

Penerapan Metode Queue Tree Dalam Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik Untuk Memudahkan Pembelajaran Dalam Menghadapi Dampak Covid-19

Migni Finces Manao¹, Alboy Sinaga², Soeb Aripin³

Teknologi Informasi, Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Budi Darma, Indonesia

Jl. Sisingamangaraja No. 338, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: mignifincesmanao2001@gmail.com, Sin79047@gmail.com, soebaripin@gmail.com

Abstrak—Masih berlangsungnya dampak pandemi Covid-19 mengakibatkan berbagai sektor mengalami penurunan salah satunya dibidang Pendidikan. Banyak cara yang dihadapi dalam dunia Pendidikan untuk memulihkan dampak yang disebabkan oleh Covid-19 yaitu melakukan pembelajaran secara daring dan luring [1]. Dalam menghadapi pelaksanaan pembelajaran tersebut terdapat kendala salah satunya pada pelaksanaan pembelajaran daring yang dilaksanakan pada SMK Negeri 1 Lubuk Pakam. Masalah yang sering timbul adalah pembagian bandwidth yang tidak merata ketika semua menggunakan akses internet Untuk menjaga kelancaran penggunaan internet, manajemen bandwidth yang baik diperlukan dengan tujuan mengatur besaran bandwidth dan menjamin para pengguna jaringan mendapatkan bandwidth yang adil dan memuaskan. Salah satu cara untuk mengatur besaran bandwidth dengan menggunakan metode queue tree. Metode Queues tree adalah pelimitan yang sangat rumit karena pelimitan ini berdasarkan protokol, ports, IP Address, bahkan kita harus mengaktifkan fitur Mangle pada Firewall jika ingin menggunakan Queue Tree. Dengan tujuan agar kapasitas bandwidth tersebut nantinya akan dibagikan kepada setiap pengguna jaringan sesuai dengan prioritasnya dalam penggunaan internet sehingga besarnya kapasitas bandwidth yang disediakan dapat dioptimalkan pada SMK Negeri 1 Lubuk Pakam. Dimana hasil penerapan metode queue tree yaitu dengan membuat max-limit download dan upload masing-masing sebesar 10Mbps. Download dan Upload masing-masing terbagi menjadi 2 yaitu download atau upload berat masing-masing mendapat max-limit 2,5 Mbps dan download atau upload ringan masing-masing mendapat max-limit 10 Mbps.

Kata Kunci: Manajemen Bandwidth; Mikrotik; Pembelajaran; Covid-19; Queue Tree;

Abstract— The ongoing impact of the Covid-19 pandemic has resulted in a decline in various sectors, one of which is in the field of education. There are many ways that are faced in the world of education for the impacts caused by Covid-19, namely by conducting bold and captivating learning [1]. In dealing with the implementation of this learning, there are obstacles, one of which is the implementation of bold learning which is carried out at SMK Negeri 1 Lubuk Pakam. The problem that often arises is the uneven distribution of bandwidth, all using internet access. To maintain good internet usage, bandwidth management is needed with the aim of managing bandwidth and ensuring fair and satisfactory network bandwidth users. One way to adjust the amount of bandwidth is by using the queue tree method. Queue tree method is a very complicated limitation because this limitation is based on protocol, port, IP address, even we have to activate the Mangle feature in Firewall if we want to use Queue Tree. With the aim that the bandwidth capacity will later be distributed to each network user according to their priorities in internet use so that the amount of bandwidth capacity provided can be optimized at SMK Negeri 1 Lubuk Pakam. Where the results of the application of the queuing method is to make the max-limit download and upload each of 10Mbps. Each download and upload is divided into 2, namely heavy downloads or uploads, each of which gets a max-limit of 2.5 Mbps and light downloads or uploads, each of which gets a max-limit of 10 Mbps.

