

ANALISIS DAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGUNAKAN METODE HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET) PADA SMAN 20 BANDUNG

1st I Nyoman Gede Ismayana
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nyomanspensa@student.telkomuni-
ty.ac.id

2nd Rd. Rohmat Saedudin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rdrohmat@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Fathinuddin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadfathinuddin@telkomuni-
versity.ac.id

Abstrak — Internet sangat berperan penting dalam aktivitas sehari-hari kita terutama saat belajar disekolah. Jaringan yang tersedia pada SMAN 20 Bandung dirasa kurang memadai dikarenakan *bandwidth* yang tersedia belum sepenuhnya diatur oleh manajemen *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* yang ada pada SMAN 20 Bandung terbilang belum efektif dikarenakan *bandwidth* yang diterima oleh masing-masing switch tidak sesuai dengan kebutuhan. *Bandwidth* yang tersedia pada SMAN 20 Bandung yaitu sekitar 400 mbps dimana yang seharusnya setiap switch menerima 25% dari total *bandwidth* yaitu sebesar 100 mbps namun kenyataannya kurang atau bahkan melebihi *bandwidth* yang seharusnya diterima sehingga terjadinya permasalahan *bandwidth* yang tidak beraturan. Manajemen *bandwidth* sangat dibutuhkan dengan menerapkan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Metode perancangan sistem menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC). Dikarenakan sumber daya yang terbatas maka skala penelitian disesuaikan dengan sumber daya yang ada dan hasil dari manajemen *bandwidth* yang diperoleh akan dianalisis. Setelah pengujian dilakukan didapatkan data bahwa *bandwidth* sebelum penelitian dan sesudah penelitian terdapat perbedaan dimana keadaan *bandwidth* setelah pengujian lebih teratur dan tidak terjadi ketimpangan antar *user*.

Kata kunci— *Bandwidth*, Manajemen *bandwidth*, SMAN 20 Bandung, *Hierarchical Token Bucket*, NDLC, Prioritas

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini konektivitas internet merupakan bagian yang penting guna menunjang kehidupan sehari-hari. Para pengguna internet harus pintar dalam menggunakan *bandwidth* yang ada dikarenakan terbatasnya jumlah *bandwidth* yang disediakan oleh setiap operator internet. Agar penggunaan *bandwidth* dapat merata dan sesuai dengan kebutuhan maka diperlukan manajemen *bandwidth* guna mengatur jumlah data dan alokasi perangkat agar setiap *user* yang menggunakan internet secara adil dan merata.

Dalam Penelitian ini terdapat masalah dalam hal manajemen *bandwidth* pada Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 20 Bandung. Pada sekolah tersebut terdapat infrastruktur jaringan internet yang terhubung dengan 3 *Internet Service provider* berupa 2 modem *provider* internet Sidnet, 1 modem

provider MNC dan 1 modem Indihome yang masing-masing berkecepatan 100 mbps. ISP tersebut terhubung ke satu Mikrotik *routerboard* lalu dibagi secara merata melalui 4 switch dan disebarkan kepada seluruh *access point* yang tersedia di setiap ruangan yang ada di SMAN 20 Bandung.

Beberapa *user* yang terhubung pada jaringan tersebut merasakan ketidaknyamanan pada saat menggunakan jaringan internet pada sekolah tersebut dikarenakan sangat lambat dan tidak dapat menunjang kebutuhan beberapa *user*. Hal ini terjadi karena tidak adanya manajemen *bandwidth* pada sekolah tersebut sehingga *bandwidth* yang seharusnya dapat digunakan menjadi habis dan tidak dapat digunakan.

Berdasarkan permasalahan masalah tersebut maka ditemukan suatu solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah *bandwidth* yang terjadi pada SMAN 20 Bandung yaitu dengan menggunakan manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dengan tujuan setiap *user* dapat menggunakan internet tersebut secara adil dan sesuai dengan kebutuhan masing masing. HTB itu sendiri merupakan metode dimana kita membagi *bandwidth* berdasarkan prioritas dan tidak akan mengambil *bandwidth* dari switch lain agar switch yang lain tidak kehabisan *bandwidth* sehingga penggunaan metode ini dirasa cocok untuk mengatasi masalah yang terjadi pada SMAN 20 Bandung dikarenakan memiliki kelebihan dalam pembatasan *bandwidth* tersebut.

Penelitian bertujuan untuk menyelesaikan beberapa permasalahan jaringan yang terjadi pada SMAN 20 Bandung yaitu mengetahui bagaimana kondisi jaringan pada SMAN 20 Bandung? Bagaimana rekomendasi perbaikan pada konfigurasi manajemen *bandwidth* pada jaringan internet di SMAN 20 Bandung? agar para *user* dapat menerima *bandwidth* sesuai dengan kebutuhannya.

II. KAJIAN TEORI

A. Jaringan Komputer

Menurut Jafar Noor Yudianto (2007), Jaringan komputer merupakan suatu sistem yang terdiri dari komputer komputer yang bertujuan untuk bisa berbagi sumber daya, berkomunikasi, dan bisa mengakses informasi.

