

Implementasi *Queue Tree* Untuk Optimasi *Bandwidth* Jaringan Internet di PT. Lapan Technology Indonesia

¹Ikhwan Pratama Hidayat, ²Purwantoro, ³Arip Solehudin
¹²³Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

E-mail: ¹2210631170126@student.unsika.ac.id, ²purwantoro.masbro@staff.unsika.ac.id,
³arip.solehudin@staff.unsika.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan bandwidth yang belum optimal dapat menyebabkan distribusi kapasitas jaringan tidak merata dan menurunkan kualitas layanan internet ketika digunakan secara bersamaan oleh banyak pengguna. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode *queue tree* dengan pendekatan Hierarchical Token Bucket (HTB) pada router mikrotik untuk mengoptimalkan distribusi bandwidth jaringan internet di PT. Lapan Technology Indonesia. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan desain one group pretest-posttest. Objek penelitian menggunakan kapasitas bandwidth ISP MyRepublic sebesar 200 Mbps dengan 7 koneksi PPPoE aktif berdasarkan observasi awal. Pengujian dilakukan sebanyak 4 kali pada tahap pretest dan 4 kali pada tahap posttest menggunakan Wireshark dengan parameter Quality of Service (QoS), yaitu throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah penerapan *queue tree*, rata-rata throughput meningkat dari 279 Kbps menjadi 6364 Kbps atau sebesar 100%, sedangkan delay menurun dari 60 ms menjadi 1.43 ms atau sebesar 97.62%. Nilai jitter menurun dari 60 ms menjadi 1.44 ms atau sebesar 97.60%, sedangkan packet loss menurun dari 3.45% menjadi 0% atau sebesar 100%. Hasil evaluasi menunjukkan adanya perubahan kualitas layanan jaringan setelah penerapan *queue tree* melalui pengaturan distribusi bandwidth berdasarkan kelompok pengguna dan prioritas trafik.

Kata kunci : *Bandwidth, Queue Tree, Hierarchical Token Bucket, Quality of Service, Router.*

ABSTRACT

Suboptimal bandwidth management can result in uneven network capacity distribution and reduce the quality of internet services when accessed simultaneously by multiple users. This study aims to implement the *Queue Tree* method using the Hierarchical Token Bucket (HTB) approach on a MikroTik router to optimize internet bandwidth distribution at PT. Lapan Technology Indonesia. The study employed an experimental method with a one-group pretest-posttest design. The research object utilized a 200 Mbps MyRepublic ISP bandwidth capacity with 7 active PPPoE connections based on initial observations. Testing was conducted four times during the pretest stage and four times during the posttest stage using Wireshark with Quality of Service (QoS) parameters, namely throughput, delay, jitter, and packet loss. The results showed that after the implementation of the *Queue Tree* method, the average throughput increased from 279 Kbps to 6364 Kbps, representing an improvement of 100%, while the delay decreased from 60 ms to 1.43 ms, representing a reduction of 97.62%. The jitter value decreased from 60 ms to 1.44 ms, representing a reduction of 97.60%, while packet loss decreased from 3.45% to 0%, representing a reduction of 100%. The evaluation results indicate an improvement in network service quality following the implementation of the *Queue Tree* method through bandwidth distribution settings based on user groups and traffic priorities.

Keyword : *Bandwidth, Queue Tree, Hierarchical Token Bucket, Quality of Service, Router.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi menjadikan internet sebagai bagian penting dalam mendukung aktivitas operasional perusahaan. Meningkatnya jumlah pengguna, perangkat, dan aplikasi yang mengakses jaringan secara bersamaan dapat menyebabkan distribusi *bandwidth* tidak merata sehingga menurunkan kualitas layanan internet (Safinatunnaza dkk., 2025). Kondisi tersebut dapat ditunjukkan melalui parameter Quality of Service (QoS), meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan *bandwidth* yang mampu mengatur pemanfaatan kapasitas jaringan secara efektif dan merata (Mahfuzhi dkk., 2023).

PT. Lapan Technology Indonesia menggunakan jaringan internet sebagai pendukung kegiatan operasional dengan beberapa pengguna yang terhubung secara bersamaan melalui router mikrotik. Hasil observasi menunjukkan terdapat 7 pengguna aktif dan kapasitas *bandwidth* utama sebesar 200 Mbps, dengan hasil pengukuran mencapai 189,01 Mbps untuk download dan 181,04 Mbps untuk upload. Meskipun kapasitas *bandwidth* tergolong besar, distribusinya belum optimal dan trafik jaringan masih menunjukkan pola yang fluktuatif (Pratama dkk., 2022). Pengguna juga mengalami keluhan berupa koneksi lambat pada saat aktivitas unduh atau unggah dilakukan secara bersamaan (Paryanto dkk., 2022).

Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *queue tree* pada mikrotik. Metode ini memungkinkan pengaturan *bandwidth* berdasarkan prioritas dan karakteristik trafik serta pemisahan pengelolaan *upload* dan *download*. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *queue tree* dapat meningkatkan *throughput* serta menurunkan *delay*, *jitter*, dan *packet loss* (Wibowo & Komalasari, 2025). Penelitian ini menerapkan pendekatan *diagnostic-to-design*, yaitu