Keywords: Bandwidth Management; Mikrotik; Learning; Covid19; Queue Tree;

1. PENDAHULUAN

Masih berlangsungnya dampak pandemi Covid-19 mengakibatkan berbagai sektor mengalami penurunan salah satunya dibidang Pendidikan. Banyak cara yang dihadapi dalam dunia Pendidikan untuk memulihkan dampak yang disebabkan oleh Covid-19 yaitu melakukan pembelajaran secara daring dan luring [1]. Dalam menghadapi pelaksanaan pembelajaran tersebut terdapat kendala salah satunya pada pelaksanaan pembelajaran daring yang dilaksanakan pada SMK Negeri 1 Lubuk Pakam. Pelaksanaan pembelajaran daring sangat membutuhkan jaringan internet yang stabil dan tinggi dikarenakan pada masa new normal para guru di SMK Negeri 1 Lubuk Pakam melaksanakan pembelajaran di sekolah. Pada SMK Negeri 1 Lubuk Pakam menggunakan jasa PT. Telkom dengan ISP Indihome sebagai penyedia layanan internet berlangganan dengan kecepatan 20 Mbps untuk akses internet secara keseluruhan, baik untuk guru, tata usaha dan siswa. Masalah yang sering timbul adalah pembagian bandwidth yang tidak merata ketika semua menggunakan akses internet, sebagai contoh ketika salah satu pengguna jaringan melakukan download menggunakan aplikasi internet download manager maka bandwidth akan tersedot pada pengguna jaringan tersebut, sehingga pengguna jaringan yang lain merasakan koneksi internet lambat yang mengakibatkan penyelesaian pekerjaan menjadi tertunda.

Untuk menjaga kelancaran penggunaan internet, manajemen bandwidth yang baik diperlukan dengan tujuan mengatur besaran bandwidth dan menjamin para pengguna jaringan mendapatkan bandwidth yang adil dan memuaskan. SMK Negeri 1 Lubuk Pakam menggunakan mikrotik RB951Ui-2HnD sebagai router yang memiliki kemampuan dapat mengetahui kemana rute perjalanan informasi yang akan dilewatkan, apakah ditujukan untuk pengguna jaringan lain yang satu network atau berada di network yang berbeda. Salah satu cara untuk mengatur besaran bandwidth dengan menggunakan metode queue tree. Metode Queues tree adalah pelimitan yang sangat rumit karena pelimitan ini berdasarkan protokol, ports, IP Address, bahkan kita harus mengaktifkan fitur Mangle pada Firewall jika ingin menggunakan Queue Tree [2]. Metode Queues Tree berfungsi untuk melimit bandwidth pada mikrotik yang mempunyai dua koneksi internet karena paket marknya lebih berfungsi dari pada di Simple Queues [3].

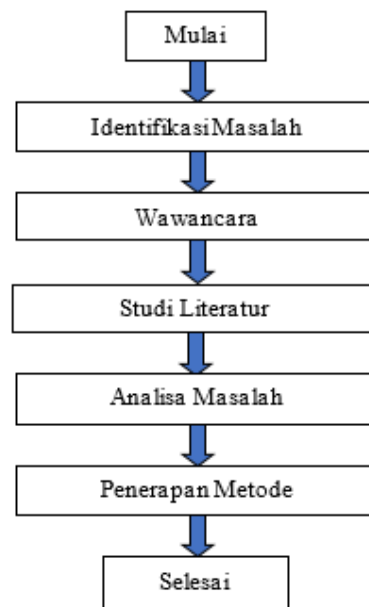
Terdapat beberapa penelitian yang dijadikan acuan dalam permasalahan dan penerapan metode Queue Tree yang digunakan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Cahyo Prihantoro, Dkk pada tahun 2021 tentang manajemen bandwidth dalam memaksimalkan jaringan internet dengan metode Queue Tree dimana koneksi jaringan internet pada masing-masing user menjadi stabil karena memiliki batas bandwidth [4]. Penelitian yang dilakukan oleh Rasim, Dkk pada tahun 2022 tentang manajemen bandwidth berbasis hotspot dengan menerapkan metode Queue Tree menyimpulkan hasil manajemen bandwidth dengan limit bandwidth sebesar 4 Mbps[5]. Penelitian yang dilakukan oleh April Firman Daru, Dkk pada tahun 2019 tentang manajemen bandwidth dengan menggunakan metode Queue Tree dan PCQ menghasilkan dengan sampel sebanyak 10 kali menggunakan bandwidth sebesar 10Mbps menghasilkan jitter rata-rata 1.64ms [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Moh Erzal Arighi Damopolii, Dkk pada tahun 2021 tentang perbandingan manajemen bandwidth mikrotik menggunakan metode Queue Tree dengan Simple Queue mendapatkan hasil penerapan metode Queue Tree lebih baik dalam manajemen bandwidth dibandingkan Simple Queue [7].