Sedangkan menurut Norton (1995), Jaringan komputer ialah dua atau lebih komputer beserta perangkatnya yang saling terhubung agar dapat saling bertukar informasi dan komunikasi, sehingga menciptakan optimalisasi dan efisiensi dalam bekerja.

B. Bandwidth

Menurut Muh Alfandi Satriyo (2022). *Bandwidth* merupakan besaran data yang dapat dilewatkan dalam koneksi tertentu melalui sebuah jaringan.

Bandwidth merupakan suatu kapasitas atau ukuran yang dapat menunjukkan jumlah data yang dapat dilewati dalam suatu koneksi pada sebuah jaringan. *Bandwidth* itu sendiri menunjukkan berapa volume data yang dapat ditransfer dalam satu waktu yang diukur dalam *bits per second* (bps) atau *bytes per second* (Bps) pada jangka waktu tertentu yang diukur dalam satuan waktu yang pada umumnya menggunakan detik.

C. Manajemen Bandwidth

Menurut Asnawi, M, (2018), manajemen *bandwidth* merupakan proses mengukur dan mengontrol komunikasi pada jaringan agar menghindari *full capacity* yang akan mengakibatkan kinerja jaringan yang buruk dikarenakan kemacetan jaringan. Manajemen *bandwidth* ini merupakan cara kita mengalokasikan dan mengatur *bandwidth* dengan menggunakan sebuah PC router. Manajemen *bandwidth* dapat mengatur *bandwidth* jaringan dan memberikan level layanan yang sesuai dengan kebutuhan atau prioritas dari setiap *user*.

D. Mikrotik

Menurut Muh Alfandi Satriyo, (2018) Mikrotik merupakan suatu software atau perangkat lunak yang digunakan agar komputer bisa berfungsi sebagai router. PC *router* tersebut dilengkapi dengan beberapa fitur untuk jaringan kabel maupun nirkabel serta mikrotik pada saat ini telah banyak digunakan oleh penyedia layanan internet dikarenakan terkenal akan kestabilan, kualitas kontrol dan fleksibilitasnya dalam penanganan proses rute atau biasa disebut dengan *routing*. Ada beberapa aplikasi yang dapat digunakan pada saat menggunakan mikrotik selain *routing* yaitu manajemen, *firewall*, *bandwidth*, *wireless access point*, *hotspot system*, dan masih banyak lagi.

E. Per Connection Queue (PCQ)

Per Connection Queue (PCQ) yang merupakan metode yang tersedia pada router mikrotik yang dapat digunakan untuk manajemen *bandwidth* dan mengatur trafik jaringan untuk beberapa pengguna secara dinamis yang pada prinsipnya melakukan antrian guna menyamakan *bandwidth* yang dipakai oleh beberapa *user*.

F. Simple Queue

Simple Queue yang merupakan salah satu metode manajemen *bandwidth* yang tersedia pada router mikrotik dengan cara memberikan *bandwidth* yang besar untuk client yang terkoneksi lebih dahulu sehingga *user* yang connect berikutnya hanya mendapat *bandwidth* yang tersisa saja.

G. Winbox

Winbox yang merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk mengatur dan mengkonfigurasi *router* mikrotik. Di Winbox kita bisa melakukan konfigurasi *router* dengan lebih mudah dikarenakan menggunakan mode GUI pada Mikrotik RouterOS dan *RouterBoardnya*. Winbox dibuat berdasarkan win32 Binary namun dapat dijalankan pada OS Linux dan MacOS dengan menggunakan Wine dan semua fungsi yang terdapat pada winbox itu sendiri dibuat mirip dengan fungsi yang ada pada konsol

H. Hierarchical Token Bucket

Hierarchical Token Bucket (HTB) merupakan suatu metode yang berfungsi untuk mengatur *bandwidth* dalam hal pembagiannya secara hierarki dalam suatu kelas atau klasifikasi yang mempermudah dalam pengaturan *bandwidth*. Metode HTB memberikan kemudahan dalam pengaturan *bandwidth* dengan cara meminjam *bandwidth* jika kelas atau klasifikasi yang lebih tinggi sedang tidak menggunakan banyak *bandwidth* maka *bandwidth* sisanya dapat dipakai oleh kelas atau klasifikasi yang lebih rendah.

I. IP Address

Internet Protocol Address (*IP Address*) dapat didefinisikan sebagai sebuah nomor yang diberikan kepada setiap perangkat yang berkomunikasi melalui protokol TCP/IP. *IP Address* memiliki fungsi yaitu untuk mengidentifikasi sebuah perangkat dalam jaringan internet dan berfungsi sebagai alamat pengiriman data dalam suatu jaringan. *IP Address* memiliki jenis alamat yang dinamakan *Internet Protocol Version 4* (*IPv4*) yang tersusun dari 32 bit bilangan biner yang dikonversikan kedalam bilangan desimal lalu dipisahkan menjadi 4 blok yang nilainya berada diantara 0 sampai dengan 255. Secara literal, *IP Address* dapat dibagi menjadi 2 yaitu *Network ID* dan *Host ID*, dan dimana *Network ID* itu sendiri sebagai alamat dari suatu jaringan dan *Host ID* sebagai alamat dari setiap *host* di jaringan.

