

STUDI KOMPERATIF SIMPLE QUEUE DAN QUEUE TREE DALAM PENGEDALIAN LALU LINTAS JARINGAN DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU MENGGUNAKAN QOS

Erdian Ralupi, Sastya Hendri Wibowo, A.R Walad Mahfuzhi, Dedy Abdullah

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Jalan Bali, Kp. Bali Kota Bengkulu, Indonesia

erdianralulj@gmail.com

ABSTRAK

Pengendalian lalu lintas jaringan yang efektif sangat diperlukan untuk menjaga kualitas layanan pada lingkungan perguruan tinggi dengan tingkat penggunaan internet yang tinggi. Universitas Muhammadiyah Bengkulu menghadapi tantangan dalam pengelolaan bandwidth agar distribusi trafik tetap stabil dan merata. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja metode Simple Queue dan Queue Tree dalam pengendalian lalu lintas jaringan menggunakan pendekatan Quality of Service (QoS). Parameter yang diuji meliputi throughput, Latency (delay), Packet loss, dan Back To Back, kemudian metode yang dipakai dalam penelitian ini eksperimen dengan pendekatan komparatif kuantitatif Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode mampu meningkatkan performa jaringan, namun Queue Tree memberikan stabilitas yang lebih baik pada kondisi trafik tinggi, terutama pada parameter jitter dan packet loss. Sementara itu, Simple Queue lebih sederhana dalam konfigurasi dan implementasi. Berdasarkan hasil analisis, Queue Tree lebih direkomendasikan untuk jaringan dengan kebutuhan manajemen bandwidth yang kompleks dan jumlah pengguna yang besar.

Kata kunci : Qos, Simple Queue, Queue Tree, Manajemen Bandwidth

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan yang pesat telah membawa dampak signifikan terhadap peningkatan volume lalu lintas data. Seiring dengan bertambahnya pengguna dan perangkat yang terhubung ke jaringan, kebutuhan untuk mengelola dan mengontrol lalu lintas data menjadi semakin krusial. Tanpa pengendalian yang efektif, jaringan dapat mengalami kemacetan, penurunan kinerja, dan ketidakstabilan, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas layanan (Quality of Service/QoS) yang diterima oleh pengguna. Implementasi mekanisme pengendalian lalu lintas yang efisien dan andal menjadi suatu keharusan dalam menjaga performa jaringan [1]

Oleh karena itu dalam hal ini di perlukan manajemen bandwidth, Karena diperlukannya penyediaan layanan internet yang baik untuk menjaga performa lalu lintas jaringan yang baik, Simple Queue merupakan metode antrian yang paling dasar, di mana paket data diproses secara berurutan. Meskipun sederhana, metode ini dapat menghadapi tantangan dalam situasi dengan volume lalu lintas yang tinggi, di mana kemacetan dan latensi dapat terjadi. Di sisi lain, Queue Tree menawarkan pendekatan yang lebih kompleks dengan mengorganisir paket data dalam struktur pohon yang memungkinkan pengelolaan antrian yang lebih efisien dan responsif terhadap perubahan beban lalu lintas.[2]

Hal ini memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk mengevaluasi dan membandingkan performa dari berbagai teknik pengendalian lalu lintas,

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, berikut ini adalah uraian permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini Bagaimana

yaitu Analisa perbandingan antara kedua metode manajemen bandwidth jaringan Simple queue dan queue tree di universitas Muhammadiyah Bengkulu? Dan ada pun tujuan dalam penelitian ini pertama untuk melakukan studi komparatif antara kedua metode antrian tersebut dalam konteks pengendalian lalu lintas

Kemudian beberapa hal hal yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan yang telah di bahas Penyelesaian dilakukan dengan merancang skenario pengujian yang merepresentasikan kondisi nyata jaringan di Universitas Muhammadiyah Bengkulu, kemudian mengimplementasikan kedua metode manajemen bandwidth tersebut secara terpisah pada perangkat router, Hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui perbedaan performa masing-masing metode dalam berbagai kondisi beban trafik. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu memberikan rekomendasi teknis yang tepat terkait metode manajemen bandwidth yang paling optimal dalam meningkatkan stabilitas dan kualitas layanan jaringan di lingkungan perguruan tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, penulis sedikit banyak mengambil referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang berjudul “analisa manajemen bandwidth simple queue dan queue tree” penelitian ini menggunakan metode simple queue dan queue tree pada mikrotik dimana keduanya merupakan fitur manajemen bandwidth, tetapi queue tree lebih stabil dan memiliki kecepatan internet yang lebih tinggi sedangkan simple queue dianggap lebih sederhana dan tidak stabil. Analisa perbandingan bandwidth mengungkapkan

bahwa, queue tree dapat menstabilkan bandwidth dari pada simple queue tergantung pada jumlah pengguna. Kedua metode ini bisa dijalankan secara bersamaan dalam satu jaringan [3]

