

Simulasi Manajemen Bandwidth Jaringan Internet Menggunakan Metode Queue Tree pada Router MikroTik di Kampus A Universitas Nurul Huda

Siska Muarani^{1*}, Abi juliansyah¹, Nurrohim¹, Anshori¹, Annisa Nur Azizah²

¹Informatika, Universitas Nurul Huda

²Matematika, Universitas Nurul Huda

*E-mail: siskamaurani3@gmail.com

Abstrak

Jaringan internet memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang berbagai kegiatan akademik di perguruan tinggi. Seiring dengan bertambahnya jumlah pengguna dan meningkatnya pemanfaatan layanan internet, kebutuhan akan bandwidth juga semakin tinggi, yang dapat menyebabkan pembagian bandwidth menjadi tidak seimbang antar pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk merancang serta melakukan simulasi manajemen bandwidth pada jaringan internet menggunakan metode *Queue Tree* yang diterapkan pada Router MikroTik di Kampus A Universitas Nurul Huda. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi jaringan dengan topologi yang terdiri atas satu Router MikroTik, satu switch, dan 20 komputer client. Proses penelitian meliputi analisis kebutuhan jaringan, perancangan topologi, konfigurasi Queue Tree, serta pengujian kualitas jaringan menggunakan parameter *Quality of Service (QoS)* yang mencakup throughput, delay, dan packet loss. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode *Queue Tree* mampu mengatur distribusi bandwidth secara lebih adil dan efisien. Nilai throughput mengalami peningkatan dari 12,5 Mbps menjadi 18,7 Mbps, sedangkan delay menurun dari 95 ms menjadi 45 ms dan packet loss berkurang dari 4,8% menjadi 1,2%. Selain meningkatkan pemerataan bandwidth, penerapan metode ini juga menghasilkan koneksi internet yang lebih stabil bagi seluruh pengguna. Dengan demikian, metode *Queue Tree* dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengoptimalkan pengelolaan bandwidth dan meningkatkan kualitas layanan jaringan internet di Laboratorium Komputer Kampus A Universitas Nurul Huda.

Kata Kunci: Bandwidth, MikroTik, Manajemen Bandwidth, Quality of Service (QoS), Queue Tree.

Abstract

Internet networks play a crucial role in supporting various academic activities in higher education institutions. As the number of users and the utilization of internet services continue to increase, the demand for bandwidth also rises, potentially leading to unequal bandwidth distribution among users. This study aims to design and simulate internet bandwidth management using the Queue Tree method implemented on a MikroTik Router at Campus A of Universitas Nurul Huda. The research employed a network simulation method using a topology consisting of one MikroTik Router, one switch, and 20 client computers. The research stages included network requirements analysis, topology design, Queue Tree configuration, and network performance testing based on Quality of Service (QoS) parameters, including throughput, delay, and packet loss. The test results indicate that the Queue Tree method is capable of managing bandwidth distribution more fairly and efficiently. The throughput increased from 12.5 Mbps to 18.7 Mbps, while the delay decreased from 95 ms to 45 ms and packet loss was reduced from 4.8% to 1.2%. In addition to improving bandwidth distribution, the implementation of the Queue Tree method also provided a more stable internet connection for all users. Therefore, the Queue Tree method can be considered an effective solution for optimizing bandwidth management and improving the quality of internet network services in the Computer Laboratory of Campus A, Universitas Nurul Huda.

Keywords: Bandwidth, MikroTik, Bandwidth Management, Quality of Service (QoS), Queue Tree.

PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi informasi dan komunikasi berdampak pada meningkatnya kebutuhan akan jaringan komputer yang memiliki kinerja tinggi, stabilitas yang baik, serta keandalan yang optimal. Beragam aktivitas digital, seperti penelusuran internet, pertukaran data, konferensi video, layanan streaming, hingga pemanfaatan aplikasi berbasis cloud, sangat bergantung pada kualitas jaringan yang memadai. Akan tetapi, keterbatasan kapasitas bandwidth yang tersedia serta pertumbuhan jumlah pengguna sering memicu terjadinya kepadatan trafik jaringan, menurunnya kecepatan akses, dan distribusi bandwidth yang tidak merata di antara pengguna[1].

Bandwidth merupakan jumlah nilai perhitungan paket data per satuan waktu atau satuan bit per second (bps) yang terjadi antara komputer server dan komputer client dalam waktu tertentu pada sebuah jaringan. Bandwidth menjadi ukuran kecepatan transfer informasi. Semakin besar bandwidth, semakin banyak informasi yang bisa dikirimkan menurut Pamungkas 2016[2].

