, Arip Solehudin, Chaerur Rozikin (2024)[13].	Judul: Analisis <i>Quality of Service</i> (QoS) Jaringan <i>Wireless</i> Dengan Penerapan PCQ (Studi Kasus: Kantor Kecamatan Kemang) Metode: <i>Quality of Service</i> (QoS) dan PCQ (<i>Per Connection Queue</i>) Hasil: Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam berbagai parameter <i>Quality of Service</i> (QoS), termasuk <i>bandwidth</i>, <i>throughput</i>, <i>delay</i>, <i>jitter</i>, dan <i>packet loss</i>. <i>Bandwidth</i> mengalami peningkatan dari 37,71 Mbps menjadi 47,79 Mbps, sementara <i>throughput</i> melonjak dari 1,68% menjadi 19,85%. Selain itu, <i>delay</i> berkurang dari 159 ms menjadi 19 ms, <i>jitter</i> meningkat dari 1,05 ms menjadi 19,62 ms, dan tingkat <i>packet loss</i> menurun dari 5% menjadi 1%. Implementasi PCQ terbukti efektif dalam meningkatkan QoS pada jaringan <i>wireless</i> di Kantor Kecamatan Kemang, sehingga memberikan pengalaman pengguna yang lebih stabil dan optimal.
8	Angga Setyaji Priri Pratama Putra (2024)[14].	Judul: Tata Kelola <i>Bandwidth</i> Dengan Metode <i>Load Balance</i> dan <i>Simple Queue</i> Untuk Mengurangi <i>Downtime</i> Jaringan Internet RS Puri Husada Metode: <i>Load Balance</i> dan <i>Simple Queue</i> Hasil: Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode ini berhasil menyeimbangkan beban trafik antara dua jalur koneksi internet, yaitu UII Net dan <i>Indihome Corporate</i>. Dengan adanya <i>Load Balance</i>, trafik terbagi merata sehingga mengurangi risiko kelebihan beban dan <i>downtime</i>. Selain itu, penggunaan <i>Simple Queues</i> memungkinkan pembatasan kecepatan internet per pengguna yang membantu menjaga kualitas layanan internet.
9	Fauyhi Eko Nugroho, Yeni	Judul: Rancang Bangun QoS (<i>Quality of Service</i>) Jaringan <i>Wireless Local Area Network</i>

	Daniarti, Rosidin (2021)[15].	Menggunakan Metode NDLC (<i>Network Development Life Cycle</i>) Di PT Trimitra Kolaborasi Mandiri (3KOM) Metode: <i>Quality of Service</i> (QoS), PCQ (<i>Per Connection Queue</i>), <i>Queue Tree</i>, dan NDLC (<i>Network Development Life Cycle</i>) Hasil: Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa manajemen <i>bandwidth</i> dengan metode PCQ menggunakan <i>Queue Tree</i> memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan tanpa PCQ. Dengan metode ini, setiap pengguna dalam jaringan mendapatkan alokasi <i>bandwidth</i> yang merata, sehingga akses internet menjadi lebih adil dan efisien. Pengujian dilakukan menggunakan Mikrotik <i>RouterBoard</i> dengan beberapa komputer yang terhubung melalui jaringan kabel dan nirkabel.
10	Ahmad Resa, Handayani (2023)[16]. Akbar Dewi UN	Judul: Optimasi Jaringan Wi-fi Menggunakan Metode Analisis <i>Quality of Service</i> Berdasarkan <i>Thipon</i> Metode: <i>Quality of Service</i> (QoS) Hasil: Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas jaringan <i>Wi-Fi</i> di Gedung D8 sangat baik, dengan nilai QoS sebesar 91,67% yang masuk dalam kategori B. Pengukuran parameter QoS mencakup <i>bandwidth</i>, <i>delay</i>, <i>packet loss</i>, dan <i>jitter</i>, dengan hasil yang menunjukkan performa jaringan yang stabil dan memadai untuk memenuhi kebutuhan pengguna di lingkungan kampus.