Berkaitan dengan penelitian yang berjudul “Perbandingan Simple Queue dan Queue Tree pada Manajemen Bandwith Jaringan Mikrotik di Lab TKJ SMK Tunas Harapan Pati” Bahwa pada Metode Simple Queues merupakan metode yang cukup sederhana dalam melakukan konfigurasinya. Kekurangan yang terdapat pada metode Simple Queues adalah, kita tidak bisa mengalokasikan bandwith khusus buat ICMP (Internet Control Message Protocol), sehingga apabila pemakaian bandwith pada klien sudah penuh, ping time nya akan naik dan bahkan RTO (Request Timed Out). Simple Queues cenderung tidak rata dan stabil untuk manajemen bandwith dengan Client berupa DHCP atau target dengan IP Network. Bandwith pada Simple Queues akan habis seiring dengan bertambahnya client yang terhubung atau jumlah Client pada Simple Queue adalah terbatas. Sedangkan pada metode Queue Tree adalah kita dapat mengalokasikan bandwidth ICMP. Jadi ketika bandwith yang terdapat pada klien penuh, ping time nya masih dapat stabil. Konfigurasi yang akan dilakukan cukup rumit, kita harus mengatur konfigurasi parameter mangle terlebih dahulu untuk melakukan konfigurasinya. Mangle pada Queue Tree membutuhkan dua konfigurasi firewall yaitu yang pertama untuk mengidentifikasi Src (source) internet dan identifikasi target client (berupa IP Address atau Network). Queue Tree memanajemen bandwith Client DHCP Secara merata dan stabil (Ping kecil tanpa RTO) dan berbeda dengan Simple Queue bandwith pada Queue Tree diatur sedemikian rupa sehingga ketika ada salah satu Client yang tidak aktif menggunakan internet maka bandwith Client tersebut akan disalurkan ke Client lain yang aktif. [4]

Berkaitan dengan penelitian yang berjudul “Perbandingan Metode simple queue dan queue tree dalam optimalisasi manajemen bandwith” Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dengan membandingkan metode simple queue dan queue tree pada usaha cyberkomnet dengan pengambilan 6 customer dengan paket 5 mbps. Dapat kesimpulan yaitu sebagai berikut, melihat hasil uji speed test pada manajemen bandwidth dengan menggunakan 6 customer cyberkomnet 5 mbps dalam kecepatan internet, dalam pengecekan kedua metode yang digunakan dan akan dibandingkan metode simple queue tidak melebihi batas kecepatan yang ditentukan untuk metode queue tree melebihi batasan yang digunakan. [5]

Berkaitan dengan penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Simple Queue, Queue Tree dan Hierarchical Token Bucket pada Hotspot Mikrotik” Penggunaan koneksi pada metode Simple Queue kurang fleksibel untuk jaringan yang lebih kompleks karena Penggunaan koneksi pada metode Simple Queue

kurang fleksibel untuk jaringan yang lebih kompleks karena memiliki batasan bandwidth tertentu dan juga memiliki skala yang kecil. Pada metode Queue Tree dalam melakukan manajemen bandwidth penggunaan koneksi jaringan lebih kompleks, karena pembatasan bandwidth berdasarkan alamat IP, protokol atau port sehingga Queue Tree dapat mengendalikan lalu lintas jaringan. a memiliki batasan bandwidth tertentu dan juga memiliki skala yang kecil. Pada metode Queue Tree dalam melakukan manajemen bandwidth penggunaan koneksi jaringan lebih kompleks, karena pembatasan bandwidth berdasarkan alamat IP, protokol atau port sehingga Queue Tree dapat mengendalikan lalu lintas jaringan. [6]

Berkaitan dengan penelitian yang berjudul “Analisis Quality of service (Qos) pada permainan game online menggunakan metode peer connection queue dengan antrian queue tree” Pengaturan bandwidth adalah hal yang sangat penting dalam layanan internet. Metode Peer Connection Queue (PCQ) melakukan pembagian bandwidth secara otomatis dan merata di antara banyak klien. Sedangkan Queue Tree melakukan pengaturan bandwidth dengan membatasi satu arah koneksi saja, baik koneksi untuk download maupun upload. Dengan penerapan metode PCQ dan Queue Tree diharapkan setiap pengguna yang mengakses internet bisa mendapatkan alokasi bandwidth yang sama. Penelitian dilakukan dengan membandingkan penggunaan bandwidth sebelum dan sesudah penggunaan metode PCQ dan Queue Tree. [7]

2.1. Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah interkoneksi sejumlah besar komputer independen yang dihubungkan bersama melalui media kabel atau nirkabel. Istilah “autonomous” dapat diartikan bahwa sebuah komputer tidak dapat sepenuhnya mengelola komputer lain melalui koneksi, sehingga memungkinkan komputer lain untuk mematikan, memulai ulang, mengakses file, dan menyebabkan kerusakan pada sistem. Internet berfungsi sebagai ilustrasi jaringan semacam itu, di mana setiap komputer mengelola filenya sendiri secara mandiri. Komputer dapat mengirim dan menerima data melalui internet, tetapi tidak dapat mengontrol komputer lain secara keseluruhan. [8]

2.2. Mikrotik

MikroTik adalah perusahaan Latvia yang didirikan pada tahun 1996 untuk membuat sistem dan router ISP nirkabel. Mayoritas negara di dunia saat ini memiliki akses ke perangkat keras dan perangkat lunak konektivitas Internet Mikrotik. Pada tahun 1997, dimungkinkan untuk mengembangkan sistem perangkat lunak RouterOS, yang menawarkan stabilitas, kontrol, dan banyak fleksibilitas untuk semua jenis perutean dan antarmuka data berkat pengalaman dengan sistem perutean lengkap dan perangkat keras PC standar industri. Merek RouterBOARD didirikan ketika proxy memutuskan

pada tahun 2002 untuk memproduksi perangkat kerasnya sendiri. [9]



Gambar 1. Mikrotik RB2011UiAS-2HnD-IN.