Berdasarkan penelitian terkait yang diangkat untuk menjadi acuan dan masalah di atas, penulis berminat untuk membuat penelitian tentang penerapan metode Queue Tree dalam manajemen bandwidth berbasis mikrotik untuk memudahkan pembelajaran dalam menghadapi dampak Covid-19. Dimana pengelolaan manajemen bandwidth harus dilakukan untuk mendapatkan kapasitas bandwidth yang tepat bagi setiap pengguna jaringan. Dengan tujuan agar kapasitas bandwidth tersebut nantinya akan dibagikan kepada setiap pengguna jaringan sesuai dengan prioritasnya dalam penggunaan internet sehingga besarnya kapasitas bandwidth yang disediakan dapat dioptimalkan pada SMK Negeri 1 Lubuk Pakam.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam manajemen bandwidth berbasis mikrotik untuk memudahkan pembelajaran dalam menghadapi dampak Covid-19 dengan menerapkan metode Queue Tree dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

- Identifikasi masalah, pada tahapan ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan dan metode yang digunakan pada penelitian ini.
- Wawancara, pada tahapan ini melakukan metode tanya jawab untuk mendapatkan informasi secara lengkap mengenai semua yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas kepada Kepala Bidang Teknik Informasi dan Komunikasi serta beberapa guru, tata usaha dan siswa sebagai pengguna jaringan di SMK Negeri 1 Lubuk Pakam.
- Studi Pustaka, pada tahapan ini melakukan studi pustaka untuk melengkapi data-data yang diperlukan dengan cara mengumpulkan dan mempelajari literatur dari artikel, jurnal, buku atau sumber data lain yang ada di perpustakaan kampus maupun dari internet untuk mendukung secara teori informasi yang berhubungan dengan pembahasan masalah yang diangkat dalam laporan ini.
- Analisa masalah, pada tahap analisa ini penulis melakukan pengumpulan data, mempelajari dan melakukan perumusan demi mendukung penelitian ini dalam melakukan proses pengolahan data.

e. Penerapan metode, tahap ini merupakan tahap melukan manajemen bandwidth dengan menerapkan metode Queue Tree

2.2 Manajemen bandwidth

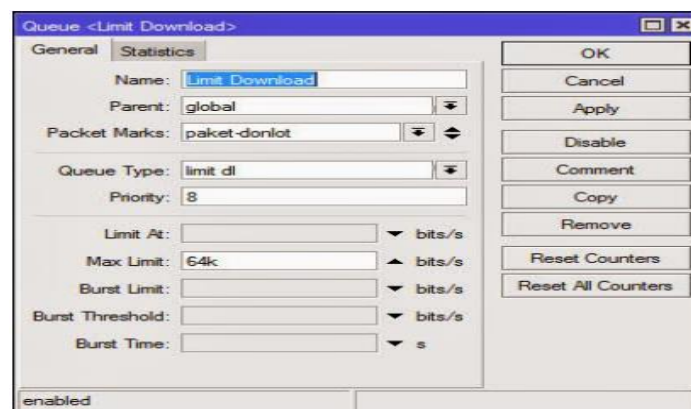
Manajemen bandwidth adalah sebuah proses penentuan besarnya bandwidth kepada tiap pemakai dalam jaringan komputer. Besarnya bandwidth akan berdampak kepada kecepatan transmisi, Bandwidth internet disediakan oleh provider internet dengan jumlah tertentu tergantung sewa pelanggan [8].