J. Network Development Life Cycle (NDLC)

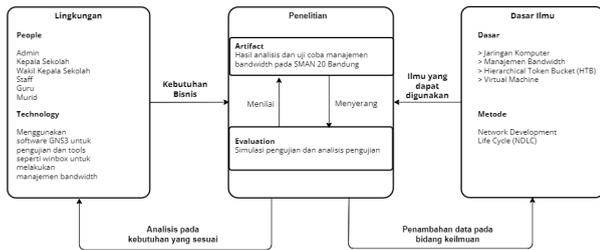
Menurut Tulloh (2009), *Network Development Life Cycle* (*NDLC*) merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan suatu jaringan komputer.

Metode NDLC metode ini memiliki beberapa tahapan yaitu:

- Tahap analisis yang dilakukan di awal untuk melakukan analisis permasalahan yang ada, keinginan pengguna dan topologi jaringan.
- Tahap Desain merupakan tahapan dimana kita melakukan penggambaran topologi dan data yang didapatkan pada saat melakukan tahap analisis yang akan memberikan gambaran tentang permasalahan yang akan diselesaikan.
- Tahap simulasi merupakan tahap dimana kita membuat simulasi dengan bantuan *tools* yang ada untuk melihat kondisi virtual dari topologi yang ada.
- Tahap Implementasi merupakan tahapan dimana kita akan melakukan implementasi mengenai hal apa saja yang akan dilakukan yang telah diuji pada tahap simulasi.
- Tahap monitoring merupakan tahapan dimana kita perlu memantau hasil dari implementasi agar sesuai dengan tujuan awal dan keinginan pada tahap analisis.
- Tahap manajemen merupakan tahapan dimana kita harus mengatur sistem agar dapat berjalan lebih lama seperti contohnya kita membuat kebijakan yang mengatur sistem tersebut agar mendukung tujuan awal.

III. METODE

III.1 Kerangka Pemecahan Masalah

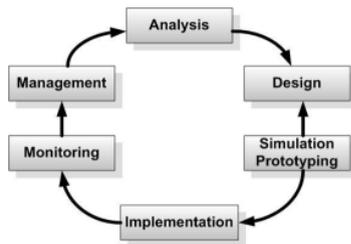


Gambar 1. Kerangka Berpikir

Berdasarkan gambar diatas, penelitian ini berfokus untuk mengembangkan kualitas jaringan internet di dalam organisasi terutama permasalahan pada bagian manajemen *bandwidth* dengan cara menerapkan *Hierarchical Token Bucket* untuk pembagian *bandwidth*-nya. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) dengan menggunakan komputer, *virtual machine*, dan *routing*. Selain itu ada beberapa aktor organisasi yang dilibatkan dalam penelitian ini yaitu *staff* sekolah, guru, siswa, dan *network administrator*.

III.2 Sistematika penyelesaian Masalah

Metode pengolahan data yang digunakan untuk penelitian adalah *Network Development Life Cycle* (NDLC).



Gambar 2. Metode *Network Development Life Cycle*

NDLC sendiri memiliki beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

Tahap Analisis.

Pada tahap ini penulis melakukan beberapa analisis berbagai permasalahan yang muncul, melakukan analisa terkait dengan kebutuhan yang diperlukan dan melakukan analisa pada topologi jaringan serta manajemen *bandwidth* yang sudah ada. beberapa langkah yang akan dilakukan adalah:

- Identifikasi masalah: Menganalisis dan memahami permasalahan yang terkait penelitian serta batas batas.
- latar Belakang: Menelusuri mengenai bidang keilmuan dan wawancara dengan narasumber terkait.
- Perumusan Masalah: Merumuskan dan memilah masalah agar fokus terhadap masalah dan batasannya.
- Tujuan dan Manfaat: tujuan dari penelitian dan manfaatnya terhadap lingkungan.

Tahap Desain.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, maka kita akan masuk ke tahap selanjutnya yaitu mendesain jaringan dan topologi jaringan yang sudah ada dan yang akan digunakan, serta melakukan instalasi kebutuhan seperti *hardware* dan *software* yang diperlukan. Ada beberapa hal yang akan dilakukan seperti:

- Melakukan analisis mengenai struktur topologi yang telah didapat.

- Melakukan instalasi *tools* yang diperlukan untuk melakukan simulasi dan analisis.
- Membuat desain serta pengaturan yang ada mengenai topologi yang ada dan topologi yang akan digunakan pada saat melakukan simulasi.

Tahap Simulasi dan Perancangan.

Pada tahap ini penulis melakukan simulasi terhadap topologi yang telah dibuat dan menggunakan berbagai macam *tools* untuk melihat gambaran implementasi yang akan digunakan terhadap topologi yang sudah dibuat sebelumnya. implementasi monitoring manajemen.