merancang struktur *queue tree* berdasarkan kondisi nyata jaringan, meliputi jumlah pengguna, kapasitas *bandwidth*, pola trafik, dan keluhan pengguna, kemudian mengevaluasi hasil implementasi berdasarkan parameter QoS dan kondisi pengguna.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menerapkan metode *queue tree* pada jaringan internet PT. Lapan Technology Indonesia untuk mengoptimalkan distribusi *bandwidth* dan meningkatkan kualitas layanan jaringan. Perancangan konfigurasi dilakukan berdasarkan hasil diagnosis kondisi jaringan yang meliputi jumlah pengguna aktif, kapasitas *bandwidth*, pola trafik, serta keluhan pengguna. Pendekatan tersebut digunakan agar struktur *parent-child* dan alokasi *bandwidth* yang diterapkan sesuai dengan kondisi nyata jaringan, kemudian hasil implementasi dievaluasi menggunakan parameter QoS serta dibandingkan dengan permasalahan yang ditemukan pada tahap observasi awal. Dengan demikian, penelitian tidak hanya menilai perubahan performa jaringan secara teknis, tetapi juga melihat keterkaitannya dengan permasalahan penggunaan internet yang dialami pengguna.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan sekumpulan perangkat yang saling terhubung untuk melakukan pertukaran data dan berbagi sumber daya (Hidayat dkk., 2021). Dalam lingkungan perusahaan, pengelolaan jaringan diperlukan agar distribusi sumber daya dapat berjalan optimal dan kemacetan lalu lintas data dapat diminimalkan (Fikri Dwilaksono dkk., 2025). Infrastruktur jaringan umumnya didukung oleh perangkat seperti router, switch, access point, dan server. Dalam implementasinya, jaringan komputer terdiri dari beberapa perangkat pendukung seperti router, switch, access point, dan

server yang bekerja bersama untuk mendukung komunikasi data antar pengguna dalam suatu jaringan (Nurmawan dkk., 2024).

2.2 Bandwidth

Bandwidth merupakan kapasitas maksimum jaringan dalam mentransmisikan data dalam satuan bit per second (bps) (Raihan Aldino & Prapanca, 2025). Permasalahan pada jaringan PT. Lapan Technology Indonesia bukan terutama terletak pada kapasitas *bandwidth*, tetapi pada distribusi *bandwidth* yang belum optimal ketika digunakan secara bersamaan oleh beberapa pengguna. Kondisi awal menunjukkan kapasitas *bandwidth* sebesar 200 Mbps dengan beberapa pengguna PPPoE yang aktif secara bersamaan, sehingga diperlukan mekanisme pengelolaan *bandwidth* yang lebih terstruktur.

2.3 Router

Router mikrotik berfungsi sebagai perangkat penghubung jaringan sekaligus sebagai perangkat utama dalam penerapan manajemen *bandwidth* (Wulandari Situngkir dkk., 2025). Pada penelitian ini digunakan mikrotik RB750Gr3 (hEX), yang mendukung konfigurasi *mangle* dan *queue tree* untuk melakukan klasifikasi serta pengaturan trafik jaringan.

2.4 Hierarchical Token Bucket

Hierarchical Token Bucket (HTB) digunakan sebagai pendekatan dalam penerapan *queue tree* untuk membagi *bandwidth* secara hierarkis berdasarkan batas dan prioritas tertentu. Mekanisme *parent* dan *child queue* memungkinkan alokasi *bandwidth* diatur secara lebih terstruktur sehingga penggunaan *bandwidth* oleh pengguna tertentu tidak mendominasi pengguna lainnya (Prihantoro dkk., 2021).

2.5 Mangle

Mangle digunakan untuk melakukan klasifikasi dan penandaan trafik melalui *connection mark* dan *packet mark* (Yuliansyah dkk., 2026). Hasil penandaan tersebut menjadi dasar bagi *queue tree*

dalam mengatur *bandwidth* berdasarkan kelompok pengguna atau jenis trafik. Dengan demikian, *mangle* berperan sebagai tahap klasifikasi trafik, sedangkan *queue tree* berfungsi sebagai mekanisme pengendalian *bandwidth* terhadap trafik yang telah diklasifikasikan (Toni Corline Sianturi & Simanjuntak, 2024).

2.6 Queue Tree

Queue tree merupakan metode manajemen *bandwidth* pada mikrotik yang dapat mengatur trafik berdasarkan *packet mark*, alamat IP, protokol, maupun jenis trafik (Uky dkk., 2026). Metode ini digunakan sebagai perlakuan dalam penelitian untuk mengoptimalkan distribusi *bandwidth* pada jaringan PT. Lapan Technology Indonesia. Efektivitas penerapannya kemudian dievaluasi melalui perbandingan kualitas jaringan sebelum dan sesudah implementasi menggunakan parameter Quality of Service (QoS).

2.7 Wireshark

Wireshark digunakan sebagai instrumen untuk menangkap dan menganalisis paket data jaringan sebelum dan sesudah penerapan *queue tree*. Data hasil *capture* digunakan untuk mengukur parameter QoS, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, sehingga perubahan kualitas jaringan dapat dibandingkan secara objektif (Ghozali dkk., 2024).

2.8 Quality of Service

Quality of Service (QoS) digunakan untuk mengevaluasi kinerja jaringan berdasarkan *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* (Nisa dkk., 2024). Dalam penelitian ini, QoS menjadi indikator untuk mengetahui dampak penerapan *queue tree* terhadap kualitas layanan jaringan, sedangkan standar TIPHON digunakan sebagai acuan dalam menginterpretasikan hasil pengukuran.

Tabel 2.1 Standar Presentase Nilai QoS Pada TIPHON

Nilai	Presentase	Indeks
3.8 – 4	95 – 100	Sangat Baik

3 – 3.79	75 – 95	Baik
2 – 2.99	50 – 75	Kurang Baik
1 – 1.99	25 – 50	Buruk

Sumber: Nisa I.S., dkk (2024), hlm.7.

2.8.1 Throughput

Throughput adalah jumlah data yang berhasil ditransmisikan dalam suatu periode waktu tertentu. Rumus *throughput*:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah paket data diterima}}{\text{Lama waktu pengiriman}}$$

Kategori	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Baik	>2,1 Mbps	4
Baik	1,2 – 2,1 Mbps	3
Kurang Baik	700 – 1200 Kbps	2
Buruk	<700 Kbps	1

Sumber: Nisa I.S., dkk (2024), hlm.5.

2.8.2 Delay

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan paket data untuk mencapai tujuan dari sumber pengiriman. Rumus *delay*:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Jumlah paket yang diterima} - 1}$$

Kategori	<i>Delay</i>	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150 – 300 ms	3
Cukup	300 – 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

Sumber: Nisa I.S., dkk (2024), hlm.5.

