

OPTIMALISASI *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* DI SMK PASUNDAN RANCAEKEK

Muhamad Diki¹, Ali Akbar Rismayadi²

¹Universitas AdhiRajasa Reswara Sanjaya
e-mail: muhamaddiki80@gmail.com

²Universitas AdhiRajasa Reswara Sanjaya
e-mail: ali@ars.ac.id

Abstrak

Jaringan komputer kini telah semakin pesat berkembang. Masa pandemi COVID-19 kini telah merubah interaksi komunikasi menjadi jarak jauh bagian penting dalam kehidupan sosial setiap organisasi maupun individu. Terutama dalam dunia Pendidikan akses *internet* digunakan untuk mencari sumber informasi sebagai bahan belajar mengajar. Pada tahap perancangan, bandwidth dikelola dengan fungsi Queue Tree. Fungsi ini bersifat *unidirectional*, artinya konfigurasi antrian hanya dapat menunggu dalam satu arah untuk jenis trafik. Tahapan yang akan diterapkan pada penelitian ini akan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket (HTB)* sebab mempunyai kelebihan mengurangi arus data internet di setiap levelnya serta kelas parentnya yang bisa digunakan kepada tingkat yang lebih besar ataupun dipinjam dari tingkat yang lebih rendah. dimana *bandwidth* 10 Mbit/s sampai dengan 5 Mbit/s untuk browsing dan 5 Mbit/s untuk konferensi video, di mana setiap tingkat menerima bagian *bandwidth* yang wajar dan pengguna dapat menggunakan *bandwidth* yang tidak digunakan. Filterasi pada website yang di blok berjalan dengan baik. dan hasilnya terlihat bahwa kualitas jaringan dengan metode *HTB* dan *manajemen bandwidth* lebih optimal dan maksimal dan juga tidak terjadi hal-hal seperti lag dan lain sebagainya kepada *client*.

Kata Kunci: Manajemen, Queue Tree, Metode Htb, Bandwidth

Abstract

Computer networks are now growing rapidly. The COVID-19 pandemic has now changed communication interactions to become an important part of the social life of every organization or individual. Especially in the world of education, internet access is used to find sources of information as teaching and learning materials. At the design stage, bandwidth is managed with the Queue Tree function. This function is *unidirectional*, meaning that the queue configuration can only wait in one direction for this type of traffic. The steps that will be applied in this research will use the *Hierarchical Token Bucket (HTB)* method because it has the advantage of reducing internet data flow at each level and its parent class which can be used at a higher level or borrowed from a lower level. where bandwidth is 10 Mbit/s up to 5 Mbit/s for browsing and 5 Mbit/s for video conferencing, where each tier receives a reasonable share of bandwidth and users can use unused bandwidth. Filtering on blocked websites works well. and the results show that the network quality with the *HTB* method and bandwidth management is more optimal and maximum and there are also no things like lag and so on to the client.

Keywords: Management, Queue Tree, Htb Method, Bandwidth

1. Pendahuluan

Jaringan komputer kini telah semakin pesat berkembang. Masa kini interaksi komunikasi jarak jauh telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sosial setiap organisasi maupun individu. Jaringan *internet* kini digunakan dalam berbagai aspek

bisnis, periklanan, pengiriman, produksi, dan komunikasi (Bakhtiar Rifai, 2017).

Terutama dalam dunia Pendidikan akses *internet* digunakan untuk mencari sumber informasi sebagai bahan belajar mengajar (Suryadi & Pamulang, 2020). Dengan bertambahnya keperluan terhadap

koneksi internet sebagai sarana komunikasi dan pekerjaan maka di butuhkan kinerja internet dalam keadaan baik, sehingga jumlah sumber daya internet bandwidth yang diperlukan dapat menyelesaikan permasalahan inti yaitu memfasilitasi kinerja pelayanan yang bagus serta untuk memberikan layanan yang baik bagi klien. Sedangkan sumber daya internet *bandwidth* yang dimiliki sedang, namun jika belum melakukan manajemen maka menyebabkan ketidak seimbangan antara pengguna yang bandwidth nya tidak merata bahkan tidak bisa diakses sama sekali (Iqbal Ichwan et al., 2019).