III.3 Pengumpulan Data

1. Observasi

Melakukan observasi secara langsung tentang topologi dan manajemen *bandwidth* yang ada pada SMAN 20 Bandung.

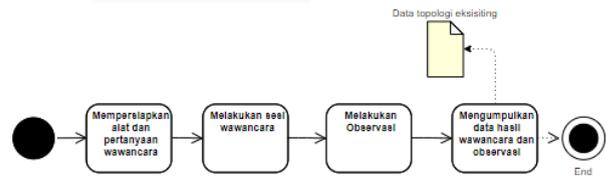
2. Wawancara

Melakukan wawancara tentang manajemen *bandwidth* pada SMAN 20 Bandung kepada Administrator tentang data yang dibutuhkan dan kondisi pada jaringan.

3. Studi Kasus

Mencari dan mempelajari penelitian ilmiah dan jurnal dari penelitian terkait yang dapat membantu dalam memecahkan masalah.

III.4 Pengumpulan dan pengolahan Data



Gambar 3. Flowchart Pengumpulan dan pengolahan data

III.4.1 Perangkat Pengujian

Tabel 1. Perangkat Pengujian.

Hardware	
Komputer	Laptop
Ryzen 5 5500 3,6 Ghz	Intel i7-7700HQ
RAM 24GB DDR4 3000Mhz	RAM 16GB DDR4 2400Mhz
SSD Sata 256 GB	HDD 1TB 5400 RPM
AMD Radeon RX 6500 XT 4GB	GTX 1050 4GB

Tabel 2. Software yang digunakan.

Software
Sistem Operasi Windows 10
Google Chrome

Mozilla Firefox
Virtualbox 7.0.14
GNS 3
GNS 3 <i>Virtual Machine</i>

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dan observasi pada SMAN 20 Bandung. Berdasarkan hasil wawancara didapatkan topologi jaringan dan data bahwa internet dibagi secara merata melalui masing-masing switch dan belum adanya manajemen *bandwidth* yang diterapkan serta limitasi untuk penggunaan *bandwidth* hanya dengan memakai gateway. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting sehingga penulis melakukan uji coba *bandwidth* pada komputer yang diizinkan dan setelah melakukan observasi secara mandiri didapatkan data dan dapat diambil data sebagai berikut:

III.4.2 Hasil Pengujian Kondisi Eksisting

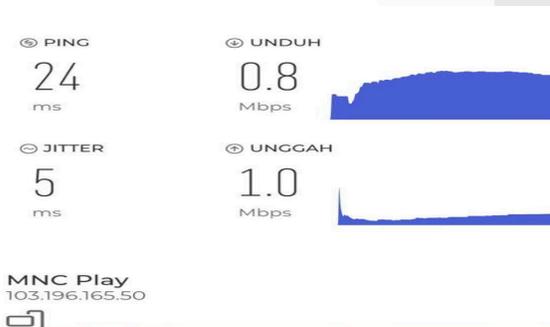
Untuk hasil pengujian pada kondisi eksisting penulis menggunakan beberapa ruangan sebagai sampel untuk pengujian yang berlangsung dikarenakan terdapat beberapa ruangan yang tidak boleh dimasuki secara umum seperti pada ruangan kepala sekolah, ruangan wakil kepala sekolah, ruangan laboratorium komputer, dan *server*.

Hasil pengujian *bandwidth* pada User Murid



Gambar 4. Hasil tes *bandwidth* pada switch publik 1 dan 2 untuk murid

Hasil pengujian *bandwidth* pada User Guru



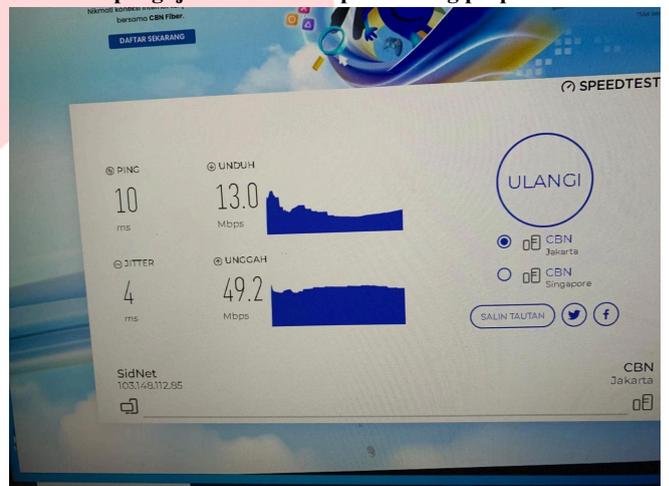
Gambar 5. Hasil tes *bandwidth* pada switch publik 1 dan 2 untuk guru