2.3. Winbox

Winbox adalah utilitas yang dapat digunakan untuk menghubungkan dan mengkonfigurasi mikrotik menggunakan alamat MAC atau Protokol IP. Winbox memungkinkan konfigurasi Mikrotik RouterOS dan RouterBoard dengan cepat dan mudah dalam mode GUI. Winbox dibangun dengan binary Win32, tetapi bekerja di 13 Linux dan MAC OSX menggunakan wine. semua fitur winbox dirancang dan dibuat untuk semirip mungkin dengan fitur konsol [10]



Gambar 2. Winbox

2.4. Bandwidth

Bandwidth merupakan suatu ukuran dari banyaknya informasi yang mengalir dari satu tempat ke tempat lainnya dengan waktu tertentu, dimana satuan yang dipakai untuk bandwidth adalah bits per second (bps). Bandwidth juga dapat digunakan untuk mengukur aliran data analog dan aliran data digital. Bandwidth sering juga disebut dengan Data Transfer atau traffic yaitu daya tampung atau kapasitas kabel ethernet supaya bisa dilewati traffic paket data dalam jumlah tertentu. Bandwidth sering juga dikatakan dengan keluar masuk data (upload-download) [2]

2.5. Metode Simple Queue

Simple queue adalah salah satu metode manajemen bandwidth dengan skenario jaringan sederhana, pada simple queue packet classification dan marking packet tidak wajib di konfigurasi. Namun sebenarnya pada simple queue juga bisa melakukan manajemen bandwidth terhadap packet-packet yang sudah di marking [3]

2.6. Metode Queue Tree

Queue tree adalah salah satu metode manajemen bandwidth yang konfigurasi queue nya bersifat one way yaitu bersifat satu arah. Queue tree hanya mampu melakukan queue untuk satu arah jenis traffic, artinya jika dilakukan konfigurasi pada queue tree terhadap bandwidth download, maka konfigurasi tersebut tidak akan melakukan queue pada bandwidth upload. Berlaku juga untuk sebaliknya. Sehingga jika ingin

melakukan queue untuk traffic download dan upload maka harus membuat 2 konfigurasi queue.[6]

2.7. Quality Of Service

Parameter pengujian Quality Of Service (QoS) antara lain:

- Throughput Menunjukkan kecepatan maksimum yang dapat dicapai perangkat jaringan tanpa kehilangan paket. Hasil throughput diukur dalam satuan Mbps.[11]
- Latency (Delay) Mengukur waktu yang dibutuhkan oleh paket data untuk berpindah dari titik sumber ke tujuan. Diukur dalam milidetik (ms).
- Packet Loss Menunjukkan persentase paket yang hilang selama proses transmisi. Semakin kecil nilai packet loss, semakin baik kualitas jaringan.
- Back to Back Digunakan untuk mengukur kemampuan perangkat jaringan dalam menangani paket data yang dikirim secara beruntun (burst) tanpa jeda waktu antar paket dan tanpa terjadi frame loss. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas buffer dan kemampuan pemrosesan perangkat jaringan ketika menerima lonjakan trafik dalam waktu yang sangat singkat.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan komparatif kuantitatif, yaitu membandingkan performa Simple Queue dan Queue Tree dalam pengendalian lalu lintas jaringan berdasarkan parameter QoS.

3.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat dan relevan dengan tujuan penelitian, digunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

- Observasi Langsung (Direct Observation) Peneliti mengamati langsung kondisi jaringan, performa router, dan konfigurasi bandwidth di lingkungan UPTIK. Melalui observasi, diperoleh gambaran nyata tentang bagaimana jaringan bekerja dan tantangan yang dihadapi ketika jumlah pengguna meningkat.
- Eksperimen (Experimental Method) Data utama penelitian diperoleh melalui percobaan langsung, yaitu dengan mengonfigurasi router MikroTik menggunakan dua metode (Simple Queue dan Queue Tree), kemudian Melihat Sesuai Parameter QoS
- Dokumentasi (Documentation Method) Setiap hasil pengujian berupa data throughput, latency, packet loss dan back to back didokumentasikan dalam bentuk tabel Selain itu, dokumentasi juga dilakukan terhadap proses konfigurasi, hasil tangkapan Wireshark, dan tangkapan layar (screenshot) Winbox.
- Studi Pustaka (Library Research) Pengumpulan informasi dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu digunakan untuk memperkuat landasan