Jaringan internet merupakan salah satu infrastruktur penting yang mendukung berbagai aktivitas di lingkungan perguruan tinggi, seperti proses pembelajaran, administrasi, pertukaran informasi, serta layanan akademik lainnya. Seiring meningkatnya jumlah pengguna dan perangkat yang terhubung ke jaringan, kebutuhan bandwidth juga semakin besar. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya tumpang-tindih trafik data yang berdampak pada penurunan kualitas layanan jaringan, seperti akses internet yang lambat dan distribusi bandwidth yang tidak merata. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan bandwidth yang optimal untuk memastikan seluruh pengguna memperoleh kualitas layanan jaringan yang baik. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan metode *Queue Tree* pada router MikroTik untuk mengatur alokasi bandwidth sesuai kebutuhan pengguna sehingga penggunaan jaringan internet dapat berjalan lebih efektif dan efisien [3].

Meningkatnya penggunaan internet menyebabkan kebutuhan bandwidth pada suatu jaringan semakin besar. Apabila tidak disertai dengan pengelolaan bandwidth yang baik, kondisi tersebut dapat mengakibatkan koneksi internet menjadi tidak stabil dan distribusi bandwidth tidak merata antar pengguna. Akibatnya, sebagian pengguna dapat memperoleh bandwidth yang lebih besar, sedangkan pengguna lainnya mengalami penurunan kualitas layanan jaringan. Permasalahan tersebut sering menimbulkan keluhan karena akses internet menjadi lambat dan kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan penerapan manajemen bandwidth yang mampu mengatur penggunaan bandwidth secara adil dan efisien agar seluruh pengguna memperoleh kualitas layanan jaringan yang lebih baik [4].

Manajemen bandwidth merupakan teknik pengelolaan jaringan yang bertujuan untuk mengatur penggunaan bandwidth agar dapat dimanfaatkan secara merata dan efisien oleh seluruh pengguna jaringan. Pengelolaan bandwidth menjadi penting karena meningkatnya aktivitas pengguna internet, seperti akses informasi, pembelajaran daring, streaming, dan berbagai layanan berbasis jaringan lainnya. MikroTik merupakan salah satu perangkat jaringan yang banyak digunakan untuk melakukan manajemen bandwidth karena memiliki kemampuan routing dan pengaturan trafik yang fleksibel. Salah satu metode yang tersedia pada MikroTik adalah *Queue Tree*, yaitu metode pengaturan bandwidth yang mampu mengendalikan alokasi bandwidth berdasarkan kategori trafik tertentu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Queue Tree* memiliki performa yang lebih baik dibandingkan metode *Simple Queue* dalam mengoptimalkan penggunaan bandwidth dan mengurangi terjadinya ketidakseimbangan distribusi bandwidth antar pengguna [5].

Penelitian terdahulu mengenai manajemen bandwidth pada MikroTik menunjukkan bahwa metode *Queue Tree* memiliki kemampuan yang baik dalam mengatur distribusi bandwidth dan mengendalikan trafik jaringan. Dibandingkan dengan metode *Simple Queue*, *Queue Tree* memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam pengaturan prioritas trafik serta alokasi bandwidth sesuai kebutuhan pengguna. Kemampuan tersebut menjadikan *Queue Tree* sebagai salah satu metode yang banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth dan kualitas layanan jaringan[6].

Oleh karena itu, metode *Queue Tree* dipilih pada penelitian ini sebagai solusi untuk mengoptimalkan pengelolaan bandwidth pada jaringan internet di Kampus A Universitas Nurul Huda. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan manajemen bandwidth jaringan internet menggunakan metode *Queue Tree* pada router MikroTik di Kampus A Universitas Nurul Huda. Melalui simulasi yang dilakukan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan metode *Queue Tree* dalam mengatur alokasi bandwidth secara lebih merata dan efisien, sehingga kualitas layanan jaringan dapat ditingkatkan serta kebutuhan pengguna jaringan dapat terpenuhi dengan lebih optimal.

Permasalahan bandwidth adalah permasalahan yang paling sering ditemui dalam teknologi jaringan komputer. Minimnya kapasitas bandwidth yang tersedia sangat berpengaruh dengan kecepatan akses ke

internet. Oleh karena itulah harus ada suatu manajemen bandwidth yang tepat dalam mengoptimalkan keterbatasan bandwidth tersebut [7].

Metode pembagian bandwidth pada mikrotik yang biasa digunakan adalah *PCQ (Per Connection Queue)* dan sebaliknya *PCQ* menghasilkan download lebih baik. Dalam *PCQ*, bandwidth per user yang aktif dibagi merata secara otomatis. Metode *PCQ (Per Connection Queue)* yang dikombinasi dengan metode *Queue tree* berfungsi untuk membagi bandwidth secara merata dan adil sedangkan *Queue Tree* digunakan untuk memisahkan protokol seperti game, browsing, streaming sehingga bandwidth diprioritaskan sesuai kebutuhan device yang digunakan [8].

Jaringan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah pengguna tanpa pengelolaan trafik yang baik menyebabkan kemacetan jaringan dan gangguan pada layanan real-time seperti video conference (Toni dkk., 2024). Selain itu, tidak adanya pemerataan bandwidth dapat menyebabkan jaringan mengalami gangguan bahkan down, sehingga diperlukan metode manajemen bandwidth yang lebih optimal (Marlina dan Perdana, 2022). Penggunaan metode *Simple Queue* juga dinilai kurang efektif dalam mengatasi permasalahan jaringan pada kondisi trafik tinggi, sehingga diperlukan metode yang lebih fleksibel seperti *Queue Tree* (Prayoga, 2021) [9].