2.8.3 Jitter

Jitter Adalah variasi waktu kedatangan paket data dalam jaringan. Nilai *jitter* yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada aplikasi *real-time* seperti video *conference* dan VoIP. Rumus *jitter*:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima} - 1}$$

Tabel 2.2 Indeks *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i>	Indeks
Sangat Baik	0 ms	4
Baik	0 – 75 ms	3
Cukup	75 – 125 ms	2
Buruk	125 – 225 ms	1

Sumber: Nisa I.S., dkk (2024), hlm.6.

2.8.4 Packet Loss

Packet loss merupakan persentase paket data yang hilang selama proses transmisi. Rumus *packet loss*:

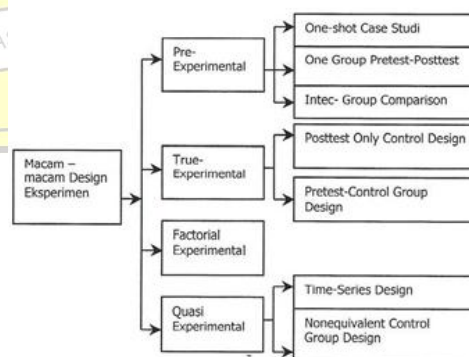
$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\%$$

Kategori	<i>Packet loss</i>	Indeks
Sangat Baik	0 – 2 %	4
Baik	3 – 14 %	3
Cukup	15 – 24 %	2
Buruk	>25 %	1

Sumber: Nisa I.S., dkk (2024), hlm.5.

2.9 Metode Eksperimen

Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh dari suatu perlakuan (*treatment*) tertentu terhadap kondisi lain dalam keadaan yang terkendalikan. Pada metode ini peneliti memberikan perlakuan terhadap objek penelitian kemudian mengamati perubahan atau hasil yang ditimbulkan dari perlakuan tersebut (Sugiyono, 2013).



Gambar 2.1 Desain Eksperimen

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain *Pre Experimental Design* menggunakan *One*

Group Pretest-Posttest Design. Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan mengetahui pengaruh implementasi queue tree terhadap kualitas layanan jaringan internet dengan membandingkan kondisi jaringan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan (*treatment*).

Penelitian ini melibatkan dua variabel, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen (variabel bebas) dalam penelitian ini adalah implementasi metode *queue tree* pada router mikrotik, yaitu perlakuan (*treatment*) yang diberikan terhadap jaringan internet PT. Lapan Technology Indonesia. Variabel dependen (variabel terikat) dalam penelitian ini adalah kualitas layanan jaringan internet yang diukur berdasarkan parameter Quality of Service (QoS), yang meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, yang diukur pada tahap *pretest* dan *posttest*, yaitu sebelum dan sesudah pemberian perlakuan. Berdasarkan desain eksperimen *One Group Pretest-Posttest Design* yang digunakan, penelitian ini merumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari implementasi metode *queue tree* terhadap kualitas layanan jaringan internet (QoS) di PT. Lapan Technology Indonesia.
2. H_1 : Terdapat pengaruh yang signifikan dari implementasi metode *queue tree* terhadap kualitas layanan jaringan internet (QoS) di PT. Lapan Technology Indonesia.

Hipotesis tersebut selanjutnya diuji secara statistik dengan membandingkan hasil pengukuran parameter QoS pada tahap *pretest* dan *posttest*, sebagaimana dijelaskan pada bagian analisis data.

Adapun rancangan penelitian merupakan kerangka kerja atau tahapan yang disusun secara sistematis dan terstruktur untuk mencapai tujuan penelitian secara efektif.

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung terhadap infrastruktur jaringan dan wawancara dengan administrator jaringan PT. Lapan Technology Indonesia. Tahap ini bertujuan mengetahui kondisi jaringan serta permasalahan distribusi *bandwidth* ketika banyak pengguna mengakses jaringan secara bersamaan. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar penentuan solusi berupa penerapan metode *queue tree*.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis dan referensi yang relevan mengenai jaringan komputer, manajemen *bandwidth*, *queue tree*, *Hierarchical Token Bucket* (HTB), *Quality of Service* (QoS), Wireshark, serta metode eksperimen dengan desain *One Group Pretest-Posttest*. Referensi diperoleh dari jurnal, prosiding, dokumentasi resmi mikrotik, dan sumber ilmiah terkait.

3.3 Pretest

Pretest dilakukan untuk memperoleh kondisi awal kualitas layanan jaringan sebelum penerapan *queue tree*. Pengukuran dilakukan menggunakan wireshark dengan parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Data hasil *pretest* digunakan sebagai pembanding terhadap kondisi setelah implementasi.

3.4 Implementasi Queue Tree

Implementasi *queue tree* merupakan tahap pemberian perlakuan pada jaringan melalui konfigurasi router mikrotik. Tahap ini diawali dengan konfigurasi *mangle* untuk melakukan *packet marking*, kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi *queue tree* menggunakan pendekatan HTB melalui pengaturan *parent queue*, *child queue*, *priority*, *limit-at*, dan *max-limit* sesuai kebutuhan jaringan.

3.5 Posttest

Posttest dilakukan setelah konfigurasi *queue tree* diterapkan dan berjalan sesuai rancangan. Pengukuran dilakukan menggunakan kondisi

pengujian yang sama dengan pretest dan menggunakan parameter QoS yang sama, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif komparatif dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* berdasarkan parameter QoS. Hasil pengukuran kemudian dievaluasi menggunakan standar TIPHON untuk mengetahui kategori kualitas jaringan sebelum dan sesudah penerapan *queue tree*. Selain itu, dilakukan uji normalitas untuk menentukan metode analisis inferensial. Data berdistribusi normal dianalisis menggunakan *paired sample t-test*, sedangkan data yang tidak normal dianalisis menggunakan *wilcoxon signed-rank test*, dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.7 Kesimpulan

Kesimpulan ditarik berdasarkan hasil analisis untuk menjawab rumusan masalah terkait kondisi jaringan sebelum implementasi, proses penerapan *queue tree*, serta perubahan kualitas layanan jaringan setelah implementasi. Saran juga diberikan sebagai bahan pengembangan manajemen *bandwidth* dan penelitian selanjutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menerapkan metode *queue tree* pada jaringan internet PT. Lapan Technology Indonesia menggunakan desain *One Group Pretest-Posttest*. Pengujian dilakukan sebelum dan sesudah implementasi untuk menganalisis perubahan kualitas layanan berdasarkan parameter QoS, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