Dari sudut pandang jaringan *internet*, jaringan *internet* begitu membutuhkan yang namanya teknologi, akan tetapi dalam kebenarannya banyak orang awam terhadap pengetahuan *internet*. Demikian masih perlu tenaga ahli yang di butuhkan dalam membangun sebuah jaringan agar lebih baik lagi (Pratama et al., 2019). Dalam rangka memperbaiki performa pada sebuah jaringan *internet* tanpa menambah biaya dan juga *bandwidth* maka salah satu caranya ialah dengan menggunakan disiplin antrian atau teknik *Quality of Service (QOS)* (Hardiman & Subardin, 2018). Berbagai macam metode dalam memajemen sumber daya internet *bandwidth* yang bisa diterapkan dan juga diimplementasikan pada skema jaringan internet yang router mikrotik di jadikan sebagai hardwarenya dan yang banyak digunakan di setiap jaringan yang berskala menengah ataupun besar yaitu *Hierarchical Token Bucket (HTB)* (Rohmah, 2020). Tentu dalam membangun jaringan *internet* di perlukan metode dalam konfigurasinya yaitu dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket(HTB)* sehingga *bandwidth* yang tidak dipakai oleh prioritas yang rendah maka akan digunakan atau dipinjam ke prioritas yang lebih tinggi (Marzuki, 2017).

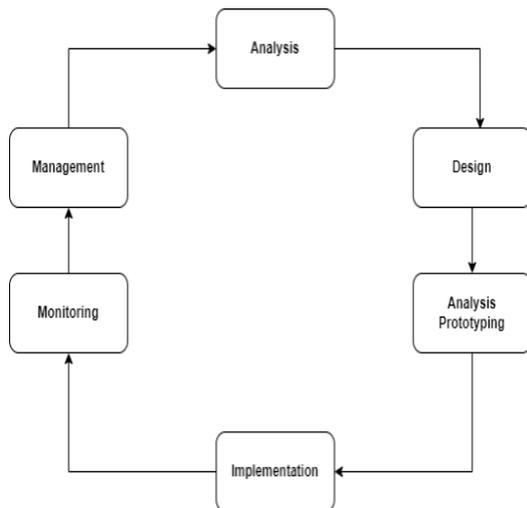
Queue Tree merupakan fitur *bandwidth* manajemen yang telah disediakan oleh mikrotik yang sangat kompleks dan fleksibel. Target dalam hal melimit *bandwidth* pada *queue tree* dimana penggunaan *packet marknya* memiliki fungsi yang lebih baik. Digunakan untuk membatasi satu arah koneksi saja baik itu *download* maupun *upload* (Faisal & Fauzi, 2018).

Lokasi penelitian yang penulis lakukan berada di Rancaekek itu yang merupakan sebuah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang bernama SMK Pasundan Rancaekek yang beralamatkan di

jalan Babakan Radio Rancaekek Wetan, sekolah swasta yang didirikan pada tahun 2013 silam. Selama pandemi Covid-19, aktivitas pembelajaran dan pekerjaan semua dilakukan menggunakan koneksi internet. Oleh karna itu meningkatkan lalu lintas dan *bandwidth* Internet. Fasilitas seperti video conference yang praktis begitu diperlukan untuk menyampaikan topik pembelajaran, bisnis, rapat, atau laporan dengan benar. Oleh karena itu, menjaga kestabilan koneksi jaringan internet begitu penting, terutama *bandwidth* paket data untuk video conference, sangatlah penting. Permasalahan umum yang terdapat pada SMK Pasundan Rancaekek adalah tingginya penggunaan internet pada lab komputer yang digunakan peraktek kelas xii dan juga sarana guru, staff serta murid yang tidak memiliki fasilitas seperti kuota dan juga *device* seperti *handphone* atau laptop sehingga menggunakan fasilitas lab komputer yang ada di sekolah dalam melaksanakan kegiatan belajar daring saat ini, baik digunakan untuk browsing materi pelajaran, upload data, streaming, video conference dan penggunaan fasilitas internet yang lainnya. dikhawatirkan akan membuat penuh lalu lintas paket data pada SMK Pasundan Rancaekek. Selain itu, banyak pengguna memiliki akses ke situs web yang tidak terkait dengan proses pembelajaran, seperti bermain game online, membuka jejaring sosial, dan mengunduh video dan film sangatlah memakan bandwidth begitu besar.