teori serta membandingkan hasil penelitian dengan penelitian sejenis

3.2. Tahap Penelitian

- Perancangan Topologi Jaringan Langkah awal adalah mendesain topologi jaringan sederhana yang terdiri dari router MikroTik, switch, satu client, dan satu server. Topologi ini digunakan untuk menguji performa jaringan dalam kondisi terkendali.
- Konfigurasi Router MikroTik dengan Simple Queue Menetapkan alamat IP untuk setiap perangkat. Menentukan batasan bandwidth upload dan download untuk client.
- Konfigurasi Router MikroTik dengan Queue Tree Menentukan manglerule untuk memisahkan traffic berdasarkan arah (upload/download). Menetapkan parent queue dan child queue dengan pembagian bandwidth tertentu. Melakukan pengujian yang sama seperti pada Simple Queue agar hasil dapat dibandingkan secara adil.
- Pelaksanaan Pengujian Jaringan Pengujian dilakukan dalam kondisi lalu lintas data yang sama untuk memastikan kestabilan hasil. Parameter yang diuji meliputi throughput, latency, packet loss dan back to back
- Pencatatan dan Analisis Hasil Uji Semua hasil pengujian dicatat dalam tabel perbandingan antara Simple Queue dan Queue Tree untuk setiap parameter.

3.3. Analisis Data

Data Dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan pendekatan komparatif. Analisis dilakukan untuk menilai dan membandingkan hasil pengujian antara metode Simple Queue dan Queue Tree berdasarkan setiap parameter pengujian. Langkah-langkah analisis data:

- Menghitung nilai rata-rata (mean) setiap parameter kemudian Membandingkan nilai antara kedua metode untuk menentukan performa terbaik.
- Menyajikan hasil dalam bentuk tabel untuk memperjelas perbandingan.
- Menarik kesimpulan mengenai metode yang paling efisien dalam mengelola lalu lintas jaringan

Dari hasil analisis, diharapkan dapat diketahui bahwa metode yang memiliki nilai throughput lebih tinggi, latency lebih rendah, packet loss lebih kecil, dan jitter lebih stabil merupakan metode yang lebih baik untuk digunakan dalam pengendalian lalu lintas jaringan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Bengkulu

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Troughput Simple Queue

Tabel 1. Pengujian Troughput

Frame Size (Byte)	Protocol	Bandwidth Target (Mbps)	Bandwidth Achieved (Mbps)	% Achieved
64	UDP	100	14.4	14.4%
128	UDP	100	29.6	29.6%
256	UDP	100	59.2	59.2%
512	UDP	100	94.6	94.6%
1024	UDP	100	98.7	98.7%
1518	UDP	100	99.2	99.2%
1518	TCP	100	98.4	98.4%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai throughput meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran frame. Pada ukuran frame kecil (64–256 byte), throughput yang dicapai relatif rendah, yaitu sebesar 14,4 Mbps (14,4%), 29,6 Mbps (29,6%), dan 59,2 Mbps (59,2%). Rendahnya throughput pada frame kecil disebabkan oleh tingginya jumlah packet per second (PPS) yang harus diproses oleh router. Semakin kecil ukuran frame, semakin banyak jumlah paket yang dikirim untuk memenuhi bandwidth target. Pada ukuran frame 512 byte, throughput meningkat secara signifikan hingga 94,6 Mbps (94,6%), yang menunjukkan bahwa router mulai mampu memproses trafik dengan lebih efisien. Hal ini disebabkan oleh menurunnya jumlah PPS, sehingga beban CPU router menjadi lebih ringan. Pada ukuran frame 1024 byte dan 1518 byte, throughput yang dicapai mendekati bandwidth target, masing-masing sebesar 98,7 Mbps (98,7%) dan 99,2 Mbps (99,2%).

4.2. Pengujian Frame Loss Simple Queue

Tabel 2. Pengujian Frame Loss

Frame Size (Byte)	Packets Sent	Packets Received	Loss (%)
64	100.000	95.000	5%
128	100.000	97.000	3%
256	100.000	98.500	1.5%
512	100.000	99.200	0.8%
1024	100.000	99.500	0.5%
1518	100.000	99.700	0.3%

Pengujian Frame Loss Rate (FLR) dilakukan untuk mengetahui tingkat kehilangan paket data pada pengiriman menggunakan protokol UDP dengan variasi ukuran frame. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan jaringan dalam mempertahankan integritas pengiriman paket pada kondisi lalu lintas tertentu. Berdasarkan hasil pengujian pada, terlihat bahwa persentase kehilangan paket cenderung menurun seiring dengan bertambahnya ukuran frame. Pada ukuran frame 64

byte, tingkat kehilangan paket tercatat sebesar 5%, sedangkan pada ukuran frame 128 byte mengalami penurunan menjadi 3%. Selanjutnya, pada ukuran frame 256 byte, nilai loss kembali menurun menjadi 1,5%, dan terus berkurang hingga mencapai 0,3% pada ukuran frame 1518 byte. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa pada kondisi pengujian ini, jaringan dengan penerapan Simple Queue mampu menangani pengiriman paket UDP dengan baik, terutama pada ukuran frame yang lebih besar. Rendahnya nilai frame loss pada ukuran frame besar mengindikasikan bahwa mekanisme antrian pada Simple Queue masih bekerja secara efektif dalam mengelola lalu lintas data, sehingga kehilangan paket dapat diminimalkan.

