

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Sebagai acuan penelitian yang dilakukan maka ada *review* jurnal atau penelitian terlebih dulu yang berkaitan dengan judul ini. Penelitian pertama yaitu [9] menggunakan metode Network Development Life Cycle (NDLC) yang terdiri dari berbagai fase, yaitu analisis, desain, simulasi prototipe, implementasi, pemantauan, dan pengelolaan. Fase analisis mencakup evaluasi kebutuhan pengguna, perangkat keras dan lunak, serta sumber daya manusia. Dalam fase desain, *topologi* jaringan dibentuk dengan model *star*, menghubungkan komputer-komputer melalui *switch*. Data dikendalikan menggunakan concentrator seperti hub atau *switch*. Penggunaan *Mikrotik RouterOS* pada jaringan SMAN 4 Praya terbukti efektif dan optimal dalam alokasi *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta memfasilitasi administrator dalam mengatur jaringan agar stabil dan efisien.

Penelitian kedua [11] bertujuan untuk mengembangkan sistem *voucher Hotspot* yang terbatas oleh waktu dan kuota melalui *User Manager*. Keuntungan dari studi ini adalah memudahkan pengguna dalam mengakses internet secara *mobile* dan memberikan dasar untuk riset selanjutnya tentang pembuatan *voucher hotspot*. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa *voucher* yang dibatasi waktu tidak memungkinkan pengguna untuk *login* setelah waktu habis, sedangkan *voucher* yang dibatasi kuota tidak memungkinkan *login* setelah kuota terpakai.

Penelitian ketiga [5] mengeksplorasi penggunaan *topologi star* untuk mengatasi kendala akses internet yang mahal di Desa Ujanmas, dimana Telkomsel menjadi satu-satunya *Internet Service Provider (ISP)*. Masyarakat setempat sebelumnya menghabiskan 150 ribu rupiah per bulan untuk 20 GB data dari Telkomsel. Penelitian ini mengimplementasikan sistem *voucher hotspot* menggunakan *simple queue* di *Mikrotik* dan manajemen *bandwidth* dengan *mikmon*, mengikuti metodologi *prepare, plan, design, implementation, operate,*

and optimize (PPDIOO). Hasilnya, biaya internet menjadi lebih terjangkau, yaitu 5 ribu rupiah per hari dengan kecepatan 512 Kbps/1 Mbps, 25 ribu rupiah per minggu dengan kecepatan 1 Mbps/4 Mbps, dan 75 ribu rupiah per bulan dengan kecepatan 1 Mbps/5 Mbps, semua tanpa batasan kuota.

Penelitian selanjutnya [2] bertujuan untuk mengembangkan sistem *voucher hotspot* yang memungkinkan pengisian saldo melalui halaman *login*. Ini dimaksudkan untuk memudahkan akses *Wi-fi*, memantau durasi penggunaan oleh pengunjung, dan mengontrol penggunaan *Wi-fi* yang tidak perlu. Penelitian ini menggunakan *metode prepare, plan, design, implementation, oprate, and optimize*. Temuan menunjukkan bahwa *voucher* yang dibatasi oleh waktu dan jumlah pengguna tidak memungkinkan *login* ketika sedang digunakan orang lain, dan *voucher* yang habis waktunya dapat diisi ulang, tetapi pengisian ulang hanya boleh dilakukan sekali sehari oleh konsumen.

Penelitian berikutnya [12] mengembangkan jaringan RT/RW-Net untuk akses internet. Implementasi jaringan ini menggunakan metode manajemen pengguna dan *bandwidth*, yang memungkinkan administrator untuk memantau pengguna yang sedang online serta penggunaan *bandwidth* secara efektif. Dengan menggunakan *router Mikrotik, access point*, dan antena omnidirectional, sistem ini memungkinkan pengelolaan pengguna dan *bandwidth* secara efisien. Dalam pengujian, jarak maksimal sinyal di wilayah timur dan selatan terbatas pada 100 meter karena redaman tinggi, sedangkan di wilayah barat dan utara mencapai 300 meter dengan RSSI -65 dBm. Sistem ini juga memberikan informasi kuota dan masa aktif melalui situs web, dan dengan integrasi manajemen *bandwidth* dan pengguna, dapat disesuaikan untuk memenuhi preferensi pelanggan.

Selanjutnya penelitian [6] menggunakan perangkat *Access point* untuk menghubungkan pengguna ke internet dalam jaringan *Hotspot*. Instalasi jaringan *Hotspot* dilakukan menggunakan Perangkat *Mikrotik Routerboard 750G* dengan *Mikrotik RouterOS v5.20*. Akses ke perangkat *Mikrotik* diakses melalui aplikasi *Winbox*, sedangkan akses ke *User Manager* dilakukan melalui *browser*. Pengumpulan data adalah metode yang digunakan, yang melibatkan studi pustaka terlebih dahulu untuk mencari data, artikel, dan informasi terkait dengan judul penelitian. Selanjutnya, dilakukan wawancara dengan calon pengguna yang

berkepentingan dan observasi untuk menentukan lokasi pemasangan jaringan *wireless* atau *Hotspot*. Hasil akhir penelitian ini adalah usaha untuk mengatur lalu lintas jaringan untuk mencapai penggunaan *bandwidth* yang optimal dan mempertahankan kinerja jaringan. Tujuannya adalah memberikan pengalaman *browsing* yang cepat, stabil, dan adil bagi pengguna yang menggunakan jaringan secara bersamaan. Dengan fitur manajemen *bandwidth*, penyedia layanan *hotspot* dapat mengoptimalkan penggunaan internet secara efektif di setiap lokasi.