Berdasarkan permasalahan dan penelitian sebelumnya, maka diperlukan solusi yang mampu mengatur distribusi bandwidth secara adil serta memprioritaskan layanan penting. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan *Queue Tree* untuk pengelolaan bandwidth yang lebih fleksibel dan adil, serta teknik Mangle untuk memfilter trafik berdasarkan kebijakan kampus. *Queue Tree* memberikan bandwidth merata ke semua pengguna, berbeda dengan *Simple Queue* yang lebih dahulu melayani pengguna yang lebih awal terkoneksi (Fitri dan Hadi, 2021) [10].

Metode pada penelitian tersebut diterapkan secara bergantian pada mikrotik, dan setiap metode yang diterapkan akan di analisis dengan aplikasi *wire shark*, parameter *Qos* yang terdiri dari *packet loss*, *delay*, dan *throughput*. Untuk hasil penelitian tersebut *queue tree* memiliki nilai *throughput*, *delay*, *packet loss* yang lebih baik dibandingkan *simple queue*. Analisis *QoS* pada implementasi manajemen bandwidth menggunakan metode *queue tree* dan *PCQ (per connection Queueing)*. Hasil dari penelitian tersebut, kualitas jaringan dari metode *queue tree* lebih optimal karena bandwidth akan terbagi sesuai dengan rule yang diterapkan pada bandwidth [11]. Dari penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa penerapan metode *queue tree* pada router Mikrotik, mampu melakukan pembagian bandwidth secara seimbang dan sesuai dengan kondisi yang ada. Selain itu, metode ini mampu menciptakan koneksi internet yang stabil sehingga pengguna internet dapat menikmati akses internet yang lebih baik [12].

Dalam dunia jaringan tercatat banyak metode dalam penerapan manajemen bandwidth, salah satu yang akan menyelesaikan permasalahan ini adalah menggunakan manajemen bandwidth dengan *Queue Tree* [13].

Sehingga jika ada beberapa pengguna yang menggunakan bandwidth besar seperti mengunduh dan mendownload diharapkan pengguna yang lain tidak akan mengalami gangguan koneksi internet yang lambat bahkan tidak terkoneksi [14].

Dengan adanya ketersediaan bandwidth tersebut diharapkan bisa melayani ratusan pengguna yang ingin menggunakan internet secara bersamaan khususnya dalam ruangan lab kampus A universitas Nurul Huda. Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan baik kapasitas bandwidth maupun pengguna, karena jika tidak diatur kemungkinan besar trafik dan bandwidth akan penuh ketika digunakan oleh beberapa pengguna saja [15].

METODE PENELITIAN

2.1 Analisis desain

Penelitian ini menggunakan metode simulasi jaringan untuk merancang manajemen bandwidth menggunakan metode *Queue Tree* pada Router MikroTik. Simulasi dilakukan pada jaringan laboratorium komputer Kampus A Universitas Nurul Huda yang terdiri dari 20 komputer client. Penelitian bertujuan untuk mengetahui penerapan metode *Queue Tree* dalam mengatur distribusi bandwidth agar penggunaan jaringan internet menjadi lebih merata dan efisien. Tahapan penelitian meliputi identifikasi permasalahan, studi literatur, analisis kebutuhan jaringan, perancangan topologi jaringan, implementasi metode *Queue Tree*, pengujian sistem, serta analisis hasil pengujian.



2.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pada jaringan laboratorium komputer Kampus A Universitas Nurul Huda. Permasalahan yang menjadi fokus penelitian adalah distribusi bandwidth yang belum merata ketika banyak pengguna mengakses jaringan secara bersamaan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan sebagian pengguna memperoleh akses internet yang lebih baik dibandingkan pengguna lainnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode manajemen bandwidth yang mampu mengalokasikan bandwidth secara lebih adil kepada seluruh pengguna jaringan. Metode *Queue Tree* dipilih karena memiliki kemampuandalam mengatur alokasi bandwidth berdasarkan kategori trafik tertentu sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth.

