

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandwidth merupakan kapasitas maksimum suatu jalur komunikasi untuk mentransmisikan data dari satu titik ke titik lainnya dalam jaringan pada periode waktu tertentu. Besaran ini diukur dalam satuan bit per detik (bps) dan menjadi indikator penting dalam menentukan kecepatan serta kualitas koneksi internet. Semakin besar bandwidth yang tersedia, semakin banyak data yang dapat dikirimkan secara bersamaan sehingga akses jaringan menjadi lebih cepat (Sugandi dkk., 2023). Dalam konteks jaringan komputer, manajemen bandwidth yang tepat sangat penting untuk memastikan setiap pengguna memperoleh layanan jaringan yang optimal.

Manajemen bandwidth adalah proses pengaturan dan pembagian kapasitas jaringan agar setiap pengguna mendapatkan porsi kecepatan internet yang adil. Menurut (Pratama dkk., 2022), tanpa adanya manajemen bandwidth, penggunaan jaringan cenderung tidak terkendali, di mana sebagian pengguna dapat menyerap kapasitas berlebihan sehingga mengganggu pengguna lain. Pengelolaan ini dapat dilakukan dengan berbagai teknik, mulai dari pembatasan kecepatan (*rate limit*), pengaturan antrian trafik (*queue*), penentuan prioritas layanan (*quality of service*), hingga segmentasi jaringan menggunakan metode tertentu.

Dalam penerapan manajemen bandwidth, salah satu metode yang sering digunakan adalah *Token Bucket*. Secara sederhana, metode ini bekerja dengan memberikan token sebagai izin untuk mengirim sejumlah data ke jaringan. Token

dihasilkan secara berkala sesuai dengan kapasitas yang telah ditentukan. Selama token tersedia, data dapat dikirim secara langsung, tetapi ketika token habis, pengguna harus menunggu hingga token berikutnya terbentuk. Mekanisme ini menjadikan *Token Bucket* fleksibel karena mampu menyesuaikan kebutuhan lalu lintas yang dinamis, menjaga penggunaan bandwidth tetap efisien, serta memberikan ruang bagi terjadinya lonjakan data (*burst traffic*) dalam batas tertentu. Sejalan dengan hal tersebut, (Sugandi dkk., 2023) menyatakan bahwa *Token Bucket* efektif digunakan dalam pendistribusian bandwidth secara dinamis untuk menjaga kualitas jaringan.

Hierarchical Token Bucket (HTB) merupakan metode pengaturan antrian data yang lebih terstruktur karena memungkinkan pembagian bandwidth dalam bentuk tingkatan atau hierarki. (Arrahman dkk., 2023) Metode ini mengatur pembagian bandwidth secara hirarki dengan membagi-bagi ke dalam kelas-kelas, yaitu *root*, *inner* dan *leaf* sehingga memungkinkan pengaturan bandwidth yang lebih tepat dan efisien. Dengan cara ini, pembagian bandwidth menjadi lebih adil dan terkendali karena setiap kelas trafik memiliki batas minimum dan maksimum yang jelas. Penelitian (Syahrani dkk., 2020) menunjukkan bahwa penerapan HTB pada jaringan MikroTik mampu meningkatkan parameter *Quality of Service* (QoS), ditunjukkan dengan *throughput* yang lebih stabil serta penurunan *delay* dan *jitter*, sehingga koneksi tetap terjaga meskipun jaringan dalam kondisi padat dengan banyaknya pengguna yang terhubung dalam jaringan.

Metode tersebut dapat diterapkan secara optimal menggunakan perangkat MikroTik RouterOS sebuah perangkat yang banyak digunakan pada jaringan skala kecil hingga menengah. Mikrotik merupakan perusahaan yang bergerak dalam

pengembangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk kebutuhan jaringan komputer (Arrahman., 2023). Produk utamanya yang paling dikenal adalah router serta sistem operasi berbasis jaringan yang disebut RouterOS. RouterOS menyediakan fitur pengelolaan jaringan yang fleksibel melalui Winbox dan *Command Line Interface* (Sugandi dkk., 2023). Fitur ini mempermudah administrator dalam melakukan pengaturan serta pemantauan kinerja jaringan. Keunggulan tersebut menjadikan MikroTik RouterOS relevan untuk digunakan di lingkungan pendidikan dengan jumlah pengguna yang besar. Menurut (Sugandi dkk., 2023), RouterOS mendukung penerapan metode manajemen bandwidth seperti *Token Bucket* maupun HTB secara efisien sehingga distribusi kapasitas jaringan dapat lebih merata. Hal ini menjadikan MikroTik RouterOS sangat relevan untuk diterapkan dalam upaya peningkatan kualitas layanan jaringan di lingkungan pendidikan.