4.1 Identifikasi Masalah



Gambar 4.1 Kondisi Server Jaringan PT. Lapan Technology Indonesia

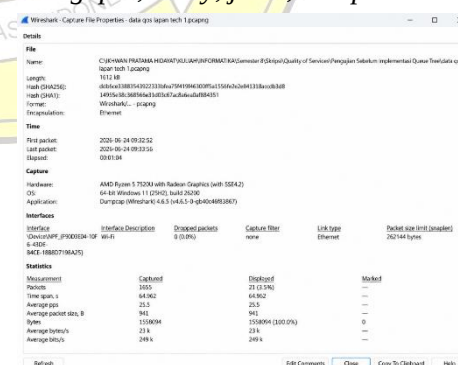
Tahap awal dilakukan melalui observasi jaringan dan wawancara dengan administrator PT. Lapan Technology Indonesia. Jaringan menggunakan ISP MyRepublic dengan *bandwidth* 200 Mbps melalui router mikrotik, namun distribusinya masih menggunakan konfigurasi standar tanpa pengaturan prioritas. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan *bandwidth* tidak merata dan koneksi melambat saat trafik meningkat. Oleh karena itu, diperlukan manajemen *bandwidth* yang dapat mengatur alokasi berdasarkan kelompok pengguna dan tingkat prioritas.

4.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk menentukan solusi terhadap permasalahan distribusi *bandwidth* yang belum optimal. Berdasarkan hasil identifikasi masalah, kondisi awal jaringan selanjutnya diukur menggunakan parameter QoS (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) sebelum penerapan *queue tree*.

4.3 Pretest

Tahap *pretest* dilakukan untuk mengetahui kondisi awal jaringan sebelum penerapan *queue tree*. Pengujian menggunakan wireshark pada jam operasional dengan parameter QoS berupa *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.



Gambar 4.2 Waktu Pengambilan Kualitas Jaringan Internet Sebelum Implementasi *Queue Tree* Menggunakan Wireshark

Pengujian dilakukan sebanyak empat kali pada waktu berbeda untuk memperoleh variasi kondisi trafik jaringan. Data hasil *capture* kemudian dianalisis berdasarkan parameter QoS, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, serta digunakan untuk menghitung nilai rata-rata.

Pengujian dilakukan menggunakan Wireshark melalui interface Wi-Fi untuk mengukur *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Hasil pengukuran dari empat pengujian kemudian dirata-ratakan sebagai pembandingan dengan hasil *posttest*.

Tabel 4.1 Waktu Pengambilan Kualitas Jaringan Internet Sebelum Implementasi *Queue Tree* Menggunakan Wireshark

Pengujian	Waktu Pengambilan	Jumlah Paket
1	24-06-2026, 09:32:52 – 09:33:56	1.655 paket
2	25-06-2026, 12: 50: 38 – 12:52:02	2.902 paket
3	26-06-2026, 15:38:34 – 15:42:34	1.506 paket
4	27-06-2026, 20:31:50 – 20:31:59	725 paket

Hasil pengukuran *pretest* selanjutnya digunakan sebagai data pembandingan terhadap hasil pengukuran setelah implementasi *queue tree*.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kualitas Jaringan Internet Sebelum Implementasi *Queue Tree*

Parameter	Rata – Rata	Standar Deviasi
<i>Throughput</i> (Kbps)	279 Kbps	35.41 Kbps
<i>Delay</i> (ms)	60 ms	67.26 ms
<i>Jitter</i> (ms)	60 ms	67.25 ms

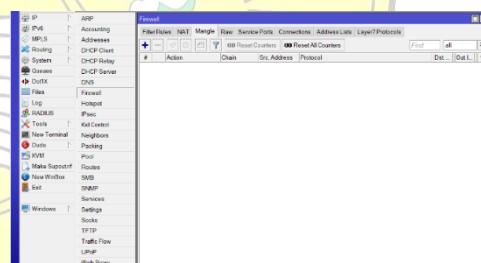
<i>Packet Loss</i> (%)	3.45 %	0.31 %
------------------------	--------	--------

Hasil *pretest* menunjukkan jaringan belum stabil, ditandai standar deviasi *delay* 67.26 ms dan *jitter* 67.25 ms. Rata-rata *throughput* sebesar 279 Kbps, *delay* 60 ms, *jitter* 60 ms, dan *packet loss* 3.45%.

4.4 Implementasi *Queue Tree*

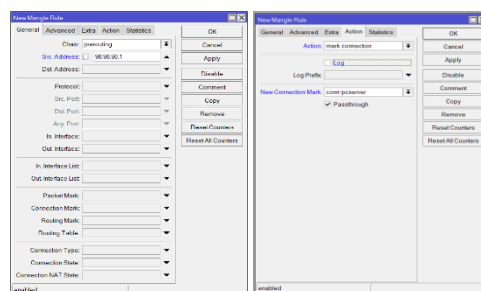
Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan *queue tree* pada router mikrotik untuk mengoptimalkan distribusi *bandwidth*. Proses meliputi identifikasi *interface*, konfigurasi *mangle* melalui *packet marking*, serta penyusunan *parent* dan *child queue* berbasis HTB dengan pengaturan *priority* dan *max-limit*. Hasil monitoring menunjukkan *bandwidth* terdistribusi sesuai aturan sehingga penggunaan jaringan lebih terkendali.

4.4.1 Konfigurasi *Mangle*



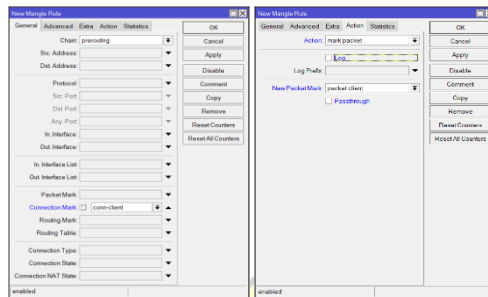
Gambar 4.3 Tampilan Awal *Mangle* Sebelum Konfigurasi

Pembuatan *rule mangle* dilakukan pada *chain prerouting* dengan memasukkan *src. address* sesuai IP pengguna untuk menandai dan membedakan trafik PC server dan *client*.