B. Hipotesis Penelitian



Gambar 1. Diagram Hipotesis

Diagram hipotesis diatas menunjukkan keterkaitan antarvariabel yang menjadi landasan dalam merumuskan hipotesis penelitian ini. Penelitian dimulai dari permasalahan kualitas jaringan di Gedung Baru MAN 2 Cilacap, di mana akses internet masih mengalami *delay*, tidak stabil, serta distribusi *bandwidth* yang tidak merata. Untuk menangani persoalan tersebut, maka dilakukan analisa manajemen *bandwidth* pada penerapan *simple queue* di perangkat mikrotik. Penerapan ini memungkinkan pembagian *bandwidth* berdasarkan profil pengguna melalui konfigurasi PPPoE, serta pengutamaan jenis trafik tertentu agar layanan internet lebih merata dan efisien.

Konfigurasi tersebut kemudian dievaluasi melalui empat parameter utama dalam *Quality of Service* (QoS), yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* yang merepresentasikan kualitas serta performa jaringan secara keseluruhan. Keempat parameter ini menjadi indikator utama untuk menilai dampak penggunaan penerapan *simple queue* terhadap kinerja jaringan.

Selanjutnya, hasil pengukuran QoS dimanfaatkan untuk mengevaluasi seberapa optimal pengelolaan *bandwidth* yang telah diterapkan. Evaluasi ini dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai hasil pengukuran terhadap standar kualitas dari *TIPHONE*, guna menilai apakah distribusi *bandwidth* telah berjalan secara tepat dan stabil. Temuan dari analisis ini menjadi acuan dalam menilai hipotesis, apakah manajemen *bandwidth* tersebut sudah efektif atau masih memerlukan perbaikan.

Berdasarkan pernyataan di atas, hipotesis yang dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. H0 : *Simple queue* mikrotik yang diterapkan sudah optimal dalam mengelola *Quality of Service* (QoS) yang memadai bagi pengguna.
2. H1: *Simple queue* mikrotik yang diterapkan belum optimal dalam mengelola *Quality of Service* (QoS) yang memadai bagi pengguna.

C. Landasan Teori

1. Manajemen *Bandwidth*

Menurut Canggih Ajika Pamungkas, *bandwidth* adalah kapasitas atau kemampuan kabel *ethernet* untuk mentransfer sejumlah data tertentu. *Bandwidth* juga dapat diartikan sebagai jumlah data yang dikonsumsi per satuan waktu, dinyatakan dalam bit per detik (bps). *Bandwidth* merupakan indikator kecepatan transfer informasi melalui saluran komunikasi. Semakin besar *bandwidth*, semakin banyak informasi yang dapat dikirim. Pengelolaan *bandwidth* jaringan adalah usaha teknis untuk memberikan kinerja jaringan yang adil dan memuaskan. Manajemen *bandwidth* bertujuan memastikan ketersediaan *bandwidth* yang cukup untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas data dan informasi serta mencegah persaingan antar aplikasi. Manajemen *bandwidth* sangat penting bagi jaringan multi-layanan, karena beragamnya

aplikasi yang dilayani oleh jaringan akan mempengaruhi penggunaan link dalam jaringan tersebut. Link-link yang tersedia harus mampu menangani kebutuhan pengguna akan aplikasi tersebut, bahkan dalam kondisi kemacetan[17]. Manajemen *bandwidth* juga disimpulkan sebagai teknik yang digunakan untuk mengelola dan mengoptimalkan berbagai jenis jaringan dengan menerapkan metode *Quality of Service* (QoS) untuk menentukan jenis lalu lintas jaringan. *Bandwidth* dapat diumpamakan seperti pipa air dengan ukuran diameter tertentu. Sementara itu, QoS adalah kemampuan untuk menjelaskan tingkat pencapaian dalam sistem komunikasi data di jaringan internet[18].

Bandwidth sendiri merupakan ukuran transfer data yang dihitung dalam bit per detik antara server dan *client* dalam jangka waktu tertentu. *Bandwidth* juga dikenal sebagai rentang frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam media transmisi. Karena itu, *bandwidth* dapat dianggap sebagai kapasitas maksimum jalur komunikasi untuk mentransfer data per detik. Pengukuran *bandwidth* jaringan dilakukan dengan menghitung jumlah bit yang dapat ditransmisikan dalam satu detik, atau bit per detik (bps). Ada dua jenis *bandwidth*, yaitu *bandwidth digital* dan *bandwidth analog*. *Bandwidth digital* mengacu pada jumlah data yang dapat ditransmisikan melalui saluran komunikasi per satuan waktu atau biasanya diukur dalam bit per detik (bps). Sedangkan *bandwidth analog* merujuk pada rentang frekuensi yang dapat ditransmisikan melalui saluran komunikasi seperti kabel atau radio, dan biasanya diukur dalam satuan *Hertz* (Hz)[6].