Berikutnya yaitu penelitian [8] memfokuskan pada perbandingan antara *simple queue* dan *Queue Tree* dalam manajemen *bandwidth*. Studi ini dilakukan di BPJS Ketenagakerjaan Kota Bogor untuk meningkatkan efisiensi *bandwidth*. Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah *Queue Tree* dengan penerapan *Per Connection Queue* (PCQ). *Queue Tree* adalah metode yang lebih rumit, memanfaatkan *mangle* di *firewall* untuk menandai dan membatasi paket data.

PCQ adalah salah satu teknik pengelolaan *bandwidth* yang menggunakan algoritma untuk membagi *bandwidth* secara adil di antara sejumlah klien yang aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelola penggunaan *bandwidth* di Kantor BPJS agar cocok dengan kebutuhan *user* dari berbagai departemen kantor BPJS. Studi ini juga bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pegawai dengan mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* sesuai dengan profil pengguna dan kebutuhan spesifik departemen masing-masing. Hasilnya diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keadilan penggunaan *bandwidth* di kantor BPJS Ketenagakerjaan, serta mendukung pegawai dalam menjalankan tugas mereka sesuai dengan bidang dan kebutuhan masing-masing [8].

Pada penelitian selanjutnya [1] berfokus pada pemasangan *Hotspot wi-fi* di MTsN 1 Sumbawa Besar untuk meminimalisir masalah jaringan. Penelitian ini menggunakan peralatan seperti *Router Mikrotik* dan *Windows Server 2007*, serta mengikuti metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) yang meliputi analisis, desain, simulasi, dan implementasi. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Hasilnya, *Hotspot* berhasil diimplementasikan di seluruh area sekolah, memungkinkan akses internet yang stabil di MTsN 1 Sumbawa Besar.

Pada penelitian berikutnya [4] berfokus pada pengembangan sistem *Hotspot* RT/RW Net menggunakan *Mikrotik RouterOS* untuk manajemen *billing*. Delta Net, yang sebelumnya adalah warung internet kabel, bertransformasi dengan sistem *Hotspot* ini, memungkinkan pengguna mengakses internet dari rumah, meningkatkan daya saing Delta Net. Penelitian ini menggunakan Metode *Research and Development* (R&D) dengan *prototyping*, melibatkan identifikasi kebutuhan, pembuatan prototipe, pengujian, dan validasi oleh pengguna. Tujuannya adalah inovasi dalam layanan warnet dan kenyamanan akses internet bagi pelanggan. Hasilnya, sistem *Hotspot* RT/RW Net memudahkan akses internet tanpa perlu ke Delta Net, meskipun cakupannya terbatas antara 20-150 meter, dengan penurunan kecepatan pada jarak maksimal karena atenuasi sinyal.

Penelitian selanjutnya [10] kali ini menjadi *review* penelitian terakhir. Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah penggunaan internet yang berlebihan dan tidak terkontrol, serta penggunaan internet rumah oleh beberapa individu untuk kegiatan seperti bermain *game* atau mengunduh *file* besar, yang mengakibatkan sebagian besar *bandwidth* terfokus pada aktivitas tersebut. Dampaknya adalah penurunan kecepatan dan ketidakstabilan jaringan internet bagi pengguna lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas dan stabilitas penggunaan internet dengan mengatur waktu penggunaan dan memastikan pembagian *bandwidth* yang adil di antara semua pengguna. Data dikumpulkan melalui observasi. Penelitian ini menerapkan Metode Terapan dengan tujuan menciptakan inovasi dan kemajuan dalam sains dan teknologi untuk menyelesaikan masalah aktual. Temuan dari penelitian ini termasuk penerapan sistem pembatasan dalam manajemen jaringan internet rumah, yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan dalam penggunaan internet domestik. Sistem ini memiliki fitur manajemen *Hotspot* yang memungkinkan distribusi *bandwidth* yang adil dan mengontrol durasi penggunaan internet. Untuk implementasinya, peneliti memasang satu modem ISP, satu *Routerboard Mikrotik* untuk manajemen jaringan dan *Hotspot*, serta satu *access point* untuk menyediakan konektivitas jaringan melalui LAN kabel dan WLAN.

Tabel 2.1 Hasil Penelitian yang relevan

No	Nama Penulis	Judul	Metode	Skenario/ Alat	Hasil
1	Ulfa Azizah, Iona Veritawati (2021)	Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Dengan PCQ (Per Connection Queue)	Queue Tree, Per Connection Queue (PCQ)	<i>Config</i> dengan <i>Mikrotik</i> dan laptop	Berhasil mengoptimalkan bandwidth secara merata untuk meningkatkan kinerja para pegawai dan sesuai dengan kebutuhan <i>user</i> saat menggunakan internet di Kantor BPJS Ketenagakerjaan Kota Bogor.
2	Bambang Kelana Simpony (2021)	Simple Queue Untuk Manajemen <i>User</i> dan Bandwidth (2021)	Simple Queue, Network Development Life Cycle (NDLC)	<i>Config</i> dengan router <i>Mikrotik</i> , dan laptop,	Mengkonfigurasi hotspot dengan login page dan menerapkan manajemen bandwidth <i>user</i> dihotel Ramayana Tasikmalaya. Setiap client mendapatkan alokasi IP address dan bandwidth yang stabil.
3	Anni Zulfia (2019)	Implementasi Jaringan Hotspot Dengan Menggunakan Metode Queue Tree Sebagai Penunjang Pembelajaran Di Smkn 2 Banda Aceh (2019)	Queue Tree, Research and Development (R&D) untuk menyempurnakan	<i>Config</i> dengan <i>Mikrotik</i> , dan laptop	Berhasil menerapkan jaringan hotspot di SMKN 2 Banda Aceh dan Pemblokiran situs yang tidak berhubungan dengan Pendidikan agar terfokus dalam pembelajaran dan menghemat penggunaan bandwidth yang disediakan.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer merujuk pada interkoneksi antara beragam perangkat komunikasi, termasuk komputer desktop, laptop, ponsel, dan tablet, bersama dengan perangkat pendukung seperti *router*, *switch*, modem, hub, dan *access point*. Esensinya, jaringan komputer terdiri dari setidaknya dua perangkat yang saling terhubung untuk berkomunikasi [5].