Gambar 4.4 Konfigurasi Membuat *Mark Connection*

Konfigurasi *mark connection* dilakukan pada tab *action* untuk memberikan tanda koneksi berdasarkan kelompok pengguna, seperti *conn-pcserver* dan *conn-client*. Opsi *passthrough* diaktifkan agar koneksi dapat diteruskan ke rule *mangle* berikutnya untuk proses *mark packet*.



Gambar 4.5 Konfigurasi Membuat Mark Packet

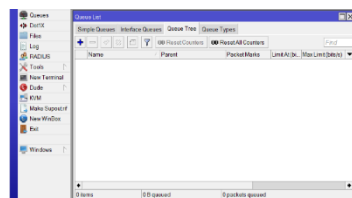
Rule kedua menggunakan *connection mark* untuk membuat *packet mark* bagi setiap kelompok pengguna, seperti *packet-pcserver* dan *packet-client*. Opsi *passthrough* dinonaktifkan karena *mark packet* merupakan tahap akhir proses *mangle*.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Out. Interface	Bytes	Packets	Dst. Address
0	mar. prerouting	ether1	80.80.80.1	15.6 KB	106			
1	mar. prerouting	ether1	90.90.90.1	15.6 KB	106			
2	mar. prerouting	ether1	90.90.90.1	5.9 KB	40			
3	mar. prerouting	ether1	90.90.90.1	5.9 KB	40			

Gambar 4.6 Hasil Struktur Akhir Konfigurasi Mangle

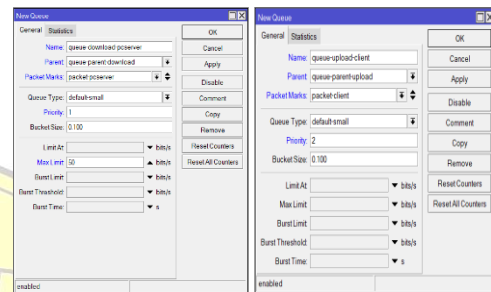
Konfigurasi akhir terdiri dari enam rule, yaitu tiga *mark connection* dan tiga *mark packet* untuk PC server dan client. Seluruh rule menggunakan *chain prerouting* sehingga setiap kelompok pengguna memiliki penanda trafik yang dapat digunakan untuk pengaturan dan pembagian *bandwidth*.

4.4.2 Konfigurasi Queue Tree



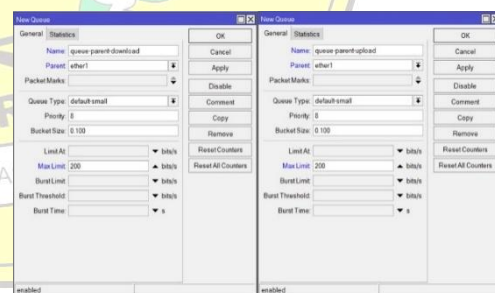
Gambar 4.7 Tampilan Awal Queue Tree Sebelum Konfigurasi

Konfigurasi *queue tree* dilakukan melalui menu *queues* pada winbox dengan memilih tab *queue tree*, yang pada tahap awal belum memiliki konfigurasi *queue*.



Gambar 4.8 Konfigurasi Pembuatan Parent Queue Download dan Upload Pada Interface Ether 1

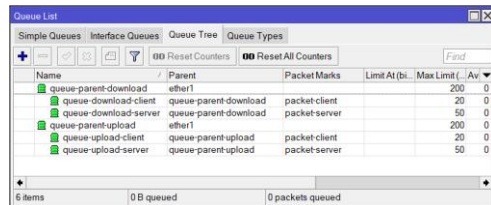
Dibuat dua *parent queue* untuk trafik *download* dan *upload* pada interface *ether1* sebagai batas maksimum total *bandwidth* bagi *child queue*. Dengan pengaturan ini, total *bandwidth download* maupun *upload* yang melewati *ether1* dibatasi maksimal 200 Mbps sebelum dibagi lagi ke masing-masing kelompok pengguna.



Gambar 4.9 Konfigurasi Pembuatan Child Queue Download dan Upload

Dibuat *child queue* pada *parent queue download* dan *upload* berdasarkan *packet mark* tiap kelompok pengguna, dengan pengaturan *priority* dan *max-limit* untuk mengatur prioritas serta batas maksimum *bandwidth*. *Priority* digunakan untuk menentukan tingkat prioritas trafik, dengan PC server memiliki *priority 1* dan client 2. *Max-limit*

membatasi penggunaan *bandwidth* hingga 50 Mbps untuk server dan 20 Mbps untuk *client*. Konfigurasi *parent-child* berbasis HTB kemudian mengatur kapasitas total dan distribusi *bandwidth* secara lebih terstruktur. Nilai *limit-at* tidak dicantumkan dalam konfigurasi penelitian.

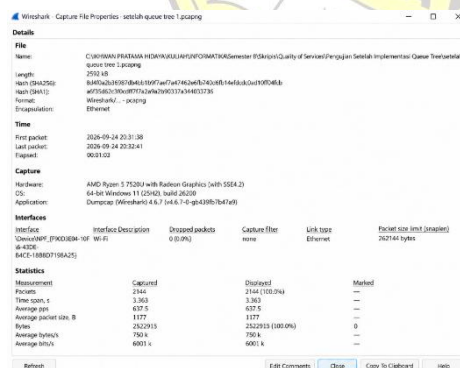


Gambar 4.10 Hasil Struktur Akhir Konfigurasi Queue Tree

Hasil akhir *queue tree* menunjukkan dua *parent queue* untuk *download* dan *upload*, masing-masing memiliki dua *child queue* dengan *packet mark* dan *max-limit* sesuai konfigurasi. Struktur ini menunjukkan hierarki *queue tree* telah terbentuk dengan baik.