2. Metode Penelitian

Pada tahap ini penulis menggunakan Metode metode *Network Development Life Cycle (NDLC)*, yang terdiri dari tahap pertama adalah tahapan analisis memperhatikan kebutuhan untuk melaksanakan penelitian, permasalahan yang ada, topologi jaringan internet. Tahapan desain ialah merancang desain jaringan sesuai kebutuhan yang meliputi pembuatan topolog jaringan internet, sehingga menciptakan kinerja yang baik. Tahapan Simulasi prototype melaksanakan eksekusi penelitian. Tahap keempat Implementasi yaitu menerapkan rancangan yang telah di buat. Tahapan Monitoring yaitu memonitoring jaringan. Dan yang terakhir tahapan Manajemen mengelola sumbe daya internet pada bandwidth jaringan internet yang dikelola oleh administrator.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Analisis

Tahapan ini terdiri dari analisis kasus yang ada, analisis kebutuhan pengguna, dan analisis topologi yang ada. Kasus umum adalah distribusi bandwidth yang tidak merata karena kurangnya bandwidth yang memadai

Analisa Kebutuhan sistem

ISP akan menyediakan sejumlah *bandwidth* tertentu untuk *bandwidth* Internet Anda, tergantung pada paket langganan yang di pilih. *Bandwidth* mempengaruhi kecepatan transfer data. Semakin tinggi penggunaan *bandwidth*, maka akan semakin cepat koneksi dan semakin cepat pula pengunggahan maupun pengunduhan data informasi.

Ada pula kebutuhan fitur *hardware* serta fitur *software* untuk perancangan ini merupakan berikut ini :

A. Kebutuhan *Hardware*

Beberapa spesifikasi perangkat keras diperlukan untuk melakukan manajemen *bandwidth* yang perlu dilakukan. Berikut spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Mikrotik RB 750
2. Swich tp-link TL-SF1008D
3. Kabel LAN
4. Komputer

B. Kebutuhan *Software*

Adapun Keperluan software yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Wireshark yaitu digunakan untuk melakukan pengujian QOS.

2. Windows 7/10 yaitu digunakan sebagai system operasi di perangkat computer
3. Winbox yaitu aplikasi atau tools yang digunakan sebagai konfigurasi pada *routerboard*

Desain Proses

Setelah proses perancangan maupun analisis kebutuhan berikutnya ini melakukan proses desain Manajemen *Bandwidth* berikut ini :

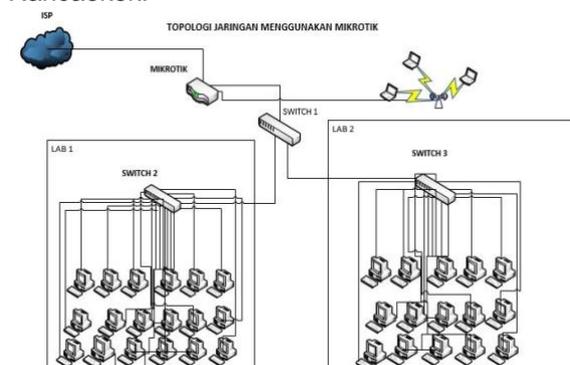
1. Memastikan hardware yang hendak diperlukan untuk manajemen *bandwidth*, dimana *hardware* yang diperlukan merupakan :
 - a. Mikrotik RB 750
 - b. Swich tp-link TL-SF1008D
 - c. Kabel LAN
 - d. Komputer
2. Pada tahap mendesain sistem, ada 2 tahap yakni tahap merancang serta tahap implementasi untuk mensupport manajemen *bandwidth*. berikutnya tahap perancangan yakni mencoba menerapkan topologi jaringan internet yang akan di implementasikan nantinya setelah melakukan analisis terhadap topologi jaringan internet sebelumnya. Kebalikannya tahapan implementasi ialah tahap menerapkan manajemen *bandwidth* yang telah dirancang pada tahap sebelumnya sehingga dapat berjalan dengan lancar di lab sekolah tersebut.
3. Berikutnya setelah tahap perancangan rampung maka selanjutnya ialah melakukan konfigurasi pada mikrotik *routerboard*.
4. Menetapkan alamat *IP adres* yang akan diterapkan kepada *client* serta pula *gateway* yang akan di implementasikan. Penentuan alamat *IP adres* yang sudah penulis tentukan tadinya. Ini akan bermanfaat bagi penentuan alokasi sumber daya internet *bandwidth* nantinya.
5. Sehabis tahap menentukan alamat *IP adres* berikutnya penulis akan mengalokasikan sumber daya internet *bandwidth* serta hak akses yang sudah di tentukan. perihal ini penulis menggunakan mikrotik untuk melakukan sebuah *proxy server* dan manajemen

bandwidth. Disinilah pembagian sumber daya internet *bandwidth* penulis implementasikan supaya setiap *client* bisa menikmati sumber daya internet yang telah ditentukan oleh penulis pada jaringan internet di lab sekolah.