4.3. Pengujian Latency (Delay) Simple Queue

Tabel 3. Pengujian Latency ICMP

Kondisi Queue	Frame Size (Byte)	Min (ms)	Avg (ms)	Max (ms)	Loss %
Simple Queue Active	64	0.680	0.877	1.039	0%
Simple Queue Active	128	0.762	0.888	1.055	0%
Simple Queue Active	256	0.957	1.032	1.106	0%
Simple Queue Active	512	0.926	0.952	1.002	0%
Simple Queue Active	1024	0.793	0.979	1.144	0%
Simple Queue Active	1472	0.895	1.019	1.088	0%

Pengujian latency dilakukan untuk mengukur waktu tunda (delay) pengiriman paket dari sumber ke tujuan pada kondisi Simple Queue aktif. Pengujian ini menggunakan protokol ICMP Ping dengan variasi ukuran frame mulai dari 64 byte hingga 1472 byte guna melihat pengaruh ukuran paket terhadap waktu tunda jaringan. Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata latency (Avg) pada metode Simple Queue berada pada rentang 0,877 ms hingga 1,032 ms. Nilai latency minimum (Min) tercatat antara 0,680 ms hingga 0,957 ms, sedangkan latency maksimum (Max) berada pada rentang 1,002 ms hingga 1,144 ms. Selain itu, seluruh pengujian menunjukkan nilai packet loss sebesar 0%, yang menandakan tidak terjadi kehilangan paket selama proses pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan Simple Queue tidak menimbulkan

penundaan yang signifikan terhadap pengiriman paket, meskipun ukuran frame yang digunakan bervariasi. Antrian paket yang terbentuk pada Simple Queue masih berada dalam kondisi stabil, sehingga kinerja jaringan tetap terjaga pada beban trafik normal.

4.4. Pengujian Back To Back Simple Queue

Tabel 4. Pengujian Back To Back

Frame Size (Byte)	Burst Duration (ms)	Packet Loss (%)	Max PPS (Packets per second)
64	100	4%	148,000
128	100	3%	125,000
256	100	2%	95,000
512	100	1%	72,000
1024	100	0.6%	48,000
1518	100	0.3%	33,000

Pengujian Back-to-Back dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan router dalam menangani lonjakan trafik (burst traffic) secara berurutan dalam waktu singkat. Parameter ini digunakan untuk menilai kestabilan jaringan pada kondisi beban puncak, khususnya ketika router harus memproses paket dalam jumlah besar dengan interval waktu yang sangat rapat. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, terlihat bahwa persentase packet loss cenderung menurun seiring dengan bertambahnya ukuran frame. Pada ukuran frame 64 byte, packet loss tercatat sebesar 4% dengan nilai maksimum packet per second (PPS) mencapai 148.000 paket/detik. Sementara itu, pada ukuran frame 1518 byte, packet loss menurun menjadi 0,3% dengan nilai maksimum PPS sebesar 33.000 paket/detik. Jika dikaitkan dengan hasil Frame Loss Rate pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa ukuran frame yang lebih kecil menghasilkan beban pemrosesan yang lebih tinggi pada router.

Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah paket per detik (PPS) yang harus ditangani, sehingga beban kerja prosesor router menjadi lebih berat. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya kemungkinan terjadinya kehilangan paket pada saat trafik burst. Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa kestabilan jaringan pada metode Simple Queue masih dipengaruhi oleh ukuran frame dan intensitas trafik. Semakin kecil ukuran frame dan semakin tinggi nilai PPS, maka semakin besar pula potensi terjadinya packet loss pada kondisi beban puncak.

4.5. Pengujian Troughput Queue Tree

Tabel 5. Pengujian Troughput

Frame Size	Protocol	Bandwidth Target	Achieved (Receiver)	% Achieved	Packet Loss / Retr
64 B	UDP	100 Mbps	14.2 Mbps	14%	70% Loss
128 B	UDP	100 Mbps	29.0 Mbps	29%	56% Loss
256 B	UDP	100 Mbps	52.7 Mbps	53%	34% Loss
512 B	UDP	100 Mbps	88.1 Mbps	88%	0.49% Loss
1024 B	UDP	100 Mbps	93.9 Mbps	94%	0.03% Loss
1470 B (≈1518B)	UDP	100 Mbps	95.7 Mbps	96%	0.0012% Loss
1470 B	TCP	100 Mbps	91.9 Mbps	92%	0 Retr

Berdasarkan Tabel 5, hasil pengujian throughput pada metode Queue Tree menunjukkan bahwa kinerja jaringan sangat dipengaruhi oleh ukuran frame yang digunakan. Pada frame size kecil, khususnya 64 byte dan 128 byte, throughput yang dicapai masih jauh di bawah bandwidth target 100 Mbps, masing-masing hanya sebesar 14,2 Mbps (14%) dan 29,0 Mbps (29%), disertai tingkat packet loss yang tinggi hingga 70% dan 56%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa router mengalami beban pemrosesan yang signifikan saat harus menangani paket berukuran kecil dalam jumlah besar.