2.3 Mikrotik

Mikrotik adalah sebuah merek dari sebuah perangkat jaringan, pada awalnya mikrotik hanya sebuah perangkat lunak atau software yang di install computer yang digunakan untuk mengontrol jaringan, tetapi dalam perkembangannya saat ini telah menjadi sebuah device atau perangkat jaringan yang handal dan harga yang terjangkau, serta banyak digunakan pada level perusahaan penyedia jasa internet [9].

2.4 Queue Tree

Queues tree adalah pelimitan yang sangat rumit karena pelimitan ini berdasarkan protokol, ports, IP address, bahkan kita harus mengaktifkan fitur mangle pada firewall jika ingin menggunakan queue tree [2]. Queues Tree berfungsi untuk melimit bandwidth pada mikrotik yang mempunyai dua koneksi internet karena paket marknya lebih berfungsi dari pada di simple queues. Queues tree juga digunakan untuk membatasi satu arah koneksi saja baik itu download maupun upload. Metode Queues tree merupakan metode yang cukup rumit dalam melakukan konfigurasinya [3]. Keunggulan yang terdapat pada metode Queues tree adalah kita dapat mengalokasikan bandwidth Internet Control Message Protocol (ICMP). Jadi, ketika bandwidth yang terdapat pada klien penuh, ping time nya masih dapat stabil [10].

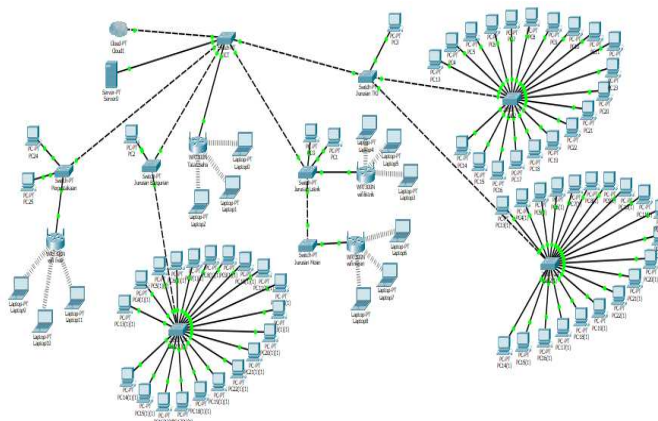


Gambar 2. Queue Tree

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembahasan

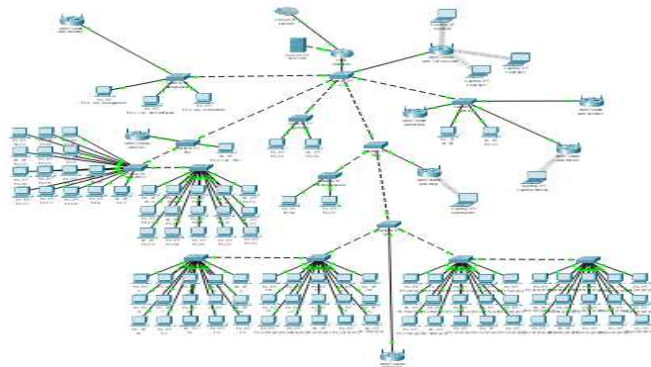
Topologi jaringan yang digunakan pada SMK Negeri 1 Lubuk Pakam terdiri dari 6 jaringan yang terbagi atas ruangan ICT (server), tata usaha, perpustakaan, jurusan bangunan, jurusan listrik dan mesin, jurusan komputer dan jaringan.



Gambar 3. Topologi Jaringan Sebelum Manajemen Bandwidth

Pada gambar diatas, internet service provider (ISP) langsung terhubung pada switch kemudian diteruskan ke switch masing-masing jurusan dan access point untuk tata usaha. Pada gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa untuk komputer client pada jaringan local sudah tersedia jaringan internetnya. Topologi jaringan ini tidak efektif karena tidak adanya pembagian bandwidth yang merata ketika menggunakan internet.