6. Dari penjabaran poin-poin diatas maka penulis telah merencanakan penerapan sebuah metode yaitu *HTB* yang diterapkan dan di uji berupa pengukuran serta pembagian sumber daya internet *bandwidth* yang telah di implementasikan.

Analisis Permasalahan

Pada tahap analisa permasalahan terlebih dahulu melakukan analisis topologi jaringan yang sudah di terapkan pada lab sebelumnya. maka hasil dari penelitian serta observasi di tempat akan penulis gunakan sebagai sebuah referensi skema topologi jaringan internet di SMK Pasundan Rancaekek.



Gambar 2. Topologi Jaringan Di SMK Pasundan Rancaekek saat ini

Pada gambar 2. yang tertera di atas dapat dipaparkan jika sumber daya internet *bandwidth* yang dipakai di SMK Pasundan Rancaekek sebesar 10 Mbps dengan memakai ISP dari Telkom tiap pengguna jaringan internet yang terdapat di SMK Pasundan Rancaekek tanpa adanya manajemen bandwidth secara langsung. Pada gambar 2. maka begitu sangat jelas tidak terdapatnya pembagian sumber daya internet *bandwidth* yang menyeluruh tiap ruangan lab pada *client*, tidak terdapatnya sesuatu *filter* terhadap akses internet, Serta cuma terdapat 189 *client* yang tersambung ke ISP tersebut.

Perencanaan

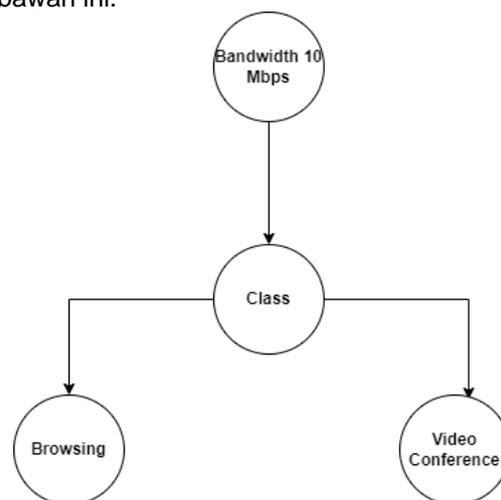
Pada sesi berikut ini melakukan sebuah perencanaan desain topologi jaringan komputer, dengan ketersediaan teknologi yang ada. Penulis melaksanakan desain terhadap sistem yang hendak dibentuk dengan tujuan memaksimalkan konsumsi *bandwidth* yang ada di SMK Pasundan Rancaekek.

Hierarchical Token Bucket(HTB)

Teknologi antrian *HTB* menyediakan fasilitas pembatasan lalu lintas untuk setiap level dan kategori, dan *bandwidth* yang tidak digunakan dapat diterapkan dalam kategori yang berada, terdapat 3 buah kelas yaitu root class, inner class dan parent class (Budin & Riadi, 2019).

Dalam jaringan komputer, *bandwidth* adalah jumlah data yang dapat dibawa dari satu titik ke titik yang lain dalam jangka waktu tertentu atau lebih sederhananya dapat diartikan dengan besaran volume informasi yang dapat ditangani persatuan detik.

Pada penelitian kali ini penulis akan menggunakan *Bandwidth* yang terdapat di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Pasundan Rancaekek sebesar 10 Mbps, dengan distribusi sebesar 5 Mbps buat *browsing*, serta 5 Mbps didistribusikan kepada *video conference*, yang terdapat di area Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Pasundan Rancaekek, yang tersambung ke internet. Dapat dilihat pada Gambar 3. di bawah ini.