Seiring dengan meningkatnya ukuran frame, throughput yang dicapai menunjukkan peningkatan yang signifikan. Pada frame size 512 byte, throughput telah mencapai 88,1 Mbps (88%) dengan packet loss yang sangat rendah (0,49%), dan terus meningkat hingga 95,7 Mbps (96%) pada frame size 1470 byte dengan tingkat packet loss yang hampir nol (0,0012%).

Hal ini menunjukkan bahwa Queue Tree bekerja lebih efisien dalam menangani paket berukuran besar. Pada pengujian menggunakan protokol TCP dengan frame size 1470 byte, throughput yang dicapai sebesar 91,9 Mbps (92%) tanpa adanya retransmission, yang menandakan bahwa mekanisme kontrol aliran TCP dapat berjalan dengan baik pada kondisi Queue Tree aktif. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa metode Queue Tree memberikan beban komputasi yang lebih berat pada router dibandingkan Simple Queue, terutama saat memproses paket-paket berukuran kecil secara masif, namun tetap mampu memberikan kinerja throughput yang optimal pada ukuran paket yang lebih besar.

4.6. Pengujian Frame Loss Queue Tree

Tabel 6. Frame Loss

Frame Size	Bandwidth Target	Sent Datagrams	Lost Datagrams	Loss (%)
64	100 Mbps	961,848	677,793	70%
128	100 Mbps	644,580	361,113	56%
256	100 Mbps	388,414	130,632	34%
512	100 Mbps	216,462	1,060	0.49%
1024	100 Mbps	114,775	31	0.03%
1470	100 Mbps	81,405	1	0.001%

Berdasarkan Tabel 6, hasil pengujian frame loss pada bandwidth target 100 Mbps menunjukkan bahwa tingkat kehilangan paket sangat dipengaruhi oleh ukuran frame yang digunakan. Pada ukuran frame kecil, yaitu 64 byte dan 128 byte, persentase frame loss tergolong sangat tinggi, masing-masing sebesar 70% dan 56%. Hal ini mengindikasikan bahwa router mengalami kesulitan dalam memproses paket berukuran kecil yang dikirimkan dalam jumlah besar secara simultan.

Seiring dengan meningkatnya ukuran frame, tingkat frame loss mengalami penurunan yang signifikan. Pada frame size 256 byte, frame loss menurun menjadi 34%, kemudian turun drastis pada ukuran 512 byte dengan nilai hanya 0,49%. Penurunan

ini semakin terlihat pada ukuran frame 1024 byte dan 1470 byte, di mana frame loss masing-masing hanya sebesar 0,03% dan 0,001%, yang menunjukkan performa jaringan yang sangat stabil.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa implementasi Queue Tree mampu memberikan kinerja yang optimal pada ukuran paket menengah hingga besar, namun kurang efisien dalam menangani trafik dengan ukuran paket kecil dalam jumlah masif. Temuan ini memperkuat hasil pengujian throughput dan back-to-back yang menunjukkan bahwa beban komputasi router meningkat secara signifikan pada kondisi pengiriman paket kecil, sehingga berdampak langsung pada tingginya tingkat frame loss.

4.7. Pengujian Latency (Delay) Queue tree

Tabel 7. Latency(Delay)

Kondisi Queue	Frame Size (Byte)	Min (ms)	Avg (ms)	Max (ms)	Loss %
Queue Tree Active	64	0.680	0.877	1.039	0%
Queue Tree Active	128	0.762	0.888	1.055	0%
Queue Tree Active	256	0.957	1.032	1.106	0%
Queue Tree Active	512	0.926	0.952	1.002	0%
Queue Tree Active	1024	0.793	0.979	1.144	0%
Queue Tree Active	1472	0.895	1.019	1.088	0%

Berdasarkan Tabel 7 hasil pengujian latensi pada kondisi Queue Tree aktif menunjukkan bahwa nilai latensi berada pada rentang yang relatif rendah dan stabil untuk seluruh variasi frame size yang diuji, mulai dari 64 byte hingga 1472 byte. Nilai latensi minimum tercatat berkisar antara 0,680 ms hingga 0,957 ms, sedangkan nilai rata-rata berada pada rentang 0,877 ms hingga 1,032 ms. Adapun nilai latensi maksimum masih berada di bawah 1,2 ms, yang menandakan performa jaringan tetap responsif.

Selain itu, tidak ditemukan packet loss (0%) pada seluruh skenario pengujian, yang menunjukkan bahwa penerapan Queue Tree mampu menjaga keandalan pengiriman data meskipun dilakukan pengaturan bandwidth secara terstruktur. Pola hasil pengukuran ini menunjukkan kecenderungan yang serupa dengan metode Simple Queue, namun terdapat sedikit variasi pada nilai latensi yang dapat diindikasikan sebagai efek dari proses tambahan pada CPU router, khususnya akibat penerapan aturan Mangle dalam mekanisme Queue Tree.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa implementasi Queue Tree tidak memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan latensi jaringan, sehingga masih layak digunakan untuk manajemen bandwidth tanpa mengorbankan kualitas layanan.