Pemodelan jaringan yang akan dirancang dalam penelitian ini menggunakan mikrotik. Mikrotik berfungsi untuk memanajemen bandwidth yang diterima dari ISP Indiehome sebesar 20 Mbps yang akan dibagi 10 Mbps untuk masing-masing jaringan yaitu jaringan untuk sever dan jaringan untuk local.



Gambar 4. Topologi Jaringan Menggunakan Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik

Pada penelitian ini, sampel topologi jaringan simulasi yang akan digunakan untuk merancang sistem manajemen *bandwidth* menggunakan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut ini adalah kebutuhan perangkat keras yang akan digunakan untuk membangun sistem manajemen *bandwidth* dalam simulasi :

Tabel 1. Hardware yang digunakan

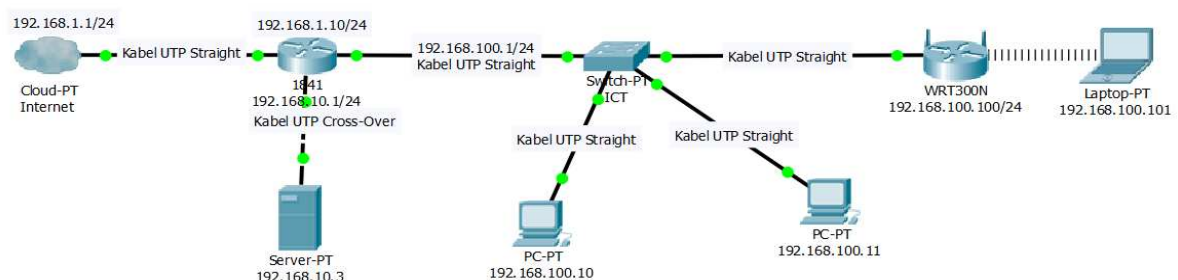
No	Nama/ Jenis Perangkat	Jumlah
1	Modem Indiehome	1
2	Mikrotik RouterBoard RB951Ui-2HnD	1
3	Switch tp-link TL-SF1008D	1
	Wireless tp-link TL-WA5110G	1
5	Server Acer Aspire C22	1
6	PC zyrex	2
7	Laptop Acer N16Q2	1
8	Kabel UTP Cross-Over	1
9	Kabel UTP Straight	5

Berikut ini adalah kebutuhan perangkat lunak yang akan digunakan untuk membangun sistem manajemen *bandwidth* dalam simulasi :

Tabel 2. Software yang digunakan

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1.	Windows 7 dan 10	Sebagai sistem operasi yang akan dipakai
2.	Winbox	Sebagai <i>tool</i> untuk konfigurasi pada <i>router</i>
3.	IDM	Sebagai <i>aplikasi download</i> untuk menguji manajemen <i>bandwidth</i>

Sementara itu yang menjadi subjek penelitian adalah penggunaan metode *Queue Tree* yang berjalan pada jaringan *local area network*, yang mana akan dibuktikan apabila sistem sudah berjalan. Hingga pada step akhir dari penelitian ini adalah melakukan pengujian *bandwidth* terhadap jaringan dari sistem yang telah berjalan.



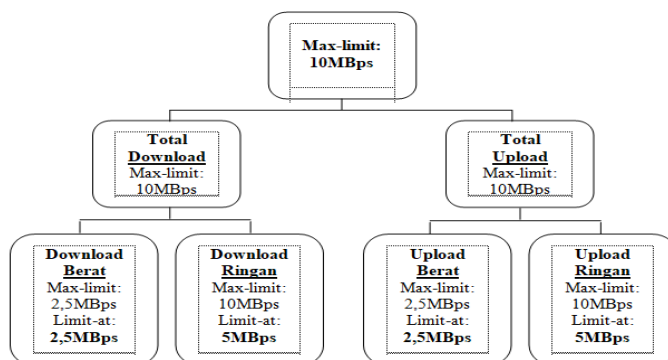
Gambar 5. Sampel Topologi Jaringan Simulasi

Hasil konfigurasi *queue tree* dapat dilakukan melalui menu *queues* pada bar menu *queue tree* untuk mengatur *bandwidth upload* dan *download* pada *interface local*. Konfigurasi *queue tree* yang akan dibuat dibedakan menjadi 2 yaitu *queue tree* untuk *parent* dan *queue tree* untuk *child*. Untuk *queue tree parent* diberi nama *total_download* dan *total_upload*. Sedangkan *queue tree child* diberi nama *download_ringan*, *download_berat*, *upload_ringan* dan *upload_berat*.