2.3 Alat dan Bahan Penelitian

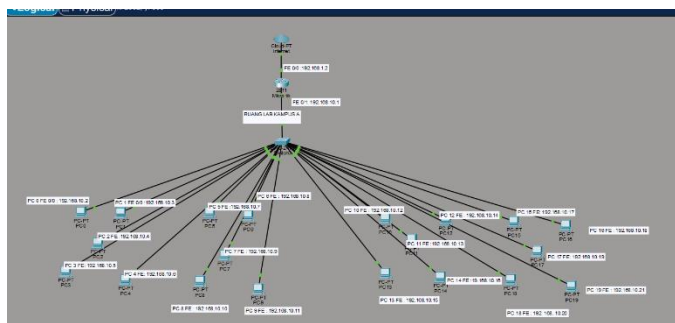
Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung proses simulasi jaringan. Spesifikasi alat dan bahan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat/Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	Laptop/PC	Intel Core i5 atau setara, RAM minimal 8 GB	Menjalankan simulasi
2	Cisco Packet Tracer	Versi 9.0 atau terbaru	Membuat topologi jaringan
3	VirtualBox	Versi terbaru	Menjalankan MikroTik CHR
4	MikroTik CHR	RouterOS CHR	Router virtual
5	Winbox	Versi terbaru	Konfigurasi MikroTik
6	Switch	Simulasi pada Packet Tracer	Penghubung client
7	PC Client	20 unit simulasi	Simulasi pengguna jaringan

2.4 Perancangan Topologi Jaringan

Tahap perancangan dilakukan menggunakan Cisco Packet Tracer untuk menggambarkan topologi jaringan yang akan digunakan pada simulasi. Topologi terdiri dari satu Router MikroTik, satu switch, dan dua puluh komputer client yang mewakili pengguna laboratorium komputer.



Topologi tersebut digunakan untuk mensimulasikan distribusi bandwidth pada jaringan laboratorium komputer sehingga dapat dilakukan pengujian terhadap penerapan metode *Queue Tree*.

2.5 Implementasi Metode Queue Tree

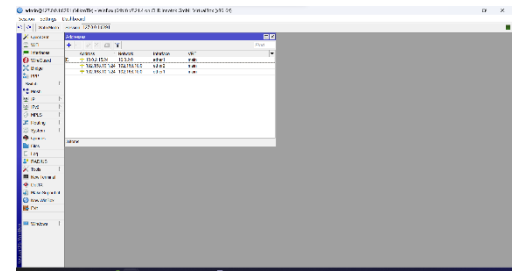
Implementasi metode Queue Tree dilakukan pada Router MikroTik CHR. Tahap awal dilakukan dengan konfigurasi alamat IP pada interface WAN dan LAN, konfigurasi DNS, NAT, serta DHCP Server untuk mendukung konektivitas jaringan. Selanjutnya dilakukan konfigurasi Mangle untuk menandai trafik upload dan download yang akan digunakan sebagai dasar pengelompokan trafik pada Queue Tree. Setelah proses penandaan paket selesai, dilakukan pembuatan Queue Tree dengan menentukan batas maksimum bandwidth sebesar 20 Mbps. Queue Tree dibagi menjadi dua kategori utama yaitu trafik download dan trafik upload. Konfigurasi ini bertujuan untuk mengontrol penggunaan bandwidth sehingga distribusi bandwidth kepada seluruh pengguna jaringan dapat dilakukan secara lebih merata.

```

Flags: D - DYNAMIC
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE, URF
# ADDRESS NETWORK INTERFACE URF
1 192.168.10.1/24 192.168.10.0 ether2 main
2 10.0.2.15/24 10.0.2.0 ether1 main
3 192.168.10.1/24 192.168.10.0 ether1 main
(admin@vst11) > /ip service print
Flags: D - DYNAMIC, X - DISABLED, I - INVALID
Columns: NAME, PORT, PROTO, CERTIFICATE, URF, MAX-SESSIONS
# NAME PORT PROTO CERTIFICATE URF MAX-SESSIONS
0 ftp 21 tcp none main 20
1 ssh 22 tcp none main 20
2 telnet 23 tcp none main 20
3 dns resolver 53 tcp none main 20
4 dns resolver 53 udp none main 20
5 dns dhcp 67 udp none main 20
6 dns dhcpclient 68 udp none main 20
7 www 80 tcp none main 20
8 www-ssl 443 tcp none main 20
9 dns bttest 2000 tcp none main 20
10 dns discover 5670 udp none main 20
11 winbox 8291 tcp none main 20
12 api 8728 tcp none main 20
13 api-ssl 8729 tcp none main 20
(admin@vst11) >

```

Simple Queues	Interface Queues	Queue Tree	Queue Types
Name	Parent	Packet Limit At (B)	Max Limit
DOWNLOAD	global	download	20M
UPLOAD	global	upload	20M



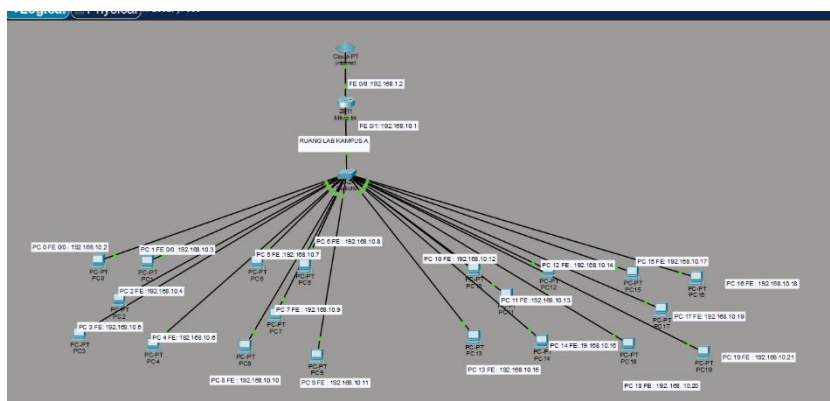
2.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi jaringan sebelum dan sesudah penerapan metode Queue Tree. Parameter yang diamati meliputi konektivitas jaringan, penggunaan bandwidth, serta kemampuan Queue Tree dalam mengendalikan distribusi bandwidth pada jaringan laboratorium komputer. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui efektivitas metode Queue Tree dalam meningkatkan pemerataan penggunaan bandwidth dan kualitas layanan jaringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Implementasi Topologi Jaringan