Menurut sumber lain, jaringan komputer didefinisikan sebagai hubungan antara dua komputer yang terjadi saat keduanya terhubung secara langsung, baik

melalui kabel maupun tanpa kabel, dan memfasilitasi pertukaran data serta berbagi sumber daya. Dalam jenis interkoneksi ini, kedua komputer dapat berinteraksi dengan menukar informasi, menggunakan sumber daya bersama seperti pencetak, berbagi penyimpanan seperti *hard disk*, *flash disk*, dan lainnya [6].

2.2.2 Jenis Jenis Jaringan Komputer

2.2.2.1 Personal Area Network (PAN)

Personal Area Network (PAN) adalah jaringan pribadi yang digunakan untuk komunikasi atau pertukaran data dalam jarak dekat. Jaringan ini umumnya beroperasi dalam rentang 4 hingga 6 meter. Contoh penggunaan PAN meliputi menghubungkan perangkat seperti ponsel ke laptop/komputer melalui kabel, memanfaatkan teknologi *bluetooth* untuk menghubungkan *speaker*, mencetak dokumen dengan menggunakan jaringan *printer*, dan mengontrol perangkat dengan remot menggunakan media inframerah [3].

2.2.2.2 Local Area Network (LAN)

Local Area Network (LAN) adalah jaringan komputer yang terbatas pada area kecil seperti gedung atau kampus, biasanya dengan jangkauan beberapa kilometer. Jaringan ini umumnya digunakan untuk menghubungkan komputer pribadi dan stasiun kerja dalam suatu perusahaan atau pabrik, memungkinkan berbagi fasilitas seperti akses internet dan *printer*, serta pertukaran data antar perangkat [13].

2.2.2.3 Metropolitan Area Network (MAN)

Metropolitan Area Network (MAN) dapat dianggap sebagai versi yang diperluas dari LAN, sering menggunakan teknologi yang sama untuk menghubungkan berbagai perangkat dalam jaringan. Jaringan ini dapat mencakup area yang lebih luas, seperti beberapa gedung perusahaan yang berdekatan atau bahkan seluruh kota, dan digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan pribadi atau publik. MAN juga mendukung transfer data, suara, dan video, bahkan bisa diintegrasikan dengan jaringan televisi kabel dan jaringan telekomunikasi untuk memberikan layanan yang lebih luas dan beragam kepada pengguna [13].

2.2.2.4 Wide Area Network (WAN)

Wide Area Network (WAN) yaitu jaringan yang menghubungkan kantor dari berbagai kota atau pulau, pusat data, dan penyimpanan awan. Jangkauan WAN melingkup wilayah geografis yang luas, sering kali sampai satu negara atau bahkan benua [13].

2.2.3 Topologi Jaringan

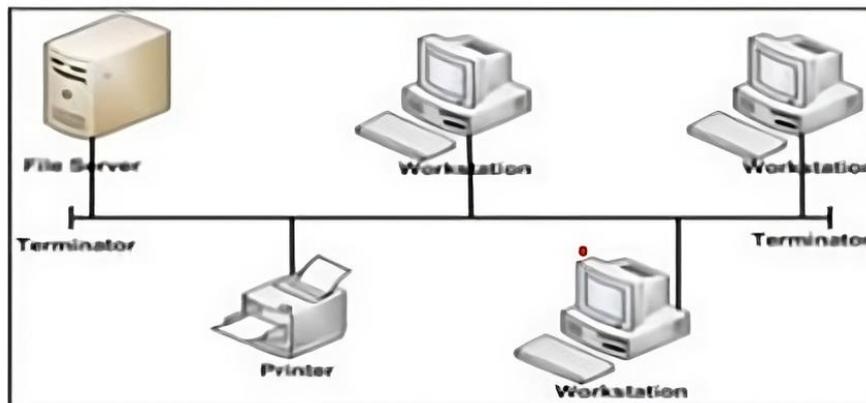
Topologi yaitu metode yang dipakai untuk menghubungkan komputer dalam sebuah jaringan. Metode ini bisa melibatkan penggunaan kabel atau sistem nirkabel. *Topologi* jaringan mencakup desain fisik dan logika dari jaringan tersebut. Ada berbagai macam *topologi* yang dipilih berdasarkan ukuran jaringan, tujuan penggunaan, biaya, dan pengguna. Jenis-jenis *topologi* ini termasuk *topologi ring*, bus, *star*, *mesh*, dan *tree*. Masing-masing *topologi* ini memiliki keunggulan dan kelemahan yang harus dipertimbangkan sesuai dengan kebutuhan penggunaan. Contoh dari topologi sederhana dapat dilihat pada gambar 2.1 [3].