Name	Parent	Packet Marks	Limit At (b...)	Max Limit	Avg. R...	Queued Bytes	Bytes	Packets
total_download	local			10M	0 bps	0 B	0 B	0
download_berat	total_download	packet_berat	2500k	2500k	0 bps	0 B	0 B	0
download_ringan	total_download	packet_ringan	5M	10M	0 bps	0 B	0 B	0
total_upload	internet			10M	0 bps	0 B	0 B	0
upload_berat	total_upload	packet_berat	2500k	2500k	0 bps	0 B	0 B	0
upload_ringan	total_upload	packet_ringan	5M	10M	0 bps	0 B	0 B	0

Gambar 6. Queue List

Bandwidth total yang dimiliki oleh SMK Negeri 1 Lubuk Pakam adalah 10 Mbps, bandwidth total ini dihitung dengan mengkalkulasi kecepatan download maksimal menggunakan Bandwidth Monitor. Pada penelitian kali ini penulis akan membahas 10 MBps untuk *local*. Rincian jumlah *bandwidth* pada *local* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Pembagian Bandwidth Interface Local

3.2 Hasil Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa manajemen bandwidth menggunakan metode *queue tree* lebih efektif dan optimal dibandingkan tidak menggunakan metode pengaturan bandwidth dalam suatu jaringan. Pada pengujian ini akan menunjukkan perbandingan kualitas jaringan setelah penggunaan metode *queue tree* yaitu dengan melakukan pengujian pada kualitas layanan jaringan. Setelah melakukan beberapa langkah konfigurasi pada router mikrotik seperti yang dibahas pada halaman sebelumnya, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu melakukan test ping pada setiap komputer, baik dari server ke mikrotik maupun dari PC ke mikrotik. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua IP komputer sudah terkoneksi ke internet. Buka cmd lalu ping gateway mikrotik dan DNS google. Perancangan topologi dan konfigurasi pada router mikrotik telah berhasil dilakukan apabila test ping telah berhasil. Berikut merupakan gambar sampel hasil test ping dari masing-masing komputer.

```

C:\Windows\system32\CMD.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.17134.765]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\operator>ping 192.168.100.1

Pinging 192.168.100.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Users\operator>ping 8.8.8.8

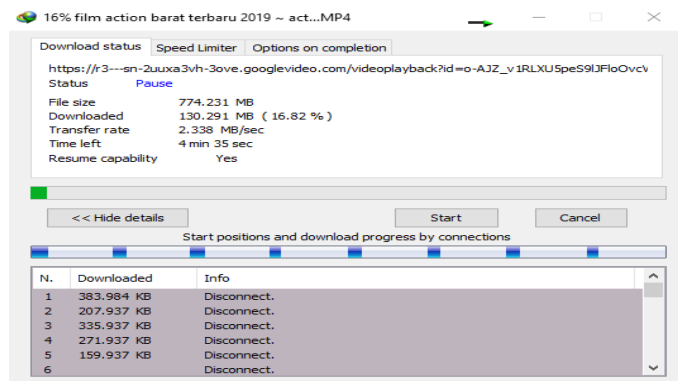
Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=14ms TTL=50
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=14ms TTL=50
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=14ms TTL=50
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=14ms TTL=50

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 14ms, Maximum = 14ms, Average = 14ms

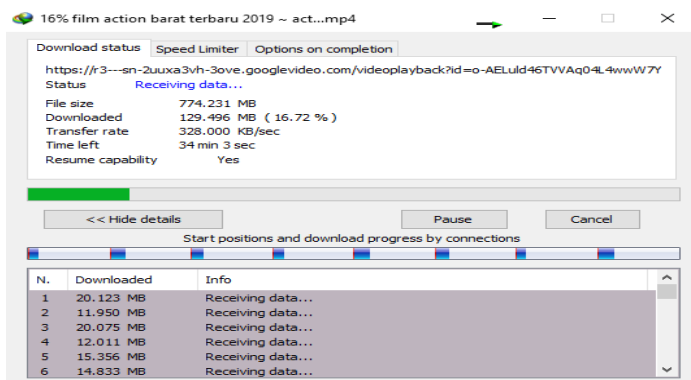
C:\Users\operator>
  