4.5 Posttest

Tahap *posttest* dilakukan setelah penerapan *queue tree* dengan skenario dan parameter QoS yang sama seperti *pretest*. Hasil pengamatan menunjukkan distribusi *bandwidth* lebih stabil dan merata, ditandai peningkatan *throughput* serta penurunan *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.



Gambar 4.11 Waktu Pengambilan Kualitas Jaringan Internet Setelah Implementasi Queue Tree Menggunakan Wireshark

Tabel 4.3 Waktu Pengambilan Kualitas Jaringan Internet Setelah Implementasi Queue Tree Menggunakan Wireshark

Pengujian	Waktu Pengambilan	Jumlah Paket
1	24-09-2026, 20:31:38 – 20:31:41	2.144 paket
2	25-09-2026, 09:32:56 – 09:32:58	1.451 paket
3	26-09-2026, 12:50:10 – 12:50:13	1.812 paket
4	27-09-2026, 15:38:38 – 15:38:41	2.301 paket

Hasil *posttest* selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis efektivitas *queue tree* terhadap peningkatan kualitas layanan jaringan.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kualitas Jaringan Internet Setelah Implementasi Queue Tree

Parameter	Rata – Rata	Standar Deviasi
Throughput (Kbps)	6364 Kbps	697.22 Kbps
Delay (ms)	1.43 ms	0.18 ms
Jitter (ms)	1.44 ms	0.18 ms
Packet Loss (%)	0 %	0 %

Hasil *posttest* menunjukkan rata-rata *throughput* sebesar 6364 Kbps, *delay* 1.43 ms, *jitter* 1.44 ms, dan *packet loss* 0% dari empat kali pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi *bandwidth* berjalan lebih stabil setelah implementasi *queue tree*.

4.6 Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* berdasarkan perubahan parameter QoS, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* setelah penerapan *queue tree*.

Tabel 4.5 Hasil Perbandingan *Pretest* dan *Posttest*

Parameter	Pretest	Posttest	Perubahan
Throughput (Kbps)	279 Kbps	6364 Kbps	↑ 100%
Delay (ms)	60 ms	1.43 ms	↓ 97.62%
Jitter (ms)	60 ms	1.44 ms	↓ 97.60%
Packet Loss (%)	3.45 %	0 %	↓ 100%

Hasil perbandingan *pretest* dan *posttest* menunjukkan peningkatan *throughput* dari 279 Kbps menjadi 6364 Kbps serta penurunan *delay* dari 60 ms menjadi 1.43 ms, *jitter* dari 60 ms menjadi 1.44 ms, dan *packet loss* dari 3.45% menjadi 0%. Hasil tersebut menunjukkan peningkatan kualitas layanan dan distribusi *bandwidth* setelah penerapan *queue tree*.

4.6.1 Analisis Data Statistik Inferensial

Uji statistik dilakukan menggunakan *paired sample t-test* untuk mengidentifikasi perbedaan parameter QoS sebelum dan sesudah penerapan *queue tree*. Sebelum pengujian, dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk* terhadap data selisih *pretest* dan *posttest*. Data dengan nilai $\text{Sig.} > 0.05$ diuji menggunakan *paired sample t-test*, sedangkan $\text{Sig.} \leq 0.05$ menggunakan *Wilcoxon signed-rank test*.

Data yang diuji normalitasnya adalah selisih setiap pasangan pengukuran:

$$d_i = X_{\text{posttest},i} - X_{\text{pretest},i}$$

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Parameter QoS

Parameter	Shapiro-Wilk	Sig.	Keputusan
Throughput	0.883	0.353	Normal
Delay	0.778	0.068	Normal

Jitter	0.778	0.068	Normal
Packet Loss	0.854	0.240	Normal

Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan seluruh parameter memiliki nilai $\text{Sig.} > 0.05$, yaitu *throughput* 0.353, *delay* 0.068, *jitter* 0.068, dan *packet loss* 0.240. Dengan demikian, data selisih berdistribusi normal dan analisis dilanjutkan menggunakan *paired sample t-test*.

4.6.1.1 Paired Sample t-Test

Rumus yang digunakan:

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Keterangan:

t = nilai t hitung

$\bar{d}$ = rata-rata selisih *pretest* dan *posttest*

s_d = standar deviasi selisih

n = jumlah pasangan data

Derajat kebebasan:

$$df = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

Pada taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0.05$, nilai t_{tabel} untuk $df = 3$ adalah:

$$t_{\text{tabel}} = 3.182$$

Kriteria pengujian:

$$|t_{\text{hitung}}| > t_{\text{tabel}}$$

Maka H_0 ditolak

Sebaliknya, apabila

$$|t_{\text{hitung}}| \leq t_{\text{tabel}}$$

Maka H_0 tidak ditolak.

4.6.1.1.1 Throughput

Data *pretest*: 249, 318, 300, 249

Data *posttest*: 6001, 5560, 6933, 6961

Tabel 4.7 Selisih Throughput

Pengujian	Pretest	Posttest	Selisih
1	249	6001	5752
2	318	5560	5242
3	300	6933	6633
4	249	6961	6712

Rata-rata selisih:

$$\bar{d} = 6084.75$$

Standar deviasi selisih:

$$s_d = 710.63$$

Standar error:

$$SE = \frac{710.63}{2} = 355.31$$

Nilai t :

$$t = \frac{6084.75}{355.31}$$

$$t_{hitung} = 17.125$$

Nilai signifikansi:

$$p = 0.000434$$

Karena:

$$|17.125| > 3.182$$

Dan

$$p < 0.05$$

Maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada *throughput* sebelum dan sesudah penerapan *queue tree*. Dengan demikian, penerapan *queue tree* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *throughput* jaringan.