HASIL PENGUJIAN BANDWIDTH PADA RUANG TATA USAHA



Gambar 6. Hasil tes *bandwidth* pada switch manajemen di ruang tata usaha

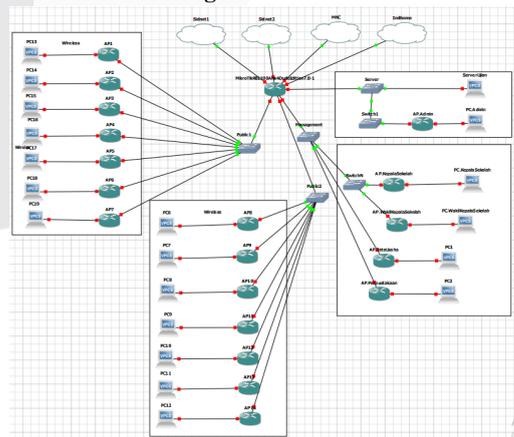
Hasil pengujian *bandwidth* pada ruang perpustakaan



Gambar 7. Hasil tes *bandwidth* pada switch manajemen di ruang perpustakaan

III.4.3 Perancangan Sistem Pengujian

Kondisi Eksisting



Gambar 8. Topologi Virtual

Pada kondisi eksisting terdapat 3 *Internet Service Provider* yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan *bandwidth* yang ada pada SMAN 20 Bandung. *Internet Service Provider* (ISP) tersebut berupa SIDNET, MNC, dan Indihome dengan total modem yang digunakan adalah 4 buah dimana 2 Modem berasal

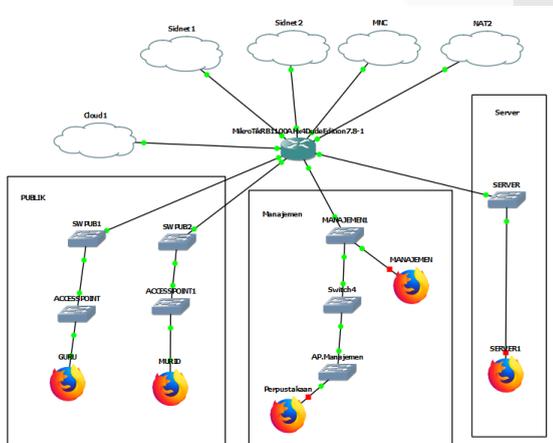
dari SIDNET, 1 modem berasal dari MNC, 1 modem berasal dari Indihome. Masing masing modem memberikan *bandwidth* sebesar 100 mbps yang dimana berarti total *bandwidth* yang tersedia pada SMAN 20 Bandung sebesar 400 mbps. Topologi jaringan pada SMAN 20 Bandung dimulai dengan semua modem yang terhubung ke 1 Routerboard yang terhubung dengan 4 switch yang berbeda yaitu switch publik 1, switch publik 2, switch manajemen, dan switch *server*. Untuk switch publik 1 dan publik 2 terhubung dengan banyak *access point* yang akan digunakan oleh guru dan murid dengan masuk ke dalam *gateway* dimana guru akan mendapatkan 2 mbps dan murid mendapatkan 1 mbps. Untuk switch manajemen akan terhubung ke 5 *access point* yang terbagi ke beberapa ruangan yaitu ruang perpustakaan, ruang tata usaha, serta terhubung dengan 1 switch lagi yang akan terhubung dengan ruang wakil kepala sekolah dan ruangan kepala sekolah. Untuk switch *server* terhubung langsung ke ruang *server* dan ruang administrator. Switch manajemen dan switch *server* sendiri bisa dibayangkan tidak dilakukan manajemen *bandwidth* dikarenakan tidak adanya pembatasan *bandwidth* yang terjadi. Penyimpanan modem, routerboard serta switch disimpan pada ruangan *server* yang tersimpan pada lantai 3. Pada pengimplementasiannya hanya terdapat 28 *access point* yang aktif dan digunakan oleh kurang lebih 400 *user* saat jam sibuknya.

Untuk memahami lebih lanjut berikut merupakan daftar perangkat jaringan yang terdapat pada SMAN 20 Bandung:

Tabel 3. Perangkat yang terhubung

Perangkat yang terhubung	
Nama Access Point	Jumlah Perangkat Terhubung
Ruang Kepala Sekolah	2
Ruang Wakil Kepala Sekolah	9
Ruang Tata Usaha	9
Ruang Perpustakaan	7
Ruang Admin	2
Ruang Server	1
Ruang Publik	± 300

Skenario Pengujian

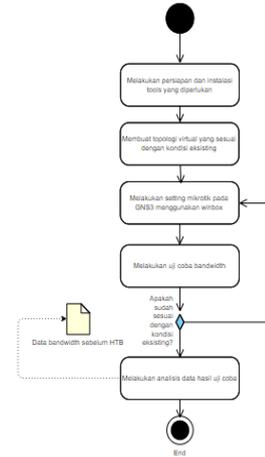


Gambar 9. Topologi Pengujian

Jaringan pada SMAN 20 Bandung akan diuji secara *real-time* dan virtual yang bertujuan untuk menyamakan kondisi eksisting agar hasil dari pengujian dapat dibandingkan, sehingga tujuan dari penelitian yang dilakukan dapat tercapai serta variabel yang akan dilakukan pengujian adalah *bandwidth*.