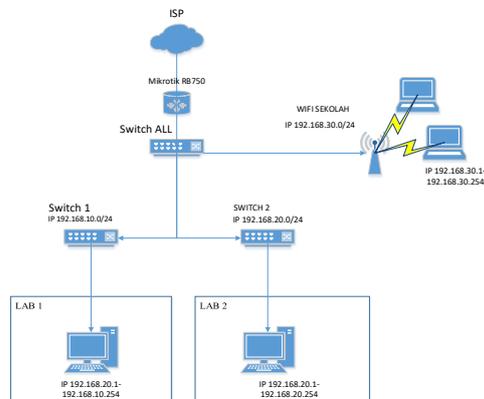


Gambar 3. Distribusi Arus Data Bandwidth

Implementasi

Proses berikutnya penerapan ada beberapa pengerjaan, seperti: membangun jaringan internet dengan menggunakan topologi star, Melakukan Konfigurasi pada

Mikrotik dengan memakai metode Hierarchical Token Bucket (HTB) untuk manajemen lalu lintas arus data pada bandwidth.



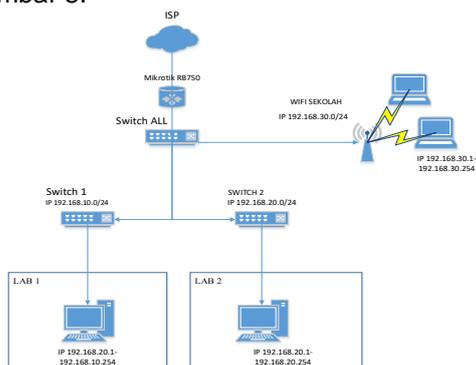
Gambar 4. Topologi Yang Akan Di Gunakan

3. Hasil dan Pembahasan

Pada Tahap ini, penulis melakukan sebuah pengujian pada proses simulasi jaringan. terlebih dahulu penulis melakukan sebuah konfigurasi secara bergiliran di mikrotik. Pengujian akan dilaksanakan di lab sekolah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Pasundan Rancaekek.

3. 1. Desain Topologi

Topologi jaringan komputer yang hendak digunakan pada riset ini merupakan topologi *star* dengan menggunakan mikrotik *RB750* selaku *router* dimana seluruh *client* terkoneksi lewat *router* tersebut dengan dorongan *switch*. Seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Topologi Jaringan Yang Di Gunakan

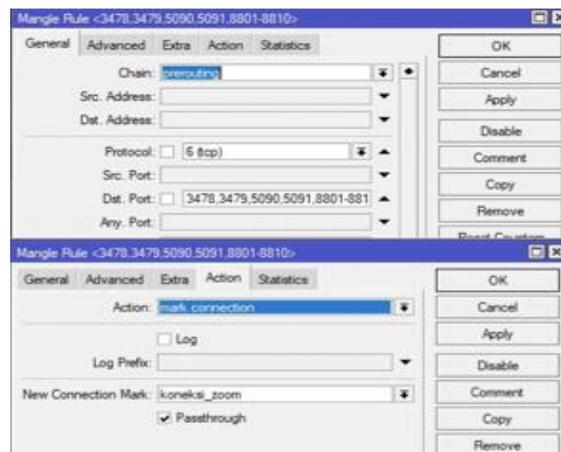
3. 2 Konfigurasi Mangle Pada Mikrotik

Mangle berguna untuk menandai sebuah paket yang akan melewati sebuah *router*, masuk ke dalam *router* maupun ke luar melewati sebuah *router*. pada *mangle* dilakukan di menu firewall dan menu mangle.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto.	Src. Port	Dst. Port	O	New Packet Mark
0	add dst to address list	pre-routing			6 (tcp)		3478,347...		
1	add dst to address list	pre-routing			17 (udp)		3478,347...		
2	mark connection	pre-routing			6 (tcp)		3478,347...		k
3	mark connection	pre-routing			17 (udp)		3478,347...		k
4	mark connection	pre-routing			6 (tcp)		80,443		k
5	mark connection	pre-routing			6 (tcp)		80,443		k
6	mark connection	pre-routing			6 (tcp)		80,443		k
7	mark packet	forward							paket_app_zoom
8	mark packet	forward							paket_browsing