Gambar 2.1 Topologi Jaringan Hotspot [6]

2.2.3.1 Topologi Bus

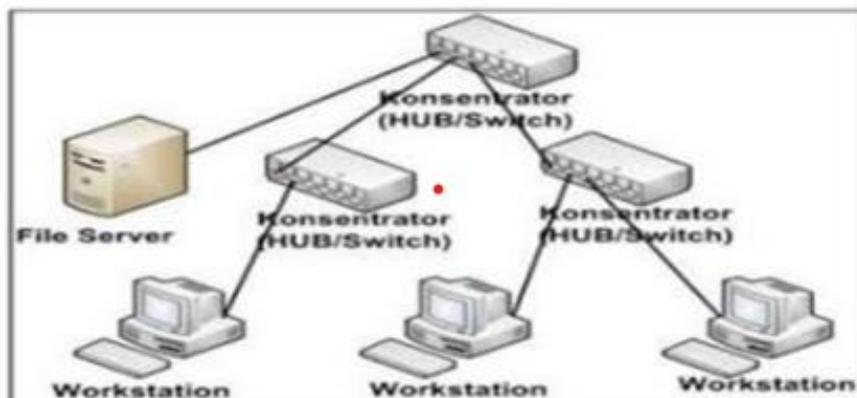
Dalam *topologi bus* setiap perangkat disambungkan menggunakan satu jalur kabel utama. Ujung-ujung kabel ini bebas dan tidak saling terhubung, namun terpasang pada terminal perangkat. Informasi yang dikirim melalui kabel ini akan diterima oleh perangkat yang memiliki alamat yang sesuai. Sebaliknya, jika alamat tidak sesuai, informasi akan dihiraukan oleh perangkat tersebut. Untuk contoh penerapan dari topologi bus dapat dilihat pada gambar 2.2 [3].



Gambar 2.2 Topologi Bus [3]

2.2.3.2 Topologi Tree

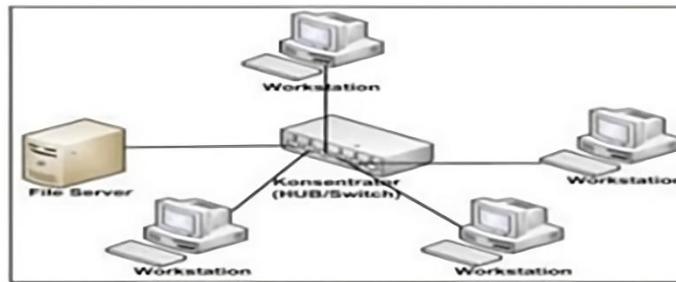
Topologi tree adalah pengembangan dari *topologi Bus* yang menggunakan media transmisi berupa kabel yang bercabang tanpa membentuk *loop* tertutup. *Topologi tree* selalu dimulai dari satu atau beberapa titik awal yang disebut *head end*, dan contoh penerapan dari topologi tree dapat dilihat pada gambar 2.3 [3].



Gambar 2.3 Topologi Tree [3]

2.2.3.3 Topologi Star

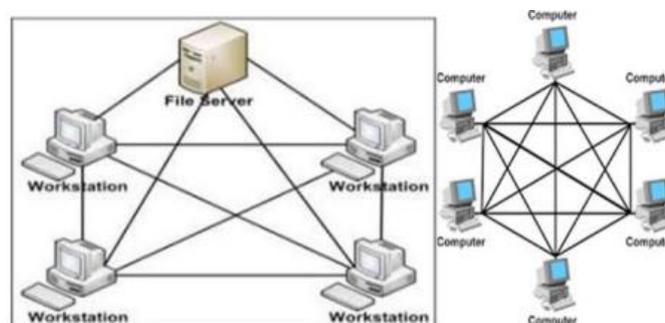
Topologi star adalah jenis topologi jaringan yang melibatkan adanya suatu perangkat pusat yang mengatur koneksi ke data secara efisien. Terdapat unsur kontrol yang sangat penting terkait dengan operasional data, yang biasa disebut administrator atau server sehingga data dikendalikan oleh perangkat tersebut sebelum diteruskan ke alamat tujuan, guna untuk memastikan keamanan dan kelancaran komunikasi antar perangkat dalam jaringan [3].



Gambar 2.4 Topologi Star [3]

2.2.3.4 Topologi Mesh

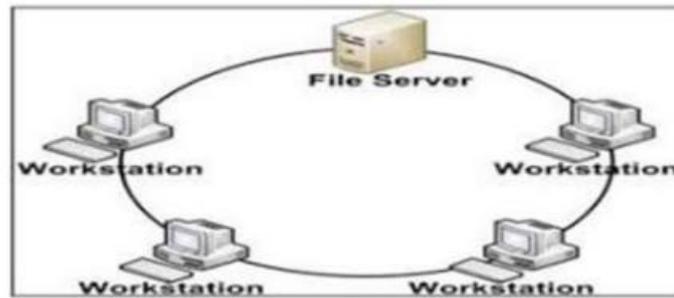
Topologi mesh merupakan tata letak jaringan yang kompleks di mana setiap komputer terhubung langsung ke setiap komputer lain, berperan sebagai *node* sentral dalam struktur jaringan. Dalam jaringan *mesh* ini, total koneksi yang dibutuhkan adalah satu kurang dari jumlah komputer (yaitu $n-1$, dengan n adalah jumlah komputer), yang berarti setiap komputer dihubungkan melalui enam kabel unik ke enam komputer lainnya, sehingga memungkinkan komunikasi yang sangat efektif. Agar lebih dapat dipahami dapat dilihat pada gambar 2.5 [3].