Berikut merupakan skenario penelitian yang akan dilakukan:

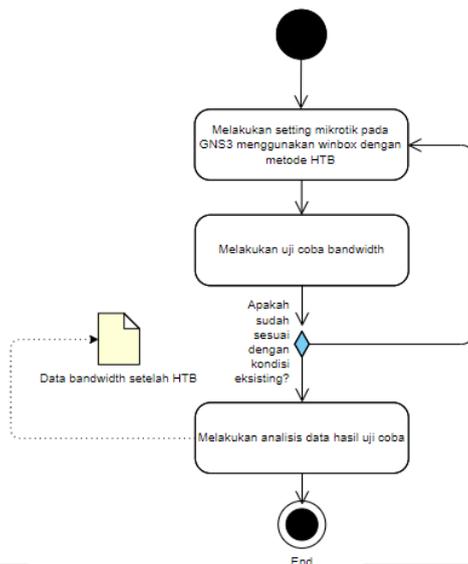
Skenario pengujian kondisi virtual eksisting:



gambar 10. Skenario pengujian kondisi virtual eksisting sebelum dilakukan HTB.

Pengujian dilakukan dengan cara mempersiapkan data dan tools yang akan digunakan setelah itu membuat topologi jaringan yang di virtualkan dengan acuan sumber daya yang ada dan data yang telah didapatkan lalu melakukan setting mikrotik dengan acuan yang sesuai dengan kondisi eksisting pada routerboard mikrotik yang terdapat pada GNS3 melalui Winbox setelah itu melakukan uji coba *bandwidth* dengan cara melakukan *download file* sebesar 1 GB pada setiap komputer virtual yang ada pada setiap switch lalu melihat *bandwidth* yang digunakan oleh setiap *switch* jika data belum sesuai maka dilakukan pengaturan ulang pada jaringan virtual eksisting hingga didapatkan data yang dirasa sudah cukup sesuai dengan kondisi eksisting, setelah itu melakukan analisis dan kesimpulan mengenai data yang telah didapatkan mengenai kondisi jaringan yang telah diuji.

Skenario pengujian kondisi virtual eksisting setelah di HTB:



Gambar 11. Skenario pengujian kondisi virtual eksisting setelah dilakukan HTB.

Melakukan penelitian menggunakan *software* GNS3 untuk melakukan manajemen *bandwidth* secara virtual dan konfigurasi mikrotik dikarenakan kondisi eksisting tidak memungkinkan untuk melakukan manajemen *bandwidth* secara *real-time*. Pengujian mencakup perubahan topologi jaringan SMAN 20 Bandung yang berada pada GNS3 serta pengujian dilakukan dengan cara download file sebesar 1 GB pada setiap komputer virtual yang ada pada setiap switch lalu melihat *bandwidth* yang digunakan oleh setiap *switch* yang akan digunakan sebagai saran perbaikan untuk SMAN 20 Bandung. Pengujian yang dilakukan terdapat sedikit perubahan topologi dikarenakan keterbatasan sumber daya serta kapasitas *bandwidth* pada pengujian akan dilakukan perubahan.

Berikut merupakan keterangan terkait dengan skala yang diperkecil yaitu:

Tabel 4. Keterangan perubahan

Keterangan	Bandwidth awal	Bandwidth yang akan digunakan	Rasio bandwidth dari bandwidth awal
Bandwidth Total	400mbps	10mbps	40 : 1
Bandwidth pada switch manajemen	100mbps	2,5mbps	40 : 1
Bandwidth pada switch server	100mbps	2, mbps	40 : 1
Bandwidth pada switch publik 1	100mbps	2,5mbps	40 : 1
Bandwidth pada switch publik 2	100mbps	2,5mbps	40 : 1

Tabel 5. Keterangan perubahan jumlah perangkat

Keterangan	Jumlah Awal	Jumlah yang akan digunakan
Access Point Switch Publik 1	7	1

Access Point Switch Publik 2	7	1
Access Point Switch Manajemen	8	1
Pengguna Switch Publik 1	±150	1
Pengguna Switch Publik 2	±150	1
Pengguna Switch Manajemen	16	1
Pengguna Access Point Manajemen	11	1

Topologi virtual tetap menggunakan sumber internet sebesar 10 mbps dimana pada topologi eksisting menggunakan 400 mbps maka bisa dikatakan seluruh topologi virtual menggunakan rasio 1 : 40 dari topologi eksisting dengan catatan rasio pembagian *bandwidth* pada topologi eksisting dan topologi virtual sebagai berikut:

Topologi Eksisting:

Berdasarkan data yang telah didapatkan pada saat wawancara dapat diambil kesimpulan bahwa topologi eksisting adalah sebagai berikut

Tabel 6. Bandwidth pada topologi eksisting

Keterangan	Persentase Bandwidth yang digunakan	Bandwidth yang digunakan
Routerboard	100%	400 mbps
Switch manajemen	25%	100 mbps
Switch Server	25%	100 mbps
Switch Publik 1	25%	100 mbps
Switch Publik 2	25%	100 mbps
User Murid	0,25%	1 mbps
User Guru	0,5%	2 mbps