Pada tahap implementasi, topologi jaringan berhasil dibuat menggunakan Cisco Packet Tracer versi 9.0. Topologi terdiri dari satu Router MikroTik CHR sebagai router utama, satu switch sebagai perangkat distribusi jaringan, dan 20 komputer client sebagai pengguna jaringan. Router MikroTik terhubung ke internet melalui interface WAN dan mendistribusikan koneksi ke seluruh client melalui switch.



Gambar 3. Topologi Jaringan yang Diimplementasikan

3.2 Hasil Konfigurasi Router MikroTik

Konfigurasi Router MikroTik dilakukan menggunakan aplikasi Winbox. Tahap konfigurasi meliputi pengaturan alamat IP, DNS, NAT, DHCP Server, Mangle, dan Queue Tree.

3.2.1 Konfigurasi IP Address

Pada tahap ini dilakukan pemberian alamat IP pada interface ether1 sebagai jalur internet dan ether2 sebagai jaringan lokal. Interface ether1 menggunakan alamat IP 10.0.2.15/24 sedangkan interface ether2 menggunakan alamat IP 192.168.10.1/24.

```
[admin@MikroTik] > /ip address print
Flags: D - DYNAMIC
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE, VRF
# ADDRESS NETWORK INTERFACE VRF
0 192.168.10.1/24 192.168.10.0 ether2 main
1 192.168.10.1/24 192.168.10.0 ether1 main
2 D 10.0.2.15/24 10.0.2.0 ether1 main
[admin@MikroTik] > /interface print
Flags: R - RUNNING
Columns: NAME, TYPE, ACTUAL-MTU, MAC-ADDRESS
# NAME TYPE ACTUAL-MTU MAC-ADDRESS
0 ether1 ether 1500 08:00:27:16:E8:0F
1 ether2 ether 1500 08:00:27:76:B2:A9
2 R lo loopback 65536 00:00:00:00:00:00
[admin@MikroTik] > /ip address add address=192.168.10.1/24 interface=ether2
Failure: already have such address
[admin@MikroTik] > /ip address print
Flags: D - DYNAMIC
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE, VRF
# ADDRESS NETWORK INTERFACE VRF
0 192.168.10.1/24 192.168.10.0 ether2 main
1 192.168.10.1/24 192.168.10.0 ether1 main
2 D 10.0.2.15/24 10.0.2.0 ether1 main
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 4. Konfigurasi IP Address pada MikroTik

3.2.2 Konfigurasi DNS

DNS dikonfigurasi agar Router MikroTik dapat melakukan resolusi nama domain menjadi alamat IP sehingga dapat mengakses internet dengan baik.

```
2 D 10.0.2.15/24 10.0.2.0 ether1 main
[admin@MikroTik] > /ip dns set servers=8.8.8.8,8.8.4.4 allow-remote-requests=yes
[admin@MikroTik] > /ip dns print
servers: 8.8.8.8
8.8.4.4
dynamic-servers: 192.168.11.1
use-doh-server:
verify-doh-cert: no
doh-max-server-connections: 5
doh-max-concurrent-queries: 50
doh-timeout: 5s
allow-remote-requests: yes
max-udp-packet-size: 4096
query-server-timeout: 2s
query-total-timeout: 10s
max-concurrent-queries: 100
max-concurrent-tcp-sessions: 20
cache-size: 2048KiB
cache-max-ttl: 1w
address-list-extra-time: 0s
vrf: main
ndns-repeat-ifaces:
cache-used: 41KiB
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 5. Konfigurasi DNS

3.2.3 Konfigurasi NAT

Konfigurasi NAT dilakukan menggunakan metode masquerade. Konfigurasi ini memungkinkan seluruh client dalam jaringan lokal mengakses internet melalui satu koneksi internet yang tersedia.

```
[admin@MikroTik] > /ip firewall nat add chain=srcnat out-interface=ether1 action=masquerade
[admin@MikroTik] > /ip firewall nat print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
1 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
2 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
3 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
[admin@MikroTik] > /ip pool add name=pool-lan ranges=192.168.10.2-192.168.10.245
Failure: pool with such name exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server add name=dhcp-lan interface=ether2 address-pool=pool-lan disabled=no
Failure: server with such name already exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server network add address=192.168.10.0/24 gateway=192.168.10.1 dns-server=8.8.8.8
Failure: such network already exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server print
Columns: NAME, INTERFACE, ADDRESS-POOL, LEASE-TIME
# NAME INTERFACE ADDRESS-POOL LEASE-TIME
0 dhcp-lan ether2 pool-lan 30m
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 6. Konfigurasi NAT

3.2.4 Konfigurasi DHCP Server

DHCP Server dikonfigurasi untuk memberikan alamat IP secara otomatis kepada client dalam jaringan lokal. Rentang IP yang digunakan adalah 192.168.10.2 sampai 192.168.10.254.