2. *Quality of Service* (QoS)

Secara umum, *Quality of Service* (QoS) merupakan standar yang digunakan untuk menilai kualitas koneksi dalam suatu jaringan. QoS memastikan bahwa proses transmisi data dari pengirim ke penerima berlangsung dengan lancar tanpa gangguan, sehingga menghasilkan koneksi yang optimal. Konsep ini mencakup evaluasi terhadap layanan lalu lintas jaringan yang diterima oleh pelanggan maupun server. Apabila parameter QoS dikelola dengan baik, maka kualitas lalu lintas jaringan dapat dianggap sangat baik[13]. Konsep *Quality of Service* (QoS) dalam jaringan komputer yang berfungsi untuk mengelola dan menyediakan kualitas layanan yang stabil dan handal dalam penggunaan *bandwidth*. QoS mencakup berbagai elemen penting yang dirancang untuk meningkatkan pengalaman pengguna, memastikan kelancaran aliran data, dan mengelola sumber daya jaringan dengan efisien. *Quality of Service* (QoS) juga digunakan untuk menilai kualitas jaringan internet serta mendefinisikan karakteristik layanannya. QoS bukanlah sekadar fitur jaringan, melainkan sebuah desain *end-to-end*. Dalam jaringan, QoS diukur berdasarkan kecepatan dan keandalan data dalam komunikasi. Selain itu, QoS dirancang untuk meningkatkan produktivitas pengguna dan

memastikan performa optimal saat menggunakan internet. Penerapan *Quality of Service* (QoS) dalam jaringan *fiber optic* di gedung baru MAN 2 Cilacap memiliki keterkaitan yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan *bandwidth*. QoS berfungsi sebagai sistem pengelolaan yang memastikan distribusi *bandwidth* berlangsung secara optimal dan sesuai kebutuhan pengguna. Hal ini dicapai melalui pengaturan prioritas lalu lintas data, menjamin akses stabil untuk aplikasi yang membutuhkan sumber daya tinggi, serta mengurangi gangguan dari trafik yang kurang esensial[18][19].

Dalam implementasinya, *Quality of Service* (QoS) memiliki beberapa parameter menurut standarisasi *TIPHONE* yang sangat penting untuk kualitas layanan yang diterima oleh pelanggan. Parameter tersebut antara lain[20] :

a. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan efektif transfer data, diukur dalam bit per detik (bps). *Throughput* menunjukkan jumlah total paket yang berhasil tiba di tujuan selama periode waktu tertentu, dibagi dengan durasi waktu tersebut[20]. Umumnya, *throughput* sering dikaitkan dengan *bandwidth* dalam kondisi sebenarnya. Perbedaannya adalah *bandwidth* bersifat tetap, sementara *throughput* bersifat dinamis dan bergantung pada lalu lintas yang sedang terjadi[18].

Tabel 2. Standarisasi *Throughput* versi *TIPHONE*[18]

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat Bagus	76% - 100%	4
Bagus	51% - 75%	3
Sedang	25% - 50%	2
Buruk	< 25%	1

Persamaan perhitungan *throughput* sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

b. *Packet Loss*

Packet Loss adalah jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman ke tujuan. Kehilangan paket terjadi saat beban puncak dan *congestion* (penyumbatan transmisi paket akibat tingginya lalu lintas yang harus dilayani) dalam jangka waktu tertentu, sehingga *frame* data (gabungan data *payload* dan *header* yang ditransmisikan) akan dibuang seperti pada perlakuan terhadap *frame* data pada jaringan berbasis *IP*[20].