```

Gambar 8. Ping PC1 ke Mikrotik

Setelah setiap komputer telah berhasil terhubung melalui jaringan dan internet maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan melakukan test download untuk pengujian dan melihat perbandingan kecepatan transfer jaringan yang menggunakan metode queue tree dan yang tidak menggunakan metode queue tree.

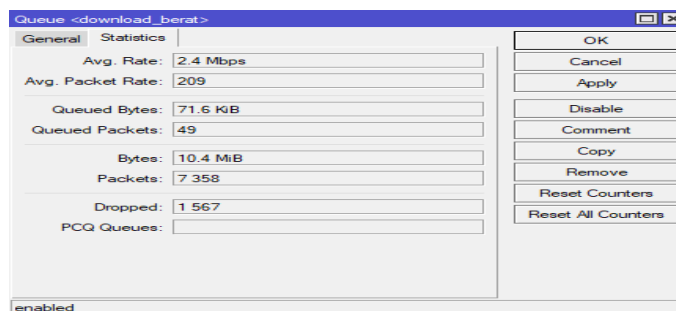


Gambar 9. Download tidak menggunakan queue tree pada PC1

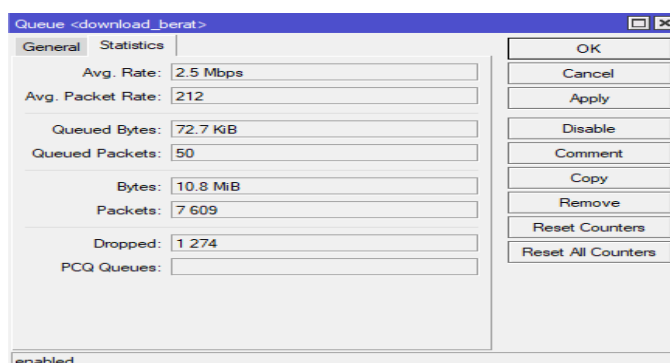


Gambar 10. Download menggunakan queue tree pada PC1

Pada saat setiap PC melakukan aktivitas online, di aplikasi winbox akan terlihat statistic masing-masing PC tersebut. Berikut adalah gambar statistic dari masing-masing PC yang menggunakan manajemen bandwidth queue tree



Gambar 11. Static PC1



Gambar 12. Static PC2

Pada kedua gambar diatas memiliki jumlah bandwidth yang tidak jauh berbeda yaitu pada gambar PC1 rata-rata bandwidth 2,4 Mbps, dan PC2 2,5 Mbps, hal itu dikarenakan aktifnya manajemen bandwidth pada jaringan tersebut yang membuat bandwidth terbagi rata. Ketika menggunakan queue tree perbandingan kecepatan menurun hal ini dikarenakan pengiriman data dengan Queue tree mengalokasikan bandwidth ke semua client sehingga tidak ada lagi client yang tidak mendapatkan bandwidth, agar setiap client dapat terhubung dengan koneksi yang stabil. Kecepatan transfer data dengan menggunakan queue tree dan tidak menggunakan queue tree hampir sama karena protokol yang digunakan adalah TCP yang memiliki kemampuan untuk pengecekan paket data yang hilang ataupun rusak dan mengirimnya kembali.