Keterangan:

Routerboard menggunakan keseluruhan total *bandwidth* dikarenakan akan melakukan manajemen *bandwidth* dan akan menyebarkan *bandwidth* kepada seluruh *user* melalui perangkat yang ada. Switch manajemen dan *server* mendapatkan masing-masing 25% total *bandwidth* dikarenakan pada switch manajemen terdapat beberapa komputer yang berfungsi untuk mengirimkan data kepada Dinas Pendidikan serta melakukan rapat secara *online* sehingga diperlukan *bandwidth* yang lumayan besar, untuk *server* sendiri dikarenakan digunakan untuk melakukan ujian, mengontrol perangkat yang ada disekolah serta menyimpan data penting sekolah maka diperlukan *bandwidth* yang lumayan besar. Selanjutnya untuk switch publik 1 dan 2 digabung dengan cara dilakukan *bridge* dan diberi *bandwidth* sebesar 50% dari total *bandwidth* dikarenakan akan digunakan oleh guru dan murid yang jumlahnya akan lebih banyak dari manajemen dan *server*.

Topologi Virtual:

Dikarenakan keterbatasan sumber daya maka *bandwidth* total 400 mbps dari kondisi eksisting dikecilkan dengan rasio 40 : 1 dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. *Bandwidth* pada topologi virtual

Keterangan	Persentase <i>Bandwidth</i> yang digunakan	<i>Bandwidth</i> yang digunakan
Routerboard	100%	10 mbps
Switch manajemen	25%	2,5 mbps
Switch <i>Server</i>	25%	2,5 mbps
Switch Publik 1	25%	2,5 mbps
Switch Publik 2	25%	2,5 mbps
User Murid	0,25%	25 kbps
User Guru	0,5%	50 kbps

Keterangan : Pengujian mewakili 25 guru dan 150 dengan masing-masing total *bandwidth* guru dan murid adalah 1,25 mbps dan 3,75 mbps.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen yang dilakukan sebelum dilakukan HTB

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Packet Marks
0	Server	192.168.5.14	10M	10M	
1	Manajemen	ether9	10M	10M	
2	X Limit Server 25%	ether8	0	0	
3	D <hotspot-guru>	192.168.1.253	1250k	1250k	
4	X Limit Manajemen 25%	ether9	0	0	
5	X Limit Publik 50%	bridge1	0	0	
6	D <hotspot-murid>	192.168.1.254	3750k	3750k	

Gambar 12. Manajemen pada topologi virtual sebelum dilakukannya manajemen *bandwidth*

Manajemen yang dilakukan sebelum dilakukannya metode HTB, disini tidak ada prioritas jaringan yang diterapkan ataupun manajemen *bandwidth* yang dilakukan.

Manajemen yang dilakukan setelah dilakukan metode HTB

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Packet Marks	Tot
0	Parent Publik	bridge1	0	0		
1	D <hotspot-guru>	192.168.1.254	1250k	1250k		
2	D <hotspot-murid>	192.168.1.253	3750k	3750k		
3	All Network Limit	0.0.0.0/0	0	0		
4	Parent Server	192.168.5.0/28	0	0		
5	Parent Manajemen	192.168.10.0/24	0	0		
6	X Server	192.168.5.14	10M	10M		
7	X Manajemen	ether9	10M	10M		
8	X Limit Manajemen 25%	ether9	0	0		
9	X Limit Publik 50%	bridge1	0	0		

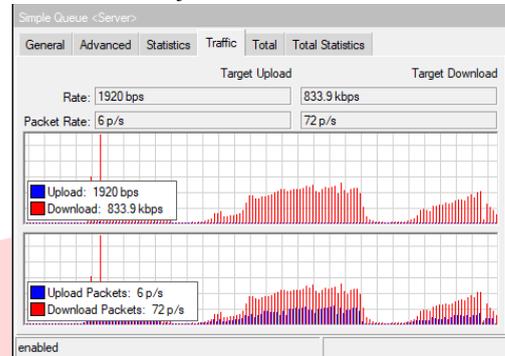
Gambar 13. Manajemen pada topologi virtual setelah dilakukannya manajemen *bandwidth*

Manajemen yang dilakukan setelah dilakukannya manajemen *bandwidth*, disini terdapat prioritas jaringan yang

diterapkan agar tidak mengambil *bandwidth* dari switch lain serta *bandwidth* yang akan digunakan oleh *user* guru dan murid tidak akan melebihi *bandwidth* *parent* yaitu publik yang pada gambar diatas telah dibatasi hanya mendapatkan 50% dari total *bandwidth*.