Tabel 3. Standarisasi *Packet Loss* versi *TIPHONE*[18]

Kategori	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0 – 2 %	4
Bagus	3 – 14 %	3
Sedang	12 – 24%	2
Buruk	> 25%	1

Persamaan perhitungan *packet loss* sebagai berikut :

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket data dikirim}} \times 100$$

c. *Delay*

Delay adalah total waktu penundaan yang dialami suatu paket selama proses transmisi dari satu titik ke titik tujuan[20]. Beberapa faktor yang memengaruhi *delay* meliputi jarak antara sumber dan tujuan, jenis media fisik yang digunakan, tingkat kemacetan jaringan, serta waktu pemrosesan di setiap titik perantara. Semakin kecil nilai *delay* yang diukur dalam milidetik (ms), semakin baik kualitas jaringan tersebut. *Delay* yang rendah menunjukkan efisiensi tinggi dalam pengiriman data, yang sangat penting deuntuk aplikasi yang memerlukan respons cepat seperti panggilan video, permainan daring atau yang lainnya[1].

Tabel 4. Standarisasi *Delay* versi *TIPHONE*[18]

Kategori	Delay	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms – 300 ms	3
Sedang	300 ms – 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1

Persamaan perhitungan *delay* sebagai berikut :

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Jumlah Total Paket}}$$

d. *Jitter*

Jitter adalah variasi *delay* atau perbedaan waktu kedatangan paket yang disebabkan oleh perbedaan interval antar kedatangan paket di penerima. Parameter ini dapat diatasi dengan mengatur mode antrian pada router saat terjadi kemacetan atau perubahan kecepatan. Semakin rendah nilai *jitter* (ms), semakin baik kualitas jaringan yang diperoleh[20][1].

Tabel 5. Standarisasi *Jitter* versi *TIPHONE*[18]

Kategori	Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms – 75 ms	3
Sedang	75 ms – 125 ms	2
Buruk	125 ms – 255 ms	1

Persamaan perhitungan *jitter* sebagai berikut :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Paket Diterima}}$$

3. *Simple Queue*

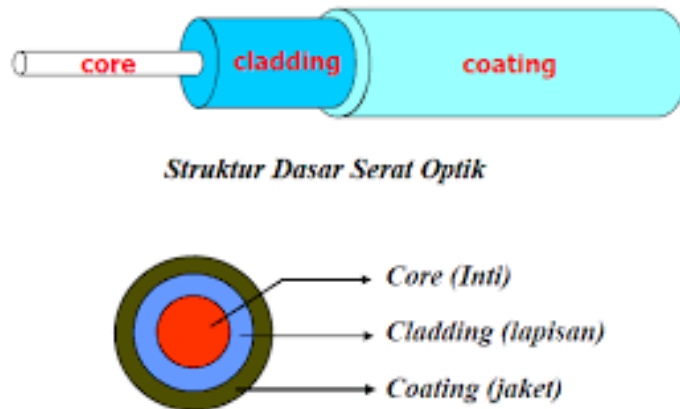
Simple Queue adalah teknik paling sederhana untuk manajemen *bandwidth* di mikrotik. Menu dan konfigurasinya sangat mudah dimengerti. *Simple queue* merupakan teknik antrian menggunakan metode FIFO (*First Input First Output*). Teknik antrian FIFO berarti paket data yang pertama kali datang akan dimasukkan ke dalam antrian dan diproses terlebih dahulu, lalu dikeluarkan sesuai dengan urutan kedatangannya. Meski namanya *Simple Queue*, sebenarnya ada banyak parameter yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan jaringan. Parameter dasar dari *Simple Queue* adalah target dan *max-limit*. Target bisa berupa alamat *IP*, alamat jaringan, atau *interface* yang akan diatur *bandwidth*-nya. *Max-limit upload* dan *download* digunakan untuk menetapkan batas maksimal *bandwidth* untuk target tersebut. *Simple Queue* bisa mengatur batas *upload* dan *download* secara terpisah atau secara total (gabungan *upload* dan *download*) dalam satu aturan menggunakan tab total[4][21].

Teknik *Simple Queue* memiliki keunggulan dalam membatasi kecepatan pada koneksi *peer-to-peer*. Metode ini dapat diterapkan dan dikembangkan dengan menggunakan limitasi bertingkat yang melibatkan *Queue Parent* dan *Child Queue*. *Queue Parent* menunjukkan total *bandwidth* yang tersedia, sedangkan *Child Queue* diterapkan untuk *client* berdasarkan alamat *IP* mereka. *Child Queue* juga memungkinkan pengaturan batas minimum dan maksimum untuk setiap *client*[22]. Metode pelimitan dengan menggunakan pendekatan sederhana berbasis data rate dapat dilakukan melalui fitur *Simple Queue*. Fitur ini adalah solusi yang praktis untuk mengelola *bandwidth*, khususnya pada jaringan berskala kecil hingga menengah, dengan tujuan mengatur pemakaian *bandwidth* upload dan download tiap pengguna. *Simple Queue*, yang tersedia di MikroTik RouterOS, berfungsi untuk mengatur serta mengontrol arus lalu lintas jaringan berdasarkan sistem antrian yang sederhana. Melalui metode ini,

pengguna dapat membatasi *bandwidth*, memberikan prioritas pada lalu lintas tertentu, serta mengelola penggunaan sumber daya jaringan secara efisien[21].