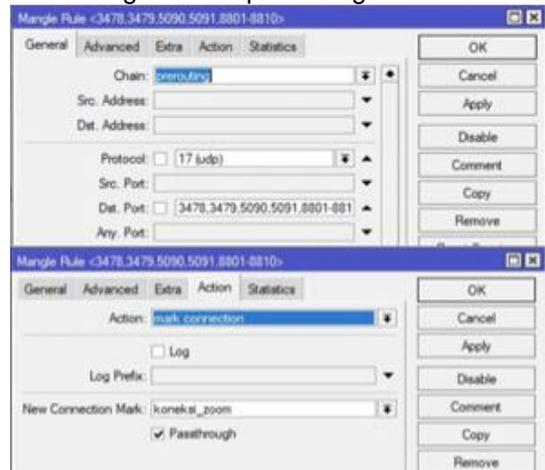
Gambar 6. Rules Di Dalam Mangle

Pada Tahap ini menentukan port yang digunakan dan juga menentukan protocol yang akan d terapkan yaitu TCP serta dengan chain prerouting



Gambar 7. Konfig protokol TCP

Pada Tahap ini menentukan port yang digunakan dan juga menentukan protocol yang akan d terapkan yaitu UDP serta dengan chain prerouting



Gambar 8. Konfig protokol UDP

Berikutnya menambahkan *ip video converence* yaitu *ip zoom meeting* pada tab

address list karna penulis akan memprioritaskan zoom meeting di dalam penelitian ini.

Name	Address	Timeout	Creation Time
ip_server_1	198.251.233.245		Sep/29/2021 01:...
ip_server_2	144.195.53.213		Sep/29/2021 01:...
ip_server_3	144.195.63.213		Sep/29/2021 01:...
ip_server_4	144.195.62.213		Sep/29/2021 01:...
ip_server_5	193.123.6.216		Sep/29/2021 01:...
zoom_ip	3.7.35.0/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.21.137.128/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.22.11.0/24		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.23.93.0/24		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.25.41.128/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.25.42.0/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.25.49.0/24		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.80.20.128/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.96.19.0/24		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.101.32.128/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.101.52.0/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.104.34.128/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.120.121.0/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.127.194.128/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.208.72.0/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.211.241.0/25		Sep/11/2021 08:...
zoom_ip	3.235.69.0/25		Sep/11/2021 08:...

Gambar 9. IP Zoom

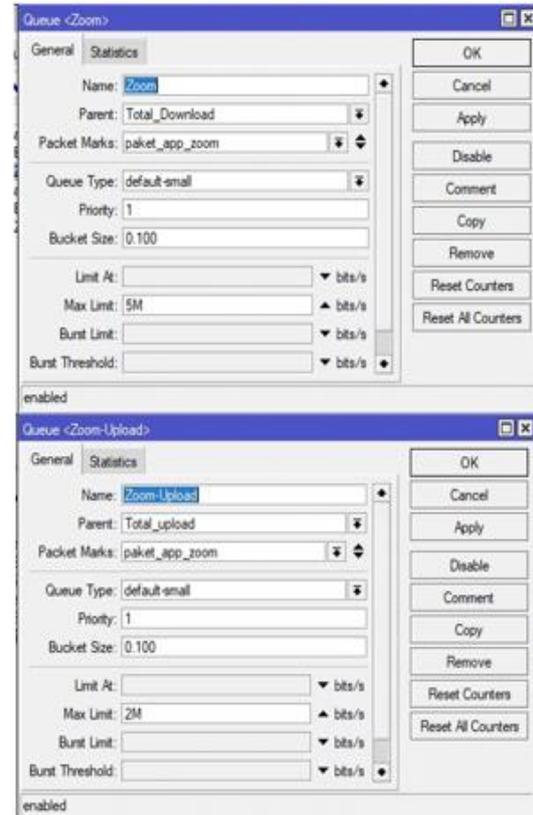
Selanjutnya melakukan sebuah konfigurasi pada queue tree dan membuat traffic upload dan download pada browsing dengan masing-masing max limit yang sudah di tentukan.



Gambar 10. Konfig Bandwidth Queue Tree Browsing Download Dan Upload

Lalu menambahkan konfigurasi untuk upload dan download pada video converence

dengan max-limit masing-masing yang sudah di tentukan serta memberi prioritas utama karna traffic untuk video converence ini di prioritaskan bagi pembelajaran di lab sekolah.