Gambar 2.5 Topologi Mesh [3]

2.2.3.5 Topologi Ring

Topologi ring adalah jenis *topologi* jaringan di mana setiap perangkat terhubung membentuk lingkaran yang tertutup. Setiap perangkat dalam jaringan ini akan memeriksa alamat informasi yang diterima dengan seksama, dan jika alamat tersebut cocok, maka informasi tersebut akan diproses lebih lanjut. Namun, apabila alamat yang diterima tidak sesuai, maka informasi tersebut akan diabaikan dan tidak diteruskan, fungsi ini sangat berguna untuk menjaga efisiensi serta integritas data dalam jaringan, sehingga komunikasi dapat berlangsung dengan lancar dan teratur. Contoh penerapan dari topologi ring terdapat pada gambar 2.6 [3].



Gambar 2.6 Topologi Ring [3]

2.2.4 Wireless Fidelity (Wi-fi)

Wireless Fidelity (Wi-Fi) adalah teknologi yang memfasilitasi komunikasi data tanpa kabel dengan kecepatan yang cepat. Teknologi ini beroperasi menggunakan gelombang radio pada frekuensi khusus untuk mengirimkan data. *Wi-fi* tidak hanya terbatas pada penggunaan internet, teknologi ini juga bisa digunakan untuk membuat jaringan nirkabel di lingkungan bisnis atau warnet, yang dikenal sebagai *Local Area Network (LAN)*. LAN memungkinkan interaksi antar komputer yang berada di lokasi yang berbeda. Untuk terhubung ke internet melalui *Wi-fi*, diperlukan sebuah *hotspot*, yang merupakan titik akses yang menghubungkan pengguna ke jaringan internet utama. *Hotspot* ini seringkali dijaga dengan *password* untuk mengatur akses, tetapi ada pula *hotspot* yang terbuka dan bisa digunakan oleh publik tanpa perlindungan *password* [9].

2.2.5 Hotspot

Hotspot adalah sistem yang menyediakan autentikasi bagi pengguna yang ingin terhubung ke jaringan. Pengguna wajib memasukkan *username* dan *password* pada halaman *login* untuk mengakses jaringan. *Hotspot* juga bisa diakses lewat jaringan LAN dengan konfigurasi nama pengguna dan kata sandi. Fitur ini memungkinkan pembatasan durasi dan kuota penggunaan, yang sangat bermanfaat untuk *hotspot* publik di hotel, kafe, dan restoran [11]. Pengguna yang ingin menggunakan layanan *hotspot* harus memiliki akun yang telah didaftarkan oleh administrator *hotspot*. Setelah terkoneksi ke titik akses *hotspot*, tidak diperlukan autentikasi lagi. Saat pengguna meminta akses ke domain web, halaman autentikasi akan muncul secara otomatis untuk meminta pengguna memasukkan nama pengguna dan kata sandi mereka [7].

2.2.6 Mikrotik

Mikrotik yang berawal dari perusahaan kecil, kini telah tumbuh menjadi perusahaan besar dengan markas di Riga, Latvia, Eropa. Didirikan pada 1995 oleh John Trully dan Arnis Riekstins, *Mikrotik* saat ini terkenal sebagai pembuat *router* yang handal, walaupun banyak yang tidak menyadari bahwa *Mikrotik* adalah nama perusahaan itu sendiri [5].

Produk andalan *Mikrotik* adalah *RouterOS*, sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk mengatur jaringan komputer berbagai ukuran. Fitur menonjol dari *router Mikrotik* adalah fungsinya sebagai *gateway hotspot captive*, yang mengarahkan pengguna ke situs web tertentu. Selain itu, *router Mikrotik* menawarkan fitur lain dengan harga yang kompetitif [15].

Mikrotik dibuat untuk memudahkan pengguna dengan aplikasi *windows* bernama *Winbox*. Fitur-fiturnya termasuk *firewall*, NAT, *routing*, *Hotspot*, server DNS, server DHCP, manajemen *bandwidth*, *web proxy*, serta kemampuan untuk menyaring dan memblokir akses internet. *Mikrotik* juga digunakan untuk mengelola *bandwidth* dan sebagai alat manajemen akses dengan berbagai fungsi seperti *Wi-fi*, VPN, dan lainnya [19].

Secara umum, terdapat dua jenis *Mikrotik* yang populer saat ini:

1. *Mikrotik RouterOS*, versi perangkat lunak yang mengubah PC menjadi *router* yang kuat. Dapat diinstal melalui CD dan diunduh dari situs resmi *Mikrotik* sebagai versi *trial* 24 jam, memerlukan pembelian lisensi untuk penggunaan penuh [11].
2. *Routerboard Mikrotik*, adalah perangkat keras khusus dengan *RouterOS* terinstal. Konfigurasi dilakukan via *Winbox*, dan lisensi sudah termasuk, sehingga siap pakai tanpa instalasi OS tambahan. *Routerboard* ini cocok untuk penggunaan indoor atau outdoor [11].