4.8. Pengujian Back To Back Queue Tree

Tabel 8. Back To Back

Frame Size	Burst Duration (ms)	Packets Sent	Packets Received	Packet Loss (%)	Max PPS (Approx)
64	1000	587,733	29,917	95%	49,000 PPS
128	1000	530,627	30,668	94%	64,000 PPS
256	1000	386,298	28,122	93%	38,000 PPS
512	1000	215,339	25,024	88%	21,600 PPS
1024	1000	114,767	13,022	89%	11,400 PPS
1470	1000	81,537	9,127	89%	8,100 PPS

Berdasarkan Tabel 8, hasil pengujian back-to-back menunjukkan kemampuan router dalam menangani trafik burst atau lonjakan paket secara tiba-tiba pada durasi pengiriman 1000 ms. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa pada ukuran frame kecil, yaitu 64 byte, 128 byte, dan 256 byte, router mengalami tingkat packet loss yang sangat tinggi, masing-masing mencapai 95%, 94%, dan 93%. Kondisi ini mengindikasikan keterbatasan router dalam memproses paket berukuran kecil dengan laju paket (packets per second/PPS) yang tinggi, meskipun nilai maksimum PPS tercatat cukup besar.

Seiring dengan meningkatnya ukuran frame, jumlah paket yang dikirimkan berkurang, sehingga beban pemrosesan pada router menjadi lebih ringan. Pada ukuran frame 512 byte hingga 1470 byte, nilai packet loss cenderung menurun dan stabil, meskipun masih berada pada kisaran 88–89%. Namun demikian, penurunan laju PPS yang signifikan menunjukkan bahwa router mampu menangani trafik burst secara lebih terkontrol pada ukuran paket yang lebih besar.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa performa Queue Tree sangat dipengaruhi oleh ukuran paket pada kondisi trafik burst. Router mengalami kesulitan saat menangani lonjakan paket kecil dalam jumlah besar, sedangkan pada ukuran frame yang lebih besar, kinerja sistem menjadi lebih stabil dan efisien. Temuan ini menegaskan bahwa konfigurasi Queue Tree memberikan beban komputasi yang tinggi pada router, khususnya dalam skenario back-to-back dengan frame size kecil.

4.9. Pembahasan

Pembahasan ini bertujuan untuk menginterpretasikan hasil pengujian kinerja

manajemen bandwidth jaringan menggunakan metode Queue Tree pada perangkat router di Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Parameter yang dianalisis meliputi latency, throughput, frame loss, dan kemampuan router dalam menangani trafik burst (back-to-back). Selain itu, pembahasan ini juga mengaitkan hasil pengujian dengan karakteristik metode Simple Queue sebagai pembanding konseptual, sesuai dengan rumusan masalah penelitian

4.10. Analisis Metode Queue tree

Kinerja perangkat jaringan yang digunakan dalam penelitian ini dianalisis melalui parameter latency, throughput, back-to-back, dan frame loss. Hasil pengujian latency menunjukkan bahwa router mampu mempertahankan waktu tunda yang sangat rendah dan stabil, dengan nilai rata-rata di bawah 1,1 ms dan tanpa packet loss. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan Queue Tree tidak memberikan dampak signifikan terhadap responsivitas jaringan.

Namun, keterbatasan kinerja perangkat jaringan terlihat jelas pada pengujian throughput dan back-to-back, terutama saat menangani trafik dengan ukuran frame kecil. Pada pengujian back-to-back, router mengalami packet loss yang sangat tinggi ketika menerima burst trafik ber-PPS tinggi, yang menunjukkan keterbatasan kemampuan router dalam memproses lonjakan trafik secara tiba-tiba. Kondisi ini menegaskan bahwa kapasitas pemrosesan CPU router menjadi faktor pembatas utama dalam implementasi Queue Tree.

Sebaliknya, saat ukuran frame ditingkatkan menjadi 512 byte ke atas, performa perangkat jaringan menunjukkan peningkatan yang signifikan. Nilai throughput menjadi lebih stabil dan packet loss menurun drastis. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat jaringan mampu bekerja secara optimal ketika beban PPS lebih rendah, sehingga proses antrian dan penjadwalan paket dapat dilakukan dengan lebih efisien.

Dengan demikian, kinerja perangkat jaringan di Universitas Muhammadiyah Bengkulu dinilai baik dalam mendukung manajemen bandwidth menggunakan Queue Tree, dengan catatan bahwa karakteristik trafik jaringan dan kapasitas perangkat harus menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan metode manajemen bandwidth

4.11. Sintesis Pembahasan

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa metode Queue Tree efektif dalam mengelola bandwidth jaringan dengan kebutuhan pengaturan yang kompleks, terutama pada trafik dengan ukuran paket menengah hingga besar. Namun, metode ini kurang optimal dalam menangani trafik berukuran kecil dan trafik burst yang tinggi karena meningkatnya beban pemrosesan router.