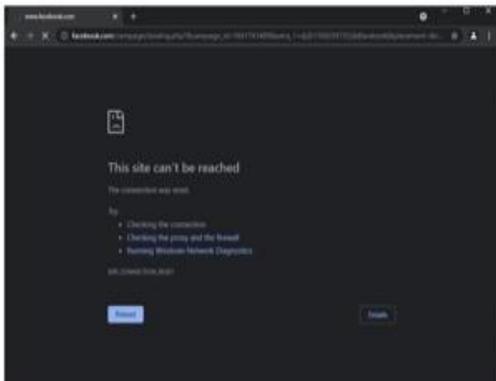


Gambar 11. Traffic Video Converence Upload Dan Download

Name	Parent	Packet Marks	Limit	Max	Avg Rate	Queued Bytes	Bytes	Packets
Total_Download	ether1		10M	4.5 kbps	0 B	2099.1 KB	9.688	
Browsing	Total_D...	paket_bro...	5M	2.2 kbps	0 B	807.9 KB	8.285	
Zoom	Total_D...	paket_app...	2.3 kbps		0 B	1291.1 KB	1.403	
Total_upload	ether2		4M	1232 bps	0 B	1935.9 KB	2.024	
Browsing-Upload	Total_u...	paket_bro...	2M	1232 bps	0 B	1935.9 KB	2.024	
Zoom-Upload	Browsin...	paket_app...	2M	1232 bps	0 B	1874.0 KB	1.912	

Gambar 12. Hasil Manajemen Bandwidth Traffic

Terakhir adalah hasil dari pemblokiran situs yang tidak boleh di akses oleh client ketika sedang menggunakan sebuah komputer di lab.



Gambar 13. Tampilan Website Yang Di Blokir

3.3 Quality of Service (QoS)

Dapat disebut sebuah terminology yang diterapkan untuk mendefinisikan ciri dari layanan pada jaringan *internet* dimana dalam mengidentifikasi seberapa baik kualitas dalam suatu pelayan. Tentu dengan adanya *Quality of Service (QoS)* sehingga *bandwidth* dapat digunakan secara baik dan optimal sehingga bisa meningkatkan kualitas dalam layanan internet yang diterima oleh klien (Armanto & Daulay, 2020).

Berikut ini ialah sebagian parameter QoS yang hendak digunakan dalam mengukur performansi jaringan, yaitu :

1. Jitter

Tabel 1. Kategori *Jitter*

Kategori Degradasi	<i>Jitter</i>
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	75 s/d 125 ms
Buruk	>125 ms

(sumber : TIPHON)

2. *Throughput*

Tabel 2. Kategori *Throughput*

Kategori Degradasi	<i>Throughput (bps)</i>
Sangat Bagus	100
Bagus	75
Sedang	50
Buruk	<25

(sumber : TIPHON)

3. *Delay*

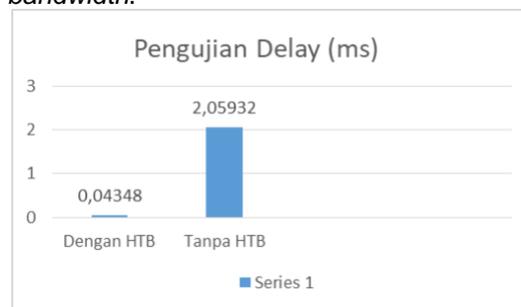
Tabel 3. Kategori *Delay*

Kategori Degradasi	<i>Delay</i>
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Buruk	>450 ms

(sumber : TIPHON)

3.4. *Delay*

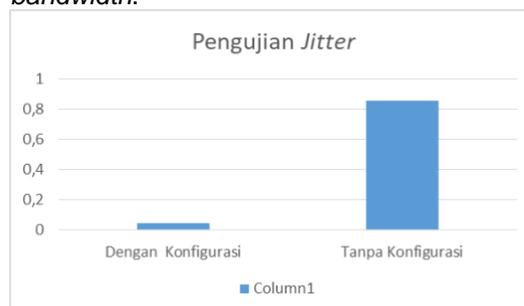
Hasil dari pengujian *delay* maka dapat di simpulkan bahwa setelah menerapkan metode HTB dan juga manajemen *Bandwidth* *delay* yang di dapat sangat kecil di dibandingkan dengan tidak menggunakan metode HTB dan manajemen *bandwidth*.