2.2.7 Frekuensi Kerja Mikrotik

Mikrotik RouterOS mendukung berbagai frekuensi kerja tergantung pada perangkat keras (*hardware*) yang digunakan. Frekuensi kerja yang tersedia dalam *Mikrotik RouterOS* meliputi:

1. 2.4 GHz, ini adalah frekuensi yang umum digunakan untuk jaringan *Wi-fi*. *Mikrotik RouterOS* mendukung mode 2.4 GHz dengan standar seperti 802.11b/g/n.
2. 5 GHz, frekuensi 5 GHz digunakan untuk jaringan *Wi-fi* dengan kecepatan yang lebih tinggi dan kurang terpengaruh oleh interferensi. *Mikrotik RouterOS* mendukung mode 5 GHz dengan standar seperti 802.11a/n/ac.
3. 900 MHz, beberapa perangkat *Mikrotik* juga mendukung frekuensi 900 MHz, yang dapat berguna dalam lingkungan dengan hambatan yang tinggi atau jarak yang lebih jauh [7].

2.2.7 *Winbox*

Winbox adalah utilitas perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol server *Mikrotik* menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) di windows. Para teknisi sering memilih *Winbox* untuk mengatur *Mikrotik OS* atau *Routerboard Mikrotik* karena lebih mudah daripada menggunakan *Command Line Interface* (CLI) [18].

2.2.8 *Bandwidth*

Bandwidth merujuk pada kapasitas maksimum transfer data dari satu titik ke titik lain dalam jaringan dalam waktu yang ditentukan, biasanya per detik. *Bandwidth* sering dijadikan tolok ukur untuk menentukan seberapa banyak data yang bisa mengalir melalui koneksi, baik itu analog atau digital [15].

Pengukuran *bandwidth* biasanya dilakukan dalam satuan bps (bit per detik), namun kadang-kadang juga diungkapkan dalam Bps (byte per detik). Koneksi yang memiliki *bandwidth* lebar atau tinggi biasanya dapat mendukung pengiriman jumlah data yang lebih besar, yang penting untuk tugas-tugas seperti mengirim gambar berkualitas tinggi dalam video [13]. Untuk menghitung *bandwidth*, kita menggunakan rumus total data yang ditransfer (dalam byte) dibagi dengan waktu total yang diperlukan untuk transfer tersebut. Ini memberikan kita ukuran efisiensi koneksi dalam mentransfer data. Dapat dilihat pada persamaan 2.1 [19].

$$\text{Bandwidth} = \frac{\text{jumlah data}}{\text{waktu}} \quad (2.1)$$

2.2.9 Manajemen *Bandwidth*

Manajemen memiliki arti untuk mengendalikan atau memimpin sesuatu. Di sisi lain, *bandwidth* adalah ukuran lebar jalur yang tersedia untuk transmisi data dalam jaringan komputer, yang dihitung dalam satuan bit perdetik. Dengan demikian, manajemen *bandwidth* adalah proses pengaturan dan pengelolaan data yang bergerak melalui jaringan komputer yang terkoneksi internet, dengan tujuan untuk memanfaatkan kapasitas yang ada secara maksimal. Hal ini dilakukan untuk mendistribusikan *bandwidth* dengan adil dan memastikan bahwa kualitas jaringan tetap optimal. [14].

Dalam referensi lain, *bandwidth* manajemen juga dapat disebut sebagai cara untuk mengendalikan jalur data dalam jaringan guna mengontrol penggunaan *bandwidth* agar lebih optimal. Manajemen *bandwidth* memiliki kemampuan untuk mengendalikan jalur data yang ditempatkan dalam jaringan atau membatasi rata-rata kecepatan tertinggi yang akan dikirim melalui perangkat *Mikrotik*. Dalam konteks ini, pemantauan dan pengaturan jalur data dengan menerapkan manajemen *bandwidth* menjadi hal yang penting [7].

2.2.10 Router

Router merupakan sebuah perangkat keras yang memproses data dalam jaringan, berfungsi sebagai pengirim paket data. Peran utamanya adalah untuk menganalisis sumber dan tujuan paket data, serta menentukan rute terbaik agar paket tersebut sampai ke tujuan dengan efektif. *Router* bertindak sebagai penghubung antar-jaringan, memfasilitasi aliran data dari satu jaringan ke jaringan lain. [5].

Dalam menjalankan fungsinya, *router* menggunakan tabel *routing* yang ada di memori untuk membuat keputusan pengiriman paket data ke alamat yang benar. *Router* dirancang khusus untuk mengatur koneksi dan memastikan komunikasi yang lancar antara jaringan yang berbeda [7].

2.2.11 User Manager

User Manager pada *Mikrotik* memiliki fitur AAA sebagai server yaitu (*Authentication, Authorization, dan Accounting*). *User Manager* dapat

memudahkan pengguna dalam mengatur layanan internet secara massal seperti pada *Hotspot* di kedai, restoran, bandara, kampus, perkantoran, dan sebagainya. *User Manager* memiliki beberapa karakteristik yang meliputi kemampuan untuk menambahkan, mengubah, dan menghapus pengguna, memberikan kredit kepada pengguna, mengubah informasi pelanggan, serta melihat laporan dari setiap Pengguna [6]. *User Manager* memiliki database yang dapat digunakan untuk mengautentikasi klien atau melakukan verifikasi pengguna yang *login* ke jaringan, dan menerapkan kebijakan terhadap pengguna sesuai dengan prinsip AAA. Contohnya *User Manager* dapat membatasi kecepatan transfer data dan kuota yang diberlakukan pada setiap klien secara individu [3].