4. *Fiber Optic*

Fiber optic adalah media transmisi telekomunikasi yang memanfaatkan kabel dari kaca atau plastik untuk mentransmisikan sinyal cahaya antara dua titik. Sumber cahaya yang biasa digunakan dalam transmisi ini adalah laser dan *LED*. Karena kecepatan transmisinya yang sangat tinggi, serat optik sangat ideal untuk digunakan sebagai jalur komunikasi telekomunikasi modern. Secara umum, sistem komunikasi serat optik terdiri dari sumber optik sebagai pemancar, kabel serat optik sebagai media transmisi, dan *photodetector* sebagai penerima. Struktur dasar serat optik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *core* (inti), *cladding* (kulit), dan *coating* (jaket)[23].



Gambar 2. Struktur Kabel *Fiber Optic*

(Sumber Gambar: mediahamparanlangit.co.id)

Keuntungan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi meliputi *bandwidth* yang besar, ketahanan terhadap interferensi yang lebih tinggi dibandingkan kabel tembaga. Keunggulan dalam hal ketipisan dan ringan, serta kemampuan untuk mengirimkan data dalam bentuk digital. Berdasarkan mode transmisinya, serat optik dibedakan menjadi dua jenis sebagai berikut[24]:

e. *Fiber Optic Single Mode*

Jenis ini memiliki transmisi tunggal, memancarkan cahaya melalui satu inti. Inti kecil dengan diameter 9 mikrometer digunakan untuk mentransmisikan gelombang cahaya inframerah dengan panjang gelombang 1300-1550 nanometer[24].

f. *Fiber Optic Multi Mode*

Jenis ini dapat mentransmisikan banyak cahaya secara bersamaan karena memiliki inti besar dengan diameter sekitar 625 mikrometer. Biasanya digunakan untuk keperluan komersial yang umumnya diakses

oleh banyak orang. Kabel ini mentransmisikan sinar inframerah dengan panjang gelombang 850-1300 nanometer[24].

5. Mikrotik

Mikrotik adalah perusahaan kecil yang berpusat di Latvia, didirikan oleh *John Trully* dan *Arnis Riekstins*. Pada sekitar tahun 1966, mereka mulai memanfaatkan sistem operasi Linux dan MS DOS, yang kemudian dikombinasikan dengan teknologi LAN nirkabel atau WLAN *Aeronet* berkecepatan hingga 2 Mbps di Moldova. Selanjutnya, mereka mulai melayani sekitar lima pelanggan baru di Latvia. Seiring perkembangan, Mikrotik beralih dari fokus awalnya sebagai penyedia layanan internet nirkabel (ISP) menuju pengembangan perangkat lunak router yang handal dan dapat digunakan secara global[25].

Mikrotik sendiri merupakan sistem operasi perangkat lunak yang memungkinkan komputer berfungsi sebagai router jaringan. Berbasis pada sistem operasi Linux, Mikrotik menjadi fondasi bagi pengelolaan jaringan, baik dalam skala kecil maupun besar. Namun, masih banyak yang keliru dalam membedakan Mikrotik dengan router. Mikrotik adalah perangkat lunak *open-source* yang digunakan untuk membuka dan mengonfigurasi jaringan, memungkinkan distribusi internet kepada pengguna. Salah satu perangkat lunak yang sering digunakan dalam Mikrotik adalah Winbox. Sementara itu, router adalah perangkat keras yang berfungsi menghubungkan dua atau lebih jaringan, bertindak sebagai pusat atau server dalam sistem jaringan. Perangkat keras yang biasa digunakan adalah *RouterBoard*, yang dilengkapi dengan fitur yang mendukung kelancaran koneksi. Dengan demikian, perbedaan utama antara keduanya adalah Mikrotik sebagai perangkat lunak, sedangkan router sebagai perangkat keras.[25][26].