Gambar 14. Hasil Pengukuran *Delay*

3.5. *Jitter*

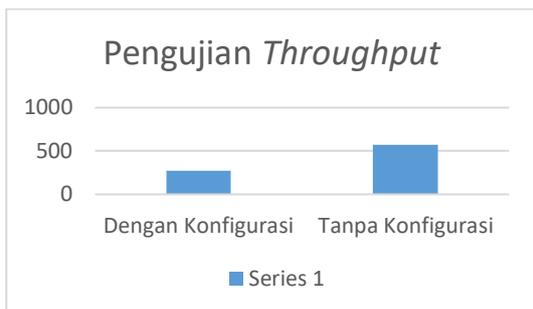
Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa metode HTB dan juga manajemen *Bandwidth* *delay* yang di dapat sangat kecil di dibandingkan dengan tidak menggunakan metode HTB dan manajemen *bandwidth*.



Gambar 15. Hasil Pengukuran *Jitter*

3. 6. *Throughput*

Dalam pengukuran dapat di simpulkan bahwa hasil yang di didapatkan tidak terlalu jauh signifikan karna setelah di lakukan manajemen *bandwidth* kecepatan internet di batasi.



Gambar 16. Hasil Pengukuran *throughput*

Tabel 4. Hasil Pegukuran keseluruhan

Pengujian parameter QoS	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (kbps)
Manajemen Bandwidth tanpa HTB	2,0593 2 ms	0,85 3 ms	568 kb/s
Manajemen Bandwidth dengan HTB	0,0434 8 ms	0,04 3 ms	274 kb/s

4. Kesimpulan

Setelah melakukan berbagai macam pengujian maka penulis dapat menyimpulkan Dimana bandwidth 10 Mbit/s sampai dengan 5 Mbit / s untuk browsing dan 5 Mbit / s untuk konferensi video, di mana setiap tingkat menerima bagian *bandwidth* yang wajar dan pengguna dapat menggunakan *bandwidth* yang tidak digunakan. Filterasi pada website yang di blok berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil pengukuran yang penulis lakukan ialah setelah menerapkan metode dan juga manajemen bandwidth yang telah penulis terapkan terdapat sebuah perubahan yang signifikan terutama pada delay dan juga pada jitter. Berdasarkan hasil di atas, terlihat bahwa kualitas jaringan dengan metode *HTB* dan *manajemen bandwidth* lebih optimal dan maksimal dan juga tidak terjadi hal-hal seperti lag dan lain sebagainya kepada *client*.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan konfigurasi dengan kapasitas bandwidth dan kebutuhan client di sekolah yang akan terus meningkat kebutuhannya sehingga bandwidth yang tersedia tetap optimal dan maksimal untuk digunakan.

Referensi

Armanto, A., & Daulay, N. K. (2020). Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Di Universitas Bina Insan

Lubuklinggau Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb). *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.32502/digital.v3i1.2471>

Bakhtiar Rifai. (2017). Management Bandwidth Pada Dynamic Queue Menggunakan Metode Per. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer*, 2(2), 73–79.

Budin, S., & Riadi, I. (2019). Traffic Shaping Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) pada Jaringan Nirkabel. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 1(3), 144. <https://doi.org/10.12928/biste.v1i3.1100>

Faisal, I., & Fauzi, A. (2018). Analisis Qos Pada Implementasi Manajemen Bandwith Menggunakan Metode Queue Tree Dan PCQ (Per Connection Queueing). *Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan*, 1(April 2018), 142.

Hardiman, & Subardin. (2018). *Analisis perbandingan qos* (. 4(1), 121–128.

Iqbal Ichwan, M., Sugiyanta, L., & Wibowo Yunanto, P. (2019). Analisis Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan Mikrotik pada Jaringan SMK Negeri 22. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 3(2), 122–126.

<https://doi.org/10.21009/pinter.3.2.6>

Marzuki, I. (2017). Manajemen Bandwith Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket di Universitas Panca Marga Probolinggo. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Pratama, Y., Ependi, U., & Suroyo, H. (2019). *Optimization of Wireless Network Performance Using the Hierarchical Token Bucket (Case Study: Muhammadiyah University of Palembang) Optimasi Kinerja Jaringan Nirkabel Menggunakan Hierarchical (Studi Kasus: Universitas Muhammadiyah Palembang) Journal*. 1(1), 49–59.

Rohmah, M. F. (2020). Perbandingan Performance Manajemen Bandwidth Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Dan Per Connection Queue Menggunakan Mikrotik Rb450G. *Snp2M.Unim.Ac.Id, January*, 260–265.

<http://snp2m.unim.ac.id/index.php/snp2m/article/download/355/209>
Suryadi, A., & Pamulang, U. (2020). *Analisis Perbandingan Bandwith Management Menggunakan*. 3(2), 1–6.