2.2.12 Simple Queue

Simple Queue adalah salah satu fitur yang sangat berguna di *Mikrotik* untuk melakukan manajemen *bandwidth* dalam skenario jaringan yang sederhana dan efisien. Fitur ini memungkinkan administrator untuk dengan mudah membatasi *bandwidth* berdasarkan *data rate*, serta secara efektif mengatur pemakaian *bandwidth* untuk *upload* dan *download* setiap pengguna. Metode dalam *simple queue* ini difilter berdasarkan jenis user profiles yang akan menggunakan layanan internet, sehingga memungkinkan penyesuaian yang lebih tepat sesuai dengan kebutuhan masing-masing pengguna [16].

2.2.13 RADIUS

Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS) merupakan sistem dan protokol yang dirancang untuk memastikan keamanan dan mengelola akses pengguna dalam sebuah jaringan komputer. Protokol ini berfokus pada proses AAA (*Authentication, Authorization, and Accounting*) untuk mengatur pertukaran informasi yang aman antara klien dan berbagai domain dalam jaringan [11].

Dalam referensi lain, RADIUS melakukan verifikasi identitas pengguna dengan metode tanya jawab yang dikenal sebagai *challenge-response*. Server RADIUS bertanggung jawab atas prosedur keamanan dengan memeriksa otorisasi dan autentikasi koneksi dari sisi pengguna. Saat pengguna mencoba terhubung ke jaringan, server RADIUS akan meminta identifikasi pengguna dan

memverifikasinya dengan database yang ada untuk menentukan apakah pengguna tersebut memiliki hak akses ke layanan jaringan. [6].

RADIUS dikembangkan oleh Livingstone Enterprise, yang sekarang menjadi bagian dari Lucent Technologies, pada pertengahan tahun 1990-an. Meskipun awalnya menggunakan *port* 1645, konflik dengan layanan *datametrics* menyebabkan perubahan ke *port* 1812. Standar untuk RADIUS ditetapkan dalam *Request For Command* (RFC) 2138 [11].

RADIUS memiliki tiga fungsi utama yang meliputi autentikasi, otorisasi, dan akuntansi, yang memungkinkan data pengguna jaringan tercatat dalam server Radius. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai setiap fungsi tersebut:

1. *Authentication*, RADIUS digunakan untuk mengautentikasi pengguna atau perangkat sebelum memberikan akses ke jaringan. Hal ini memastikan bahwa hanya pengguna yang sah yang dapat terhubung ke jaringan tersebut. Proses autentikasi melibatkan verifikasi identitas pengguna dengan menggunakan metode seperti *username* dan *password*, sertifikat digital, atau metode autentikasi lainnya.
2. *Athorization*, RADIUS digunakan untuk mengotorisasi pengguna atau perangkat untuk mengakses layanan jaringan tertentu. Setelah pengguna berhasil terautentikasi, RADIUS menentukan izin akses yang diberikan kepada pengguna tersebut. Hal ini melibatkan pengecekan hak akses, batasan transfer data, dan aturan-aturan lain yang telah ditetapkan.
3. *Accounting*, RADIUS juga berfungsi dalam akuntansi penggunaan layanan jaringan. Data akuntansi mencakup informasi tentang penggunaan layanan, seperti durasi koneksi, volume data yang dikonsumsi, dan informasi lainnya yang relevan. Fungsi akuntansi ini membantu dalam pemantauan dan perhitungan penggunaan layanan, serta dapat digunakan untuk tujuan audit dan penagihan [11].

2.2.14 Quality Of Service (QoS)

Quality of service (QoS) merupakan parameter yang digunakan untuk menilai performa jaringan. Fungsinya adalah untuk menetapkan karakteristik dan kualitas layanan jaringan. QoS berkaitan dengan kapasitas jaringan dalam

memberikan prioritas layanan yang lebih tinggi untuk jenis lalu lintas tertentu dengan memanfaatkan berbagai teknologi. Hal ini memungkinkan penentuan atribut layanan jaringan baik secara kualitatif maupun kuantitatif [19]. Nilai parameter QoS berdasarkan standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) dapat dijelaskan sebagai berikut [21].

2.2.7.1 Throughput

Throughput merupakan laju transfer data yang efektif, dihitung dalam satuan bps (bit perdetik). *Throughput* didefinisikan sebagai jumlah paket data yang berhasil sampai ke tujuan dalam suatu periode waktu tertentu, dibagi dengan panjang periode tersebut. Tabel 2.3 menampilkan klasifikasi dari *throughput* [7].

Tabel 2.2 Kategori *Throughput* [7]

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

Persamaan perhitungan *throughput*:

$$Throughput = \frac{\text{jumlah paket data terkirim}}{\text{lama waktu pengiriman data}} \quad (2.2)$$

2.2.7.2 Packet loss

Packet Loss merujuk pada jumlah paket data yang tidak berhasil mencapai tujuan akibat tabrakan atau kepadatan lalu lintas dalam jaringan [7].

Tabel 2.3 Kategori *Packet Loss* [7]

Kategori	<i>Packet loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0-2	4
Bagus	3-14	3
Sedang	15-24	2
Jelek	>25	1

Persamaan perhitungan *packet loss*:

$$packet\ loss = \frac{paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima}{paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\% \quad (2.3)$$

2.2.7.3 Delay

Delay atau *Latency* adalah durasi yang diperlukan oleh data untuk berpindah dari sumber ke tujuan, yang bisa dipengaruhi oleh kepadatan jaringan, jarak, jenis media transmisi, atau proses yang memakan waktu dalam pengolahan dan pengiriman data [7].