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan mengelola berbagai parameter kinerja jaringan (Marvelino & Ginting 2025). Menurut (Pratama dkk., 2022) QoS juga dapat dipahami sebagai metode untuk mengukur sejauh mana kualitas suatu jaringan sekaligus sebagai upaya dalam mendefinisikan karakteristik serta sifat dari suatu layanan. QoS digunakan untuk menilai sejumlah atribut kinerja yang telah ditentukan dan berkaitan dengan layanan jaringan. Parameter utama QoS meliputi *throughput* (jumlah data yang berhasil dikirim dalam jangka waktu tertentu), *delay* (waktu tunda pengiriman data dari sumber ke tujuan), *jitter* (variasi *delay* antar paket data), dan *packet loss* (jumlah paket data yang hilang selama transmisi). Penerapan QoS yang tepat memungkinkan jaringan mengatur prioritas trafik serta

membagi bandwidth secara lebih efisien, juga memastikan kebutuhan pengguna terpenuhi dengan baik dan kinerja jaringan tetap stabil serta optimal.

Penggunaan internet yang sering terhambat oleh keterlambatan akses (*delay*) dan pembagian bandwidth yang tidak merata masih menjadi tantangan di banyak institusi pendidikan. (Arrahman dkk., 2023) dalam penelitiannya di SMKN 9 Padang menjelaskan bahwa keterbatasan pengaturan batas penggunaan jaringan internet membuat guru dan siswa mengalami hambatan dalam memanfaatkan internet secara efisien, contohnya koneksi lambat akibat banyaknya klien yang menggunakan jaringan secara bersamaan. Penelitian (Marvelino dan Ginting 2025) pada Universitas Bunda Mulia juga menunjukkan bahwa laboratorium jaringan tanpa manajemen bandwidth yang memadai cenderung mengalami kecepatan jaringan yang tidak stabil, *jitter* yang tinggi, dan *Quality of Service* (QoS) yang rendah.

Permasalahan serupa ditemukan dalam penelitian (Sugandi dkk., 2023) yang melaporkan bahwa di institusi pendidikan, mengalami trafik tinggi pada jam-jam sibuk dapat menyebabkan penurunan *throughput* dan peningkatan *delay* secara signifikan ketika tidak ada mekanisme pembagian bandwidth di tingkat pengguna. Hal serupa juga diungkapkan oleh (Arrahman dkk., 2023), di mana dominasi bandwidth oleh sebagian klien menyebabkan koneksi menjadi lambat bagi pengguna lain, sehingga berdampak pada menurunnya kualitas layanan jaringan. Temuan-temuan ini menunjukkan pentingnya penerapan metode manajemen bandwidth yang efektif untuk memastikan pembagian kapasitas internet secara merata dan menjaga stabilitas parameter QoS.

Permasalahan serupa dengan temuan pada penelitian sebelumnya juga terjadi di SMKN 1 Kwanyar, khususnya pada laboratorium komputer yang menjadi pusat kegiatan pembelajaran berbasis digital. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dilakukan pada tanggal 27 November 2025 dengan Bapak Ainul Yakin, S.Kom selaku Guru TKJ dan Ketua MGMP TKJ, diketahui bahwa laboratorium komputer telah memiliki akses internet menggunakan layanan ISP Alfabet sebesar 50 Mbps dengan infrastruktur jaringan yang terdiri atas 1 *Wireless Access Point*, 1 Modem, 2 Switch, serta 20 *PC Client* yang terhubung ke jaringan. Namun demikian, hingga saat ini belum diterapkan sistem manajemen bandwidth sehingga distribusi kapasitas internet belum merata di antara pengguna. Hasil *Cloudflare Speed Test* terhadap jaringan SMKN 1 Kwanyar menunjukkan nilai unduh sebesar 58,5 Mbps dan unggah sebesar 31,3 Mbps. Meskipun kecepatan tersebut terlihat memadai, kualitas koneksi mengalami penurunan yang ditunjukkan oleh tingginya nilai *latency* sebesar 22,6 ms, *jitter* sebesar 3,37 ms, serta *packet loss* mencapai 11,9% yang menunjukkan adanya kehilangan paket data dalam jumlah signifikan. Kondisi tersebut berdampak pada proses pembelajaran, di mana terjadi keterlambatan akses, ketidakstabilan koneksi, dan beberapa perangkat tidak dapat mengakses internet ketika seluruh klien aktif secara bersamaan. Selain itu, dominasi penggunaan bandwidth oleh perangkat tertentu masih kerap terjadi sehingga perangkat lain mengalami penurunan kecepatan bahkan kehilangan koneksi. SMKN 1 Kwanyar juga belum pernah menerapkan manajemen bandwidth pada jaringan sekolah, baik di laboratorium komputer maupun pada ruang lainnya, sehingga permasalahan pembagian bandwidth yang tidak seimbang masih terus berlangsung.