Adapun fungsi dari mikrotik itu adalah sebagai berikut[25]:

- a. Membantu memblokir situs yang memuat konten yang melanggar undang-undang. Program ini mendukung terciptanya internet positif sebagai langkah awal untuk mengurangi konten yang melanggar peraturan.
- b. Memanfaatkan mikrotik untuk mengatur dan mengkonfigurasi LAN (*Local Area Network*) menggunakan PC dengan MikroTik Router OS dan perangkat keras yang memiliki spesifikasi lebih rendah.
- c. Untuk jaringan internet yang lebih terpusat, sehingga administrator bisa mengelola dan mengatur data dengan lebih efektif.
- d. Sebagai *hotspot*, yang memudahkan pengaturan dan distribusi *bandwidth* untuk setiap jaringan komputer. Selain itu, juga berfungsi untuk memisahkan lalu lintas data internasional dan lokal.
- e. Fungsi terakhir adalah untuk digunakan pada perangkat dalam membangun *server PPPoE*.

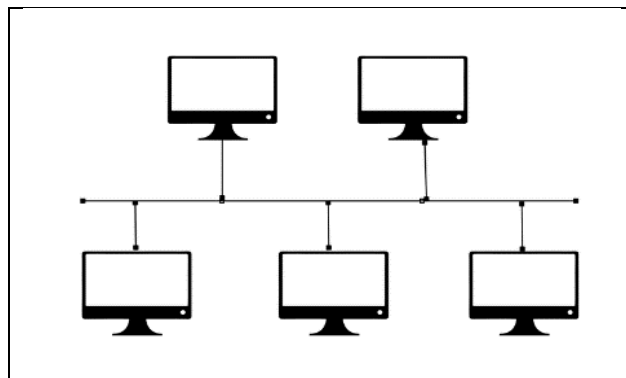
6. Topologi Jaringan

Topologi jaringan adalah cara menghubungkan komputer satu dengan lainnya untuk membentuk suatu jaringan. Pemilihan jenis topologi berpengaruh terhadap kecepatan komunikasi, sehingga memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis berdasarkan karakteristiknya menjadi hal yang penting. Topologi jaringan menentukan aturan dalam menghubungkan komputer (node) secara fisik, serta pola interaksi antar elemen yang berkomunikasi melalui media atau perangkat jaringan, seperti server, *workstation*, hub atau *switch*, dan kabel sebagai media transmisi data[27].

Adapun beberapa jenis topologi jaringan diantaranya yaitu *Bus*, *Star*, *Ring*, *Mesh*, dan *Tree*. Topologi-topologi ini tidak terikat pada model *client-server* atau *peer-to-peer*, karena setiap topologi dapat diterapkan dalam kedua model tersebut. Berikut adalah penjelasan tentang berbagai jenis-jenis topologi jaringan sebagai berikut[28]:

a. Topologi *Bus*

Topologi *Bus* adalah salah satu topologi jaringan yang paling sederhana dibandingkan dengan lainnya. Biasanya digunakan dalam instalasi jaringan berbasis *fiber optic* dan sering dipadukan dengan topologi *Star* untuk menghubungkan *client* atau *node*. Pada topologi *Bus*, satu kabel *coaxial* menghubungkan semua *node client* secara berurutan, dengan T konektor di ujung kabel untuk mengakhiri koneksi[28].

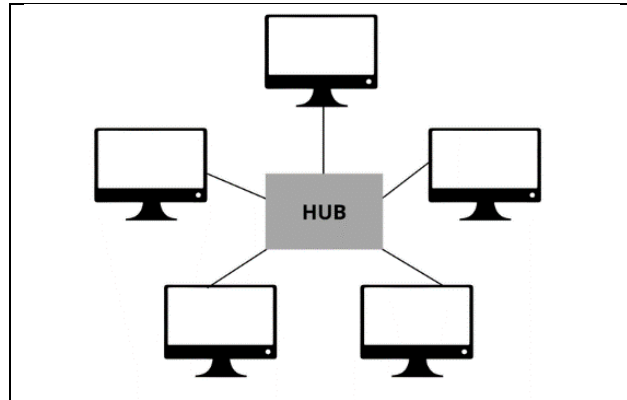


Gambar 3. Topologi *Bus*

(Sumber Gambar: <https://tekno.kompas.com>)

b. Topologi *Star*

Topologi Star adalah bentuk topologi jaringan yang umumnya menggunakan *switch* atau hub untuk menghubungkan satu *client* dengan client lainnya[28].