4.6.1.1.2 Delay

Data *pretest*: 39.28, 28.85, 159.5, 12.35

Data *posttest*: 1.57, 1.60, 1.34, 1.23

Tabel 4.8 Selisih Delay

Pengujian	Pretest	Posttest	Selisih
1	39.28	1.57	-37.71
2	28.85	1.60	-27.25
3	159.50	1.34	-158.16
4	12.35	1.23	-11.12

Rata-rata selisih:

$$\bar{d} = -58.56$$

Standar deviasi selisih:

$$s_d = 67.29$$

Standar error:

$$SE = \frac{67.29}{2} = 33.65$$

Nilai t :

$$t = \frac{-58.56}{33.65}$$

$$t_{hitung} = -1.740$$

Nilai signifikansi:

$$p = 0.180$$

Karena:

$$|-1.740| < 3.182$$

Dan

$$p > 0.05$$

Maka H_0 tidak ditolak.

Secara statistik, belum terdapat bukti yang cukup bahwa penerapan *queue tree* menghasilkan perbedaan *delay* yang signifikan pada taraf signifikansi 5%, meskipun secara deskriptif nilai *delay* turun cukup besar dari sekitar 60 ms menjadi 1.43 ms.

4.6.1.1.3 Jitter

Data *pretest*: 39.28, 28.85, 159.5, 12.37

Data *posttest*: 1.57, 1.59, 1.40, 1.21

Tabel 4.9 Selisih Jitter

Pengujian	Pretest	Posttest	Selisih
1	39.28	1.57	-37.71
2	28.85	1.59	-27.26
3	159.50	1.40	-158.10
4	12.37	1.21	-11.16

Rata-rata selisih:

$$\bar{d} = -58.56$$

Standar deviasi selisih:

$$s_d = 67.25$$

Standar error:

$$SE = \frac{67.25}{2} = 33.63$$

Nilai t :

$$t = \frac{-58.56}{33.63}$$

$$t_{hitung} = -1.741$$

Nilai signifikansi:

$$p = 0.180$$

Karena:

$$|-1.741| < 3.182$$

Dan

$$p > 0.05$$

Maka H_0 tidak ditolak.

Secara statistik, belum terdapat perbedaan *jitter* yang signifikan pada taraf 5%, walaupun secara deskriptif terjadi penurunan *jitter* yang sangat besar setelah implementasi *queue tree*.

4.6.1.1.4 Packet Loss

Data *pretest*: 3.5, 3.7, 3.6, 3.0

Data *posttest*: 0, 0, 0, 0

Tabel 4.10 Selisih Packet Loss

Pengujian	Pretest	Posttest	Selisih
1	3.5	0	-3.5
2	3.7	0	-3.7

3	3.6	0	-3.6
4	3.0	0	-3.0

Rata-rata selisih:

$$\bar{d} = -3.45$$

Standar deviasi selisih:

$$s_d = 0.311$$

Standar error:

$$SE = \frac{0.311}{2} = 0.1555$$

Nilai t :

$$t = \frac{-3.45}{0.1555}$$

$$t_{hitung} = -22.193$$

Nilai signifikansi:

$$p = 0.000200$$

Karena:

$$|-22.193| > 3.182$$

Dan

$$p < 0.05$$

Maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada *packet loss* sebelum dan sesudah penerapan *queue tree*. *Packet loss* turun dari rata-rata 3.45% menjadi 0%.

4.6.1.2 Hasil Uji Statistik Inferensial

Tabel 4.11 Hasil Uji Hipotesis Parameter QoS

Parameter	t -hitung	Sig.	Keterangan
<i>Throughput</i>	17.125	0.000	Signifikan
<i>Delay</i>	1.740	0.180	Tidak Signifikan
<i>Jitter</i>	1.741	0.180	Tidak Signifikan
<i>Packet Loss</i>	22.193	0.000	Signifikan

Dengan $\alpha = 0.05$, *throughput* dan *packet loss* menunjukkan perubahan yang signifikan, sedangkan *delay* dan *jitter* tidak signifikan secara statistik. Secara deskriptif, seluruh parameter mengalami perbaikan setelah penerapan *queue tree*. Namun, hasil *delay* dan *jitter* perlu ditafsirkan hati-hati karena hanya didasarkan pada empat pasangan pengamatan.

4.6.2 Evaluasi Berdasarkan Standar TIPHON

Tabel 4.12 Rata Rata Nilai QoS Pretest

Parameter	Pretest	Indeks	Kategori
<i>Throughput</i>	279 Kbps	1	Buruk
<i>Delay</i>	60 ms	4	Sangat Baik
<i>Jitter</i>	60 ms	3	Baik
<i>Packet Loss</i>	3.45 %	3	Baik
Rata-rata nilai		2.75	Kurang Baik

Tabel 4.13 Rata Rata Nilai QoS Posttest

Parameter	Pretest	Indeks	Kategori
<i>Throughput</i>	6364 Kbps	4	Sangat Baik
<i>Delay</i>	1.43 ms	4	Sangat Baik
<i>Jitter</i>	1.44 ms	3	Baik
<i>Packet Loss</i>	0 %	4	Sangat Baik
Rata-rata nilai		3.75	Baik

Evaluasi berdasarkan standar TIPHON menunjukkan indeks rata-rata QoS meningkat dari 2.75 (kurang baik) pada *pretest* menjadi 3.75 (baik) pada *posttest*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penerapan *queue tree* berbasis HTB membantu meningkatkan kualitas layanan dan distribusi *bandwidth* jaringan.