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan penelitian relevan sebelumnya, peneliti berinisiatif menerapkan manajemen bandwidth menggunakan metode *Token Bucket* berbasis MikroTik di laboratorium komputer SMKN 1 Kwanyar. Metode ini dipilih karena dinilai mampu mengatasi permasalahan utama yang terjadi, yakni ketidakteraturan distribusi bandwidth, dominasi penggunaan oleh sebagian klien, serta ketidakstabilan kualitas layanan jaringan. Melalui penerapan *Token Bucket*, alokasi bandwidth dapat diatur secara lebih adil, terukur, dan sesuai kebutuhan setiap perangkat. Untuk menilai efektivitas metode tersebut, pengujian akan dilakukan menggunakan empat parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Diharapkan, penerapan metode ini mampu menjadi solusi efektif dalam meningkatkan pemerataan bandwidth dan kualitas layanan jaringan di laboratorium komputer SMKN 1 Kwanyar. Atas dasar tersebut, penelitian ini diberi judul “Penerapan Manajemen Bandwidth Metode *Token Bucket* Berbasis MikroTik untuk Meningkatkan QoS Jaringan di SMKN 1 Kwanyar”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menerapkan manajemen bandwidth metode *token bucket* berbasis mikrotik untuk meningkatkan QoS jaringan di SMKN 1 Kwanyar?
2. Bagaimana hasil pengujian penerapan manajemen bandwidth metode *token bucket* berbasis mikrotik untuk meningkatkan QoS jaringan di SMKN 1 Kwanyar?

1.3 Tujuan Penelitian Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menerapkan manajemen bandwidth metode *token bucket* berbasis mikrotik untuk meningkatkan QoS jaringan di SMKN 1 Kwanyar.
2. Untuk mengetahui hasil pengujian penerapan manajemen bandwidth metode *token bucket* berbasis mikrotik untuk meningkatkan QoS jaringan di SMKN 1 Kwanyar.

1.4 Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Spesifikasi produk yang diharapkan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. MikroTik RouterBoard dapat digunakan untuk menerapkan manajemen bandwidth dengan metode *Token Bucket* agar pembagian kecepatan internet di laboratorium komputer SMKN 1 Kwanyar menjadi lebih adil dan merata.
2. MikroTik RouterBoard mampu mengatur antrian trafik (*queue*) dan mengendalikan prioritas penggunaan bandwidth sehingga perangkat dengan trafik tinggi tidak mendominasi koneksi jaringan.
3. MikroTik RouterBoard diharapkan dapat memastikan penyediaan layanan internet yang efisien, stabil, cepat, dan mendukung peningkatan parameter kualitas layanan jaringan (QoS) sesuai kebutuhan pengguna di laboratorium komputer.

1.5 Batasan Penelitian Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan, batasan masalah dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah *Token Bucket*.
2. Penelitian ini difokuskan pada pengelolaan bandwidth di laboratorium jaringan komputer SMKN 1 Kwanyar dengan menggunakan perangkat MikroTik routerboard.
3. Penerapan ini dikhususkan untuk diruangan seperti dilaboratorium komputer.
4. Pengujian dilakukan melalui aktivitas mengunduh, mengunggah, dan menjelajahi internet.
5. Parameter yang digunakan untuk menguji analisis kualitas layanan jaringan (QoS) meliputi kecepatan, kelancaran, dan kestabilan jaringan (*throughput, delay, jitter, dan packet loss*).