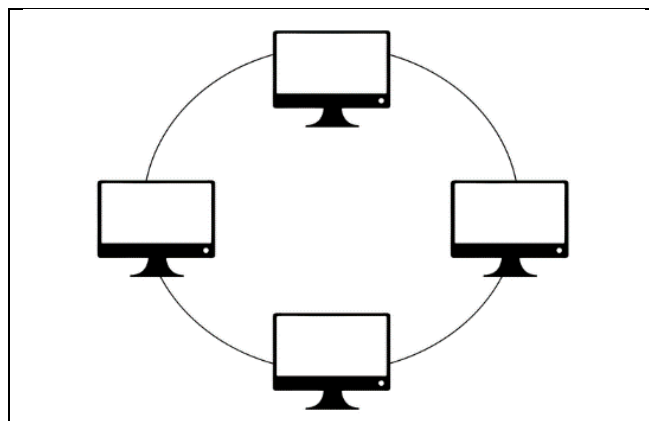


Gambar 4. Topologi *Star*

(Sumber Gambar: <https://tekno.kompas.com>)

c. *Topologi Ring*

Topologi *Ring* adalah topologi jaringan yang menghubungkan komputer dalam suatu rangkaian melingkar mirip cincin. Biasanya menggunakan LAN *card* untuk menghubungkan satu komputer dengan lainnya[28].

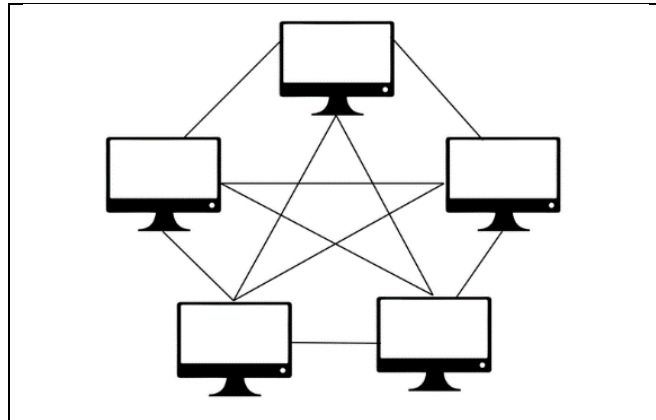


Gambar 5. Topologi *Ring*

(Sumber Gambar: <https://tekno.kompas.com>)

d. *Topologi Mesh*

Topologi *Mesh* sangat cocok untuk pemilihan rute yang banyak, berfungsi sebagai jalur cadangan saat jalur lain bermasalah[28].

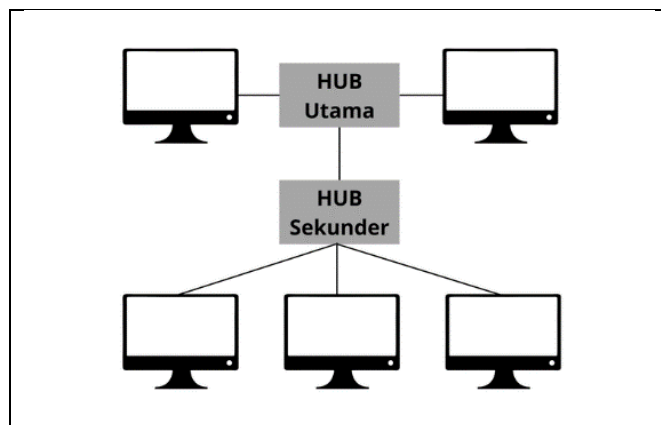


Gambar 6. Topologi Mesh

(Sumber Gambar: <https://tekno.kompas.com>)

e. *Topologi Tree*

Topologi *Tree* adalah kombinasi antara topologi *Star* dan *Bus*, biasanya digunakan untuk interkoneksi antar sentral dengan hirarki yang berbeda[28].



Gambar 7. Topologi Tree

(Sumber Gambar: <https://tekno.kompas.com>)