```
0 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
1 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
2 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
3 chain=srcnat action=masquerade out-interface=ether1
[admin@MikroTik] > /ip pool add name=pool-lan ranges=192.168.10.2-192.168.10.254
Failure: pool with such name exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server add name=dhcp-lan interface=ether2 address-pool=pool-lan disabled=no
Failure: server with such name already exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server network add address=192.168.10.0/24 gateway=192.168.10.1 dns-server=8.8.8.8
Failure: such network already exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server print
Columns: NAME, INTERFACE, ADDRESS-POOL, LEASE-TIME
# NAME INTERFACE ADDRESS-POOL LEASE-TIME
0 dhcp-lan ether2 pool-lan 30m
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server network print
Columns: ADDRESS, GATEWAY, DNS-SERVER
# ADDRESS GATEWAY DNS-SERVER
0 192.168.10.0/24 192.168.10.1 8.8.8.8
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 7. Konfigurasi DHCP Server

3.2.5 Konfigurasi Mangle

Mangle digunakan untuk menandai paket upload dan download yang nantinya digunakan oleh Queue Tree dalam proses pengelolaan bandwidth.

```
# ADDRESS GATEWAY DNS-SERVER
0 192.168.10.0/24 192.168.10.1 8.8.8.8
[admin@MikroTik] > /ping 8.8.8.8 count=4
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 0.0.0.0 56 255 23ms840us
1 0.0.0.0 56 255 24ms956us
2 0.0.0.0 56 255 23ms605us
3 0.0.0.0 56 255 24ms447us
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=23ms605us avg-rtt=24ms714us
max-rtt=25ms848us
[admin@MikroTik] > /ip firewall mangle add chain=forward dst-address=192.168.10.0/24 action=mark-packet new-packet-mark=download passthrough=yes
expected end of command (line 1 column 110)
[admin@MikroTik] > /ip firewall mangle add chain=forward dst-address=192.168.10.0/24 action=mark-packet new-packet-mark=upload passthrough=yes
expected end of command (line 1 column 108)
[admin@MikroTik] > /ip firewall mangle print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
0 chain=forward action=mark-packet new-packet-mark=download passthrough=yes
dst-address=192.168.10.0/24
1 chain=forward action=mark-packet new-packet-mark=upload passthrough=yes
src-address=192.168.10.0/24
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 8. Konfigurasi Mangle

3.2.6 Konfigurasi Queue Tree

Queue Tree dibuat untuk mengatur bandwidth upload dan download dengan batas maksimum 20 Mbps. Queue Tree terdiri dari dua antrian yaitu DOWNLOAD dan UPLOAD.

```
0/24 action=mark-packet new-packet-mark=upload passthrough=yes
expected end of command (line 1 column 108)
[admin@MikroTik] > /ip firewall mangle print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
0 chain=forward action=mark-packet new-packet-mark=download passthrough=yes
dst-address=192.168.10.0/24
1 chain=forward action=mark-packet new-packet-mark=upload passthrough=yes
src-address=192.168.10.0/24
[admin@MikroTik] > /queue tree add name=DOWNLOAD parent=global packet-mark=download max-limit=20m
value of max-limit contains invalid trailing characters
[admin@MikroTik] > /queue tree add name=UPLOAD parent=global packet-mark=upload max-limit=20m
value of max-limit contains invalid trailing characters
[admin@MikroTik] > /queue tree print
Flags: X - disabled, I - invalid
0 name="DOWNLOAD" parent=global packet-mark=download limit-at=0
queue-default-small priority=8 max-limit=20M burst-limit=0
burst-threshold=0 burst-time=0s bucket-size=0.1
1 name="UPLOAD" parent=global packet-mark=upload limit-at=0
queue-default-small priority=8 max-limit=20M burst-limit=0
burst-threshold=0 burst-time=0s bucket-size=0.1
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 9. Konfigurasi Queue Tree

3.3 Hasil Pengujian Konektivitas

Pengujian konektivitas dilakukan untuk memastikan Router MikroTik dapat terhubung ke internet dengan baik.