1.6 Pentingnya Penelitian Pengembangan

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan wawasan mengenai penerapan metode *Token Bucket* dalam pengelolaan bandwidth jaringan komputer. Penelitian ini juga diharapkan dapat menambah pemahaman tentang bagaimana konfigurasi manajemen bandwidth dengan perangkat MikroTik dapat mendukung distribusi kecepatan internet yang lebih merata, stabil, dan optimal. Hasilnya, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya referensi ilmiah di bidang administrasi

jaringan komputer, khususnya terkait manajemen bandwidth dan peningkatan kualitas layanan jaringan (QoS).

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peneliti, penelitian ini memberikan pengalaman langsung dalam merancang dan menerapkan manajemen bandwidth menggunakan metode *Token Bucket* berbasis MikroTik. Peneliti diharapkan memperoleh keterampilan teknis dalam melakukan konfigurasi antrian trafik (*queue*) dan pengaturan prioritas bandwidth, sehingga menjadi nilai tambah dalam bidang administrasi jaringan komputer.
- b. Bagi Sekolah, hasil penerapan dari penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas jaringan di lingkungan SMKN 1 Kwanyar dengan cara mendistribusikan bandwidth secara lebih merata dan efisien. Dengan demikian, kualitas layanan internet di laboratorium komputer dapat mendukung kegiatan belajar secara optimal, meminimalkan keterlambatan akses (*delay*), serta meningkatkan produktivitas pembelajaran berbasis teknologi di sekolah.

1.7 Definisi Istilah

1. Bandwidth

Bandwidth adalah kapasitas maksimum jalur komunikasi yang dapat digunakan untuk mentransmisikan data dalam jaringan komputer pada periode waktu tertentu, yang memengaruhi kecepatan dan kualitas layanan jaringan. Bandwidth diukur dalam bit per detik (bps) dan semakin besar nilainya maka semakin banyak data yang dapat dikirimkan secara bersamaan (Sugandi dkk., 2023).

2. Manajemen Bandwidth

Manajemen bandwidth adalah proses pengaturan dan pembagian kapasitas jaringan agar setiap pengguna mendapatkan porsi layanan yang adil dan stabil, agar penggunaan sumber daya jaringan lebih efisien dan tidak terjadi dominasi oleh sebagian pengguna. Manajemen bandwidth mencegah penggunaan berlebihan oleh sebagian pengguna yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna lainnya (Pratama dkk., 2022).

3. MikroTik RouterOS

MikroTik RouterOS adalah sistem operasi pada perangkat MikroTik yang digunakan untuk mengatur konfigurasi jaringan seperti manajemen bandwidth, *firewall*, dan *routing*, baik secara grafis maupun baris perintah. RouterOS menyediakan fitur pengelolaan jaringan yang fleksibel melalui *Winbox* dan *Command Line Interface* (Sugandi dkk., 2023).

4. MikroTik RouterBoard

MikroTik RouterBoard adalah perangkat keras yang terintegrasi dengan RouterOS sehingga berfungsi sebagai router mandiri tanpa memerlukan komputer tambahan. RouterBoard mendukung fitur manajemen bandwidth, *firewall*, dan pengaturan trafik jaringan yang banyak digunakan di lingkungan sekolah maupun kantor (Sugandi dkk., 2023).

5. *Token Bucket*

Token Bucket adalah metode pembatasan lalu lintas data yang mengatur kecepatan pengiriman berdasarkan token yang dihasilkan secara berkala sesuai dengan kapasitas yang telah ditentukan. Selama token tersedia, data dapat dikirim secara langsung, tetapi ketika token habis, pengguna harus

menunggu hingga token berikutnya terbentuk. Metode ini mampu membagi bandwidth secara fleksibel dan merata sehingga menjaga stabilitas jaringan (Sugandi dkk., 2023).

6. *Winbox*

Winbox merupakan aplikasi grafis (GUI) yang dikembangkan oleh MikroTik untuk membantu administrator dalam melakukan konfigurasi, pemantauan, dan pengelolaan perangkat jaringan. *Winbox* juga dikenal sebagai alat yang efisien dan handal karena mampu menyederhanakan proses pengaturan perangkat MikroTik tanpa harus menggunakan perintah berbasis teks (Sugandi dkk., 2023).

7. *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) adalah metode untuk mengukur dan mengatur kualitas layanan jaringan agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna sesuai dengan parameter. Parameter QoS meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* untuk menjaga kualitas jaringan (Kurniawan dkk., 2021)