Tabel 2.4 Kategori Delay [7]

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

Persamaan perhitungan *delay*:

$$delay = \frac{total\ delay}{total\ paket\ diterima} \quad (2.4)$$

2.2.7.4 Jitter

Jitter merupakan variasi dalam waktu antrean, pemrosesan data, dan reassembling paket pada akhir transmisi, seringkali terkait dengan *delay* dan dikenal sebagai variasi dalam latensi [7].

Tabel 2.5 Kategori Jitter [7]

Kategori	Besar <i>jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	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

Persamaan perhitungan *jitter*:

$$\text{Total variasi } delay = delay \text{ jitter} - (\text{rata-rata } delay) \quad (2.4)$$

$$jitter = \frac{\text{total variasi } delay}{\text{total paket diterima}} \quad (2.5)$$

2.2.15 Standar TIPHON

TIPHON merupakan singkatan dari *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* adalah salah satu organisasi yang dibentuk oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI). Bertujuan untuk mendukung aspek multimedia dan pasar komunikasi antara pengguna jaringan *circuit switched* dan pengguna jaringan berbasis IP. Tujuan dari TIPHON adalah untuk mendukung pasar untuk komunikasi suara dan terkait *voice-band-communication* (fax), dan memastikan bahwa internet dengan pengguna dapat berkomunikasi. Pada tahun 1999 ETSI mengelompokkan empat tingkatan dalam QoS yang digunakan sebagai acuan dalam sistem TIPHON. Empat tingkatan dalam QoS tersebut adalah sebagai berikut [21]:

1. *Best* (Optimal), merupakan jenis layanan yang memiliki potensi untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik. Tingkatan ini diterapkan pada QoS jaringan IP dalam lingkup LAN.
2. *High* (Kualitas Tinggi), adalah jenis layanan yang berpotensi memberikan layanan pengguna dengan kondisi radio yang baik. Tingkatan ini diterapkan dalam merekayasa QoS jaringan IP saat mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*.
3. *Medium*, merupakan jenis layanan IP yang memiliki potensi untuk memberikan pengalaman pengguna yang mirip dengan layanan telepon seluler.
4. *Best Effort* (Upaya terbaik), adalah jenis layanan yang menyediakan komunikasi dengan tanpa adanya gangguan kualitas dan penundaan [21].

2.2.16 Web Filter

Web filter adalah salah satu fitur *Mikrotik* untuk membatasi, menyaring, atau memblokir akses pengguna dalam suatu situs web tertentu. Fungsi dari web filter ini bekerja dengan cara memblokir akses ke situs web yang dilarang. *Mikrotik*

mempunyai fitur ini dengan berbagai metode atau teknik. Beberapa fitur yang digunakan untuk memblokir situs web pada *Mikrotik* termasuk static DNS, web *proxy*, konten filter, dan pemblokiran berdasarkan alamat IP/*port* tujuan. Sistem pengendalian web filter ini akan menentukan situs web mana yang tidak diizinkan untuk diakses dan mana yang tetap dapat diakses [17].

2.2.17 NAT

Network Address Translation (NAT) adalah fungsi dalam *router* yang mengubah alamat IP dan terkadang nomor *port* dari datagram IP untuk memungkinkan komunikasi antara host di jaringan pribadi dan internet. NAT diterapkan di *router* yang menghubungkan jaringan pribadi ke internet publik, mengganti alamat IP dan *port* paket IP dengan yang sesuai di sisi lain koneksi. Ada dua jenis NAT, Static yang memetakan alamat lokal ke alamat global secara satu-ke-satu, dan Dynamic yang menggunakan kumpulan alamat global untuk koneksi internet [13].

Dalam konteks lain, NAT memungkinkan banyak komputer dalam jaringan untuk menggunakan satu alamat IP saat online, membuatnya lebih sulit untuk dilacak. Ini bekerja dengan menerjemahkan alamat IP lokal ke alamat IP publik. Fitur ini juga terdapat pada *Mikrotik Routerboard*, memungkinkan pengguna dengan alamat IP pribadi untuk mengakses internet. Internet kemudian mengenali permintaan data sebagai berasal dari *Mikrotik* dengan alamat IP publik, yang kemudian meneruskan permintaan ke klien yang memintanya [17].

2.2.18 Voucher

Voucher merupakan sebuah kartu yang mengandung data *login* seperti *username*, *password*, dan pengaturan jaringan. *Voucher* ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengakses internet sesuai dengan durasi akses yang telah diatur di *Mikrotik Routerboard*. Sistem *voucher* ini lebih praktis dibandingkan metode *login* biasa, sebab hanya pengguna yang memiliki kredensial yang sah yang diperbolehkan untuk mengakses internet [5].

2.2.19 Sistem Kuota

Sistem kuota merupakan metode yang dirancang untuk menetapkan batasan penggunaan yang telah ditentukan. Fungsi utamanya adalah untuk mengendalikan volume ekspor dan impor. Dalam ranah internet, sistem ini bertujuan untuk membatasi jumlah data yang digunakan sesuai dengan kuota yang ditetapkan. Apabila penggunaan data melebihi kuota yang diberikan, maka kecepatan akses internet akan menurun drastis. *Mikrotik* berfungsi tidak hanya sebagai server *Hotspot* dengan fitur keamanan yang canggih untuk pengguna terdaftar, namun juga efektif dalam mengimplementasikan sistem kuota untuk penggunaanya [5].