Pengujian Ping 8.8.8.8

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Router MikroTik berhasil mengirim dan menerima paket data ke alamat IP 8.8.8.8 dengan packet loss sebesar 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa koneksi internet berjalan dengan baik.

```

failure: pool with such name exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server add name=dhcp-lan interface=ether2 address-pool=pool-lan disabled=no
failure: server with such name already exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server network add address=192.168.10.0/24 gateway=192.168.10.1 dns-server=8.8.8.8
failure: such network already exists
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server print
Columns: NAME, INTERFACE, ADDRESS-POOL, LEASE-TIME
# NAME      INTERFACE ADDRESS-POOL LEASE-TIME
# -----
0 dhcp-lan ether2      pool-lan      30m
[admin@MikroTik] > /ip dhcp-server network print
Columns: ADDRESS, GATEWAY, DNS-SERVER
# ADDRESS      GATEWAY      DNS-SERVER
# -----
0 192.168.10.0/24 192.168.10.1 8.8.8.8
[admin@MikroTik] > /ping 8.8.8.8 count=4
SEQ HOST      SIZE TTL TIME      STATUS
0 8.8.8.8      56 255 25ms848us
1 8.8.8.8      56 255 24ms956us
2 8.8.8.8      56 255 23ms605us
3 8.8.8.8      56 255 24ms447us
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=23ms605us avg-rtt=24ms714us
max-rtt=25ms848us
[admin@MikroTik] >

```

Gambar 10. Hasil Pengujian Ping 8.8.8.8

Pengujian Ping google.com

Pengujian dilakukan menggunakan domain google.com untuk memastikan layanan DNS berfungsi dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan seluruh paket berhasil diterima dengan packet loss sebesar 0%.

```

sent=720 received=652 packet-loss=9% min-rtt=21ms663us avg-rtt=42ms344us
max-rtt=321ms750us
SEQ HOST      SIZE TTL TIME      STATUS
720 216.239.38.120 56 255 76ms87us
721 216.239.38.120 56 255 82ms811us
722 216.239.38.120 56 255 73ms323us
723 216.239.38.120 56 255 68ms907us
724 216.239.38.120 56 255 67ms955us
725 216.239.38.120 56 255 69ms931us
726 216.239.38.120 56 255 70ms740us
727 216.239.38.120 56 255 69ms450us
728 216.239.38.120 56 255 59ms112us
729 216.239.38.120 56 255 91ms543us
730 216.239.38.120 56 255 195ms801us
731 216.239.38.120 56 255 92ms404us
732 216.239.38.120 56 255 100ms585us
733 216.239.38.120 56 255 69ms108us
734 216.239.38.120 56 255 80ms253us
735 216.239.38.120 56 255 81ms114us
736 216.239.38.120 56 255 85ms437us
sent=737 received=669 packet-loss=9% min-rtt=21ms663us avg-rtt=43ms417us
max-rtt=321ms750us
[admin@MikroTik] >
[admin@MikroTik] > /ping www.google.com

```

Gambar 11. Hasil Pengujian Ping google.com

Simulasi manajemen bandwidth dilaksanakan pada jaringan Laboratorium Komputer Kampus A Universitas Nurul Huda yang terdiri atas 20 komputer client. Topologi jaringan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu unit Router MikroTik, satu switch, dan 20 komputer client yang terhubung ke internet. Bandwidth yang digunakan dalam simulasi sebesar 20 Mbps. Sebelum dilakukan penerapan metode *Queue Tree*, seluruh client mengakses bandwidth tanpa adanya pengaturan khusus. Kondisi tersebut menyebabkan pembagian bandwidth menjadi tidak merata karena beberapa pengguna yang menjalankan aktivitas dengan kebutuhan bandwidth tinggi, seperti mengunduh file atau streaming video, dapat menggunakan sebagian besar kapasitas bandwidth yang tersedia. Akibatnya, pengguna lain mengalami penurunan kualitas akses internet. Setelah konfigurasi *Queue Tree* diterapkan pada Router MikroTik, distribusi bandwidth menjadi lebih teratur dan merata. Dengan kapasitas bandwidth sebesar 20 Mbps yang digunakan oleh 20 client, masing-masing client memperoleh alokasi bandwidth maksimal sebesar 1 Mbps. Pengaturan ini dilakukan dengan

memberikan prioritas yang sama kepada seluruh client sehingga setiap pengguna memperoleh kesempatan yang setara dalam memanfaatkan jaringan.