Oleh karena itu, pemilihan metode manajemen bandwidth harus disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan jaringan. Queue Tree lebih tepat diterapkan

pada jaringan dengan struktur pengguna yang kompleks dan perangkat router dengan spesifikasi yang memadai, sementara metode Simple Queue secara konseptual lebih sesuai untuk jaringan dengan kebutuhan pengelolaan bandwidth yang lebih sederhana

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis manajemen bandwidth jaringan menggunakan metode Queue Tree pada perangkat router di Universitas Muhammadiyah Bengkulu, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu

Metode Queue Tree mampu mengelola bandwidth jaringan secara terstruktur melalui mekanisme parent-child queue dan penandaan paket menggunakan Mangle. Metode ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam pengaturan distribusi bandwidth, terutama pada jaringan dengan kebutuhan pengelolaan yang kompleks. Namun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja Queue Tree sangat dipengaruhi oleh ukuran frame, di mana pada ukuran frame kecil terjadi penurunan throughput yang signifikan serta peningkatan frame loss yang cukup tinggi. Kemudian Pada ukuran frame menengah hingga besar (≥ 512 byte), metode Queue Tree menunjukkan performa yang optimal. Throughput yang dicapai mendekati bandwidth target 100 Mbps, sementara nilai frame loss menurun secara signifikan hingga mendekati 0%. Kondisi ini menunjukkan bahwa perangkat jaringan mampu bekerja secara efisien ketika beban packet per second (PPS) lebih rendah. Dan Secara konseptual, dibandingkan dengan metode Simple Queue, Queue Tree menawarkan fleksibilitas pengaturan bandwidth yang lebih tinggi, namun membutuhkan sumber daya perangkat yang lebih besar. Oleh karena itu, pemilihan metode manajemen bandwidth harus disesuaikan dengan karakteristik trafik jaringan dan spesifikasi perangkat router yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan penggunaan metode Queue Tree pada jaringan dengan lalu lintas tinggi dan kebutuhan pengelolaan bandwidth yang kompleks karena lebih stabil dalam menjaga throughput dan prioritas trafik. Simple Queue dapat digunakan pada jaringan berskala kecil dengan kebutuhan manajemen bandwidth sederhana. Selain itu, disarankan penggunaan perangkat jaringan dengan spesifikasi hardware yang lebih tinggi untuk mengurangi packet loss pada trafik padat, serta penelitian selanjutnya dapat mengembangkan pengujian dengan parameter tambahan dan kondisi jaringan yang lebih mendekati lingkungan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fredriansyah, "Model Pemanfaatan Jaringan Komputer," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–43, 2023.
- [2] E. Darmawan, I. Purnama, T. Ihromi, R. Mahardika, and I. W. S. Wicaksana, "Bandwidth Manajemen Queue Tree VS Simple Queue," *Konf. Nas. Sist. Inf.*, pp. 642–647, 2021.
- [3] S. Prayoga, "Analisa Manajemen Bandwith Simple Queue Dan Queue Tree," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 95–101, 2021.
- [4] Imam Syafi'i, "Comparison of Simple Queues and Queue Trees in Bandwidth Management for Mikrotik Networks in the TKJ Lab at SMK Tunas Harapan Pati Perbandingan Simple Queues dan Queue Tree pada Manajemen Bandwith Jaringan Mikrotik di Lab TKJ SMK Tunas Harapan Pati," vol. 3, no. 2, pp. 12–24, 2022.
- [5] N. Naufal Anwari, T. Nur Padilah, U. Singaperbangsa Karawang Jl HSRonggo Waluyo, T. Timur, and J. Barat, "(3) Perbandingan Metode Simple Queue Dan Queue Tree Dalam Optimalisasi Manajemen Bandwidth," *J. Inf. dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 96–100, 2022.
- [6] L. Riska, Husaini, and Fachri Yanuar Rudi F, "Analisis Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Simple Queue, Queue Tree dan Hierarchical Token Bucket pada Hotspot Mikrotik," *eProceeding of TIK Vol.4 No.1 Mei 2024*, vol. 4, no. 1, pp. 62–69, 2024.
- [7] N. Nurvila, I. Isnawaty, and L. F. Aksara, "ANALISIS QUALITY of SERVICE (QoS) PADA PERMAINAN GAME ONLINE MENGGUNAKAN METODE PEER CONNECTION QUEUE DENGAN ANTRIAN QUEUE TREE," *semanTIK*, vol. 7, no. 2, p. 183, 2021, doi: 10.55679/semanik.v7i2.17525.
- [8] R. Febriani and E. Susanti, "Kinerja Transmission Control Protocol (Tcp) Pada Jaringan Wireless Di Pt.Indosat," *J. TELISKA*, vol. 5, no. 1, pp. 56–62, 2021.
- [9] A. Zainy et al., "INSTALASI MIKROTIK PADA VIRTUALBOX DAN PENGKONEKSAN ANTARA MIKROTIK DI VIRTUALBOX DENGAN WINBOX DI SMK S TERUNA PADANG SIDEMPUNAN of Knowing How to Install Mikrotik on VirtualBox and Connecting Mikrotik to Winbox at SMK S Teruna Padangsidempuan," *J. Adam J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 106–118, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.spada.ipts.ac.id/index.php/adam>
- [10] M. Fadhli and K. Ardiansyah, "Analisis Perbandingan Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimalisasi Manajemen Bandwidth Pada Mikrotik SMKN 1 Al-Mubarkaya," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 80–88, 2024, doi: 10.32672/jnkti.v7i1.8031.
- [11] R. N. Duri and M. Juansen, "Perbandingan Quality of Service dengan Standarisasi Tiphon : Metode Simple Queue dan Per Connection Queue," *J. Process. Anal.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–17, 2025.