4.7 Kesimpulan

Penerapan *queue tree* pada router mikrotik meningkatkan pengelolaan *bandwidth* di PT. Lapan Technology Indonesia. Rata-rata *throughput* meningkat dari 279 Kbps menjadi 6364 Kbps, sedangkan *delay*, *jitter*, dan *packet loss* menurun masing-masing dari 60 ms menjadi 1.43 ms, 60 ms menjadi 1.44 ms, dan 3.45% menjadi 0%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi jaringan sebelum penerapan *queue tree* menunjukkan rata-rata *throughput* 279

Kbps, *delay* 60 ms, *jitter* 60 ms, dan *packet loss* 3.45%. Implementasi *queue tree* berbasis HTB dilakukan melalui konfigurasi *mangle* serta struktur *parent-child queue* dengan pengaturan *priority* dan *max-limit* untuk mengatur distribusi *bandwidth*. Setelah implementasi, rata-rata *throughput* meningkat menjadi 6364 Kbps, sedangkan *delay*, *jitter*, dan *packet loss* masing-masing menurun menjadi 1.43 ms, 1.44 ms, dan 0%. Indeks TIPHON juga meningkat dari 2.75 menjadi 3.75. Hasil *paired sample t-test* menunjukkan perubahan *throughput* dan *packet loss* signifikan pada $\alpha = 0.05$, sedangkan *delay* dan *jitter* belum signifikan secara statistik. Dengan demikian, penerapan *queue tree* menghasilkan perbaikan kualitas QoS dan distribusi *bandwidth* yang lebih terstruktur pada jaringan PT. Lapan Technology Indonesia.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Singaperbangsa Karawang, khususnya Fakultas Ilmu Komputer, yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, dan motivasi dalam proses penyusunan artikel ini. Semoga dukungan yang diberikan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan penelitian dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fikri Dwilaksono, Henni Endah Wahanani, & Mohammad Idhom. (2025). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree dengan PCQ di SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi*, 5(2), 58–72.
- Ghozali, M. I., Murti, A. C., & Muzid, S. (2024). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet untuk Optimalisasi Bandwith. *KLIK (Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer)*, 4(6), 3155–3162. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i6.1948>
- Hidayat, S., Sulaeman, Nursubana, L., Nuryamin, Y., & Akhirianto, P. (2021). Implementasi Management Bandwidth Dengan Metode Queue Tree Berbasis Mikrotik Pada Balai Besar Pelatihan Kesehatan Jakarta. *Jurnal Informatics and Computer Engineering Journal*, 1(2). <https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/ije/c/>
- Mahfuzhi, A. W., Abdullah, D., Juhardi, U., & Pallas, R. (2023). Implementasi Metode Pcq-Queue Tree Pada Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Quality Of Service Jaringan Internet Di Desa Renah Semanek. *Jurnal Media Infotama*, 19(2), 339–350.
- Nisa, I. S. N., Rahmat Miyarno Saputro, Tegar Fatwa Nugroho, & Alfirna Rizqi Lahitani. (2024). Analisis Quality of Service (QoS) Menggunakan Standar Parameter Tiphon pada Jaringan Internet Berbasis Wi-Fi Kampus 1 Unjaya. *Teknomatika: Jurnal Informatika dan Komputer*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.30989/teknomatik.a.v17i1.1307>
- Nurmawan, A., Ismayanti, R., & Alameka, F. (2024). Implementasi Jaringan Hotspot Menggunakan Metode Queue Tree Pada Router Mikrotik Toko Sinar Jaya. *164 JURTI*, 8(2), 2579–8790. <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/INF/index>
- Paryanto, E., Afriansyah, D., & Eko Hendro, D. P. (2022). Penerapan Metode Queue Tree Pada

- Bandwidth Management Mikrotik (Studi kasus: SMK Swadhipa 1 Natar). *Jurnal Teknologi dan Informatika (JEDA)*, 3(1), 2745–8911.
<https://jurnal.umitra.ac.id/index.php/JEDA/>
- Pratama, R., Dedy Irawan, J., & Orisa, M. (2022). ANALISIS QUALITY OF SERVICE SISTEM MANAJEMEN BANDWIDTH PADA JARINGAN LABORATORIUM TEKNIK INFORMATIKA ITN MALANG. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(1), 196–204.
- Prihantoro, C., Hidayah, A. K., & Fernandez, S. (2021). Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 13(2), 81.
<https://doi.org/10.46964/justti.v13i2.750>
- Raihan Aldino, D., & Prapanca, A. (2025). Analisis Quality Of Service Menggunakan Metode Queue Tree Sebagai Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Internet PT. Timber Kreasi. *Journal of Informatics and Computer Science*, 06.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jinacs/>
- Safinatunnaza, S., Noviriandini, A., Indriyani, L., & Fauziah, S. (2025). LAN Bandwidth Management Using the Queue Tree Method. *Golden Ratio of Data in Summary*, 5(1), 07–13.
<https://doi.org/10.52970/grdis.v5i1.887>
- Sugiyono. (2013). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF, DAN R&D*. ALFABETA.
- Toni Corline Sianturi, A., & Simanjuntak, P. (2024). IMPLEMENTASI QUALITY OF SERVICE MENGGUNAKAN METODE QUEUE TREE DAN MANGLE PADA MIKROTIK ROUTER OS DI PT BATAM BINTAN TELEKOMUNIKASI. *JURNAL COMASIE*, 10(2), 41–50.
<https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/8447/4090>
- Uky, N. T., Kelen, Y. P. K., & Fallo, K. (2026). IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWITH JARINGAN MENGGUNAKAN METODE QUEUE TREE PADA SMA 1 KEFAMENANU. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v14i1.8300>
- Wibowo, R. B. S., & Komalasari, Y. (2025). Penerapan Quality of Service Menggunakan Hierarchical Token Bucket Pada Jaringan Internet Menggunakan Mikrotik di PT. Triwall Indonesia. *Jurnal Komputer Antartika*, 3(2), 42–46.
<https://doi.org/10.70052/jka.v3i2.734>
- Wulandari Situngkir, S., Yuliana Siallagan, S., Angel Tumanggor, A., & Kiswanto, D. (2025). IMPLEMENTASI FIREWALL FILTER RULES UNTUK KEAMANAN JARINGAN DAN METODE QUEUE TREE UNTUK MANAJEMEN BANDWIDTH PADA MIKROTIK. *JUTIK : Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 11(2), 207–218.
<https://jurnal.undhirabali.ac.id/index.php/jutik/>
- Yuliansyah, E., Nabil Hatami, M., & Reza Fahlevi, M. (2026). IMPLEMENTASI QUEUE TREE DAN MANGLE UNTUK OPTIMALISASI JARINGAN BERBASIS MIKROTIK DI UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA INDONESIA. *JURNAL DEVICE*, 16(1), 11–18.

[https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/dev
ice/article/view/11093](https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/dev
ice/article/view/11093)