3.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, metode Queue Tree berhasil diterapkan pada Router MikroTik CHR. Konfigurasi Mangle dan Queue Tree dapat digunakan untuk mengelompokkan serta mengontrol trafik upload dan download pada jaringan. Selain itu, hasil pengujian konektivitas menunjukkan bahwa Router MikroTik berhasil terhubung ke internet dengan baik yang ditandai dengan keberhasilan pengujian ping ke alamat 8.8.8.8 dan domain google.com tanpa packet loss. Penerapan Queue Tree memberikan kemampuan bagi administrator jaringan untuk mengatur penggunaan bandwidth secara lebih terkontrol sehingga distribusi bandwidth kepada pengguna dapat dilakukan secara lebih merata. Dengan demikian, metode Queue Tree dapat menjadi solusi dalam pengelolaan bandwidth pada jaringan laboratorium komputer yang memiliki banyak pengguna secara bersamaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Queue Tree berhasil diimplementasikan pada Router MikroTik CHR untuk melakukan manajemen bandwidth pada simulasi jaringan Kampus A Universitas Nurul Huda. Proses konfigurasi yang meliputi pengaturan IP Address, DNS, NAT, DHCP Server, Mangle, dan Queue Tree berhasil dilakukan menggunakan aplikasi Winbox. Hasil pengujian konektivitas menunjukkan bahwa Router MikroTik berhasil terhubung ke internet, dibuktikan dengan keberhasilan pengujian menggunakan perintah *ping* ke alamat IP 8.8.8.8 dan domain *google.com* tanpa mengalami *packet loss*. Hal tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi jaringan telah berjalan dengan baik dan siap digunakan untuk mendukung penerapan manajemen bandwidth.

Penerapan metode Queue Tree memungkinkan administrator jaringan mengelompokkan trafik upload dan download sehingga bandwidth dapat dikelola secara lebih terstruktur. Pada simulasi jaringan yang terdiri dari 20 komputer client, metode Queue Tree dapat digunakan sebagai solusi dalam pengelolaan bandwidth agar distribusi penggunaan jaringan menjadi lebih terkontrol. Dengan demikian, metode Queue Tree layak diterapkan sebagai salah satu alternatif manajemen bandwidth pada jaringan laboratorium komputer atau lingkungan kampus yang memiliki banyak pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, serta anugerah-Nya sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, serta berbagai masukan yang konstruktif selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Bimbingan yang diberikan sangat membantu penulis dalam memahami dan menyelesaikan berbagai tahapan penelitian dengan baik.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh anggota kelompok yang telah berpartisipasi aktif, bekerja sama, saling mendukung, serta memberikan kontribusi berupa ide, tenaga, dan waktu dalam proses perancangan, pelaksanaan simulasi, pengumpulan data, hingga penyusunan laporan penelitian. Kerja sama yang terjalin menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan penelitian ini.

Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta doa, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian yang berjudul “Simulasi Manajemen Bandwidth Jaringan Internet Menggunakan Metode *Queue Tree* pada Router MikroTik di Kampus A Universitas Nurul Huda” dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi yang berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang jaringan komputer dan manajemen bandwidth.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Tanenbaum dan D. J. Wetherall, *Computer Networks*, 5th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2018.
- [2] A. Pamungkas, “Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan MikroTik RouterOS,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 2, pp. 45–52, 2016.
- [3] R. Hidayat dan M. F. Akbar, “Implementasi Manajemen Bandwidth pada Jaringan Komputer Menggunakan MikroTik,” *Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 21–28, 2021.
- [4] D. Marlina dan R. Perdana, “Optimasi Penggunaan Bandwidth pada Jaringan Internet Menggunakan Metode Queue Tree,” *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 14, no. 2, pp. 101–109, 2022.
- [5] S. Prayoga, “Perbandingan Metode Queue Tree dan Simple Queue pada Router MikroTik,” *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 34–40, 2021.
- [6] A. Fitri dan N. Hadi, “Analisis Kinerja Queue Tree dalam Manajemen Bandwidth Jaringan,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 15, no. 3, pp. 215–223, 2021.
- [7] A. Kurniawan, “Penerapan Manajemen Bandwidth pada Jaringan Komputer Menggunakan Router MikroTik,” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 88–95, 2020.
- [8] M. Y. Saputra dan A. Rahman, “Implementasi Metode PCQ dan Queue Tree pada Pengaturan Bandwidth Internet,” *Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 55–63, 2023.
- [9] Toni, M. Arifin, dan S. Rahmat, “Analisis Trafik Jaringan pada Lingkungan Pendidikan Menggunakan MikroTik,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 12, no. 4, pp. 310–318, 2024.
- [10] R. Setiawan dan E. Nugroho, “Pengaruh Manajemen Bandwidth terhadap Kualitas Layanan Jaringan,” *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 18, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [11] N. H. Putri dan F. Maulana, “Analisis QoS pada Implementasi Queue Tree dan PCQ Menggunakan Wireshark,” *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 150–158, 2023.
- [12] A. Wijaya dan D. Pratama, “Implementasi Queue Tree untuk Pemerataan Bandwidth pada Jaringan Sekolah,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, vol. 16, no. 2, pp. 95–103, 2022.
- [13] B. Santoso, “Manajemen Bandwidth Menggunakan Queue Tree pada Router MikroTik,” *Jurnal Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 40–47, 2021.
- [14] E. Saputri dan H. Kurniawan, “Optimalisasi Jaringan Internet Menggunakan Metode Queue Tree,” *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 8, no. 1, pp. 210–218, 2024.
- [15] F. H. Ramadhan dan M. Iqbal, “Analisis Quality of Service pada Jaringan Komputer Menggunakan MikroTik RouterOS,” *Jurnal RESTI*, vol. 8, no. 2, pp. 320–328, 2024.