4. KESIMPULAN

Adapun hasil kesimpulan dalam penelitian ini dalam melakukan mana penerapan metode Queue Tree dalam manajemen bandwidth berbasis mikrotik untuk memudahkan pembelajaran dalam menghadapi dampak Covid-19. Hal pertama kali yang dialkuakn untuk merancang jaringan, terlebih dahulu harus melakukan identifikasi kebutuhan yang akan digunakan. Rancangan jaringan di SMK Negeri 1 Lubuk Pakam untuk manajemen bandwidth memerlukan 1 modem, 1 mikrotik, 7 wireless access point, 14 switch/hub, 1 server, 5 laptop, 100 PC, 14 kabel UTP cross-over, 100 kabel UTP straight. Sedangkan sampel topologi jaringan untuk simulasi memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk perangkat keras yaitu 1 modem, 1 mikrotik, 1 server, 1 switch/hub, 1 wireless acces point, 1 laptop, 2 PC, 1 kabel UTP cross-over, 5 kabel UTP straight. Untuk perangkat lunak yaitu windows 7 dan 10, winbox dan internet download manager. Dalam melakukan manajemen bandwidth menggunakan mikrotik dilakukan menggunakan metode queue tree yaitu dengan mengaktifkan fitur mangle (membuat mark packet dan mark connection). Mangle berfungsi untuk menandai paket yang melewati route, masuk ke router atau yang keluar dari router. Hasil penerapan metode queue tree yaitu dengan membuat max-limit download dan upload masing-masing sebesar 10Mbps. Download dan Upload masing-masing terbagi menjadi 2 yaitu download atau upload berat masing-masing mendapat max-limit 2,5 Mbps dan download atau upload ringan masing-masing mendapat max-limit 10 Mbps.

REFERENCES

- [1] M. Fahmi, P. Choirina, dan A. Rifai, "PERANCANGAN INTERNET MURAH PADAMASA PANDEMI COVID-19 MENGGUNAKAN METODE NDLC," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 5, no. 1, hal. 382–389, 2021.
- [2] S. Hadi dan R. Wibowo, "IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN QUEUE TREE PADA UNIVERSITAS SEMARANG," *Pengemb. Rekayasa dan Teknol.*, vol. 15, no. 2, hal. 112–117, 2019.
- [3] D. Susianto, "IMPLEMENTASI QUEUE TREE UNTUK MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN ROUTER BOARD MIKROTIK," *J. CENDIKIA*, vol. 14, no. 1, hal. 1–7, 2016.
- [4] C. Prihantoro, A. K. Hidayah, dan S. Fernandez, "Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu," *JUST TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 13, no. 2, hal. 81–86, 2021.
- [5] Rasim, Mugiarto, dan J. Warta, "IMPLEMENTASI METODE QUEUE TREE UNTUK MANAJEMEN BANDWIDTH BERBASIS HOTSPOT (STUDI KASUS : ONESNET BEKASI)," *JSI (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 1, hal. 151–160, 2022.
- [6] A. F. Daru, F. W. Christanto, dan A. Kurniawan, "Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik," *J. RESTI (Rekayasa a Sist. dan T eknol ogi Inf.)*, vol. 5, no. 2, hal. 407–412, 2019.
- [7] M. E. A. Damopolii, S. Raharjo, dan J. Triyono, "ANALISA PERBANDINGAN OPTIMALISASI MANAJEMEN BANDWIDTH MIKROTIK MENGGUNAKAN METODE QUEUE TREE DAN SIMPLE QUEUE (Studi Kasus Asrama Bogani Yogyakarta Ratmakan GM 1/693)," *J. JARKOM*, vol. 9, no. 1, hal. 21–29, 2021.
- [8] M. Rofiq, "PERANCANGAN MANAJEMEN BANDWIDTH INTERNET MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO," *J. Ilm. Teknol. dan Inf. ASIA*, vol. 7, no. 1, hal. 1–15, 2013.
- [9] Athailah, *Panduan Singkat Menguasai Router Mikrotik untuk Pemula*. Jakarta: mediakita, 2013.
- [10] S. P. U. A. Helmi Prasetyo, Herika Hayurani, "Modul Workshop Mikrotik Dasar : Pengenalan Mikrotik dan Perintah- perintah Dasar," Jakarta, 2014.