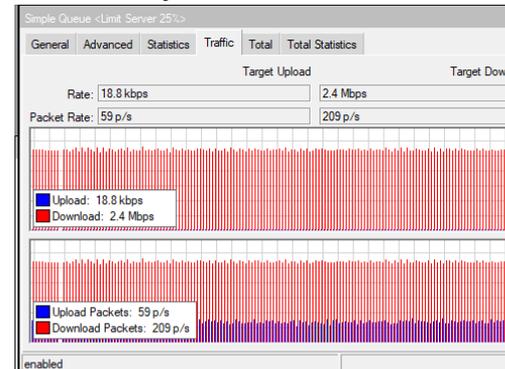
Switch *server* sebelum dan sesudah dilakukan manajemen *bandwidth*

Sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 14. Hasil tes *bandwidth* pada switch *server* di ruang administrasi sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*

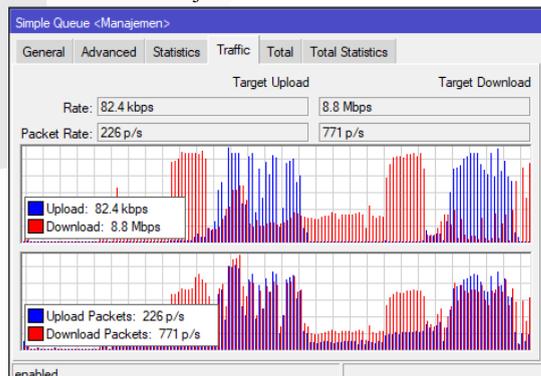
Setelah dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 15. Hasil tes *bandwidth* pada switch *server* di ruang administrasi setelah dilakukan manajemen *bandwidth*

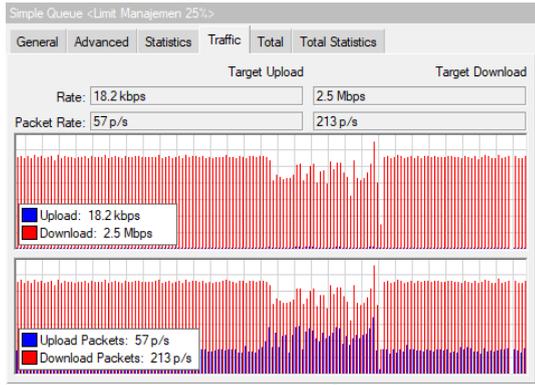
Switch manajemen sebelum dan sesudah dilakukan manajemen *bandwidth*

Sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 16. Hasil tes *bandwidth* switch manajemen sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*

Setelah dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 17. Hasil tes *bandwidth* switch manajemen setelah dilakukan manajemen *bandwidth*

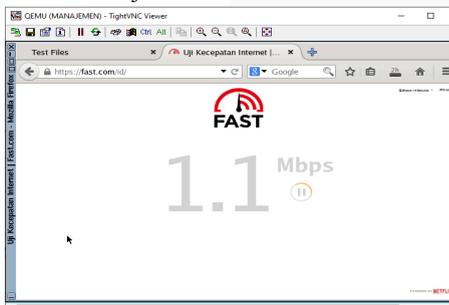
User manajemen pada switch manajemen sebelum dan sesudah dilakukan manajemen *bandwidth*

Sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 18. Hasil tes *bandwidth* user manajemen pada switch manajemen sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*

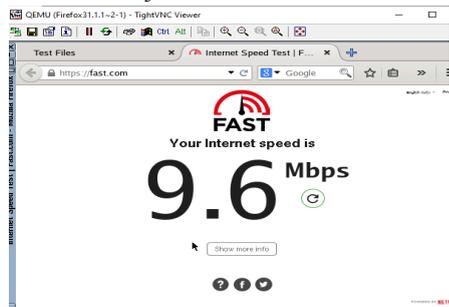
Setelah dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 19. Hasil tes *bandwidth* user manajemen pada switch manajemen setelah dilakukan manajemen *bandwidth*

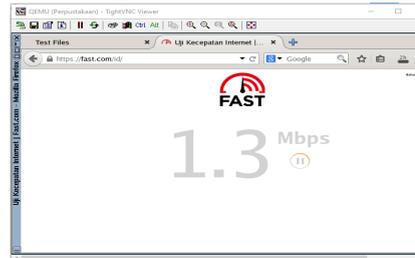
User perpustakaan pada switch manajemen sebelum dan sesudah dilakukan manajemen *bandwidth*

Sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 20. Hasil tes *bandwidth* user perpustakaan pada switch manajemen sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*

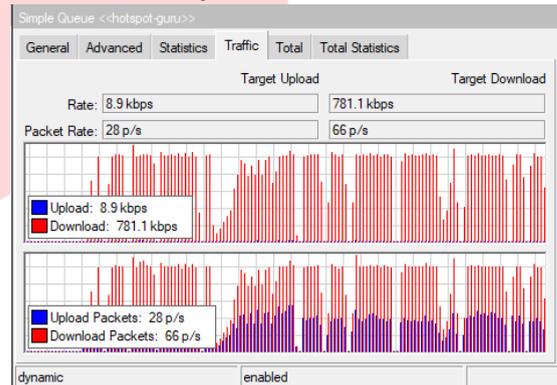
Setelah dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 21. Hasil tes *bandwidth* user perpustakaan pada switch manajemen setelah dilakukan manajemen *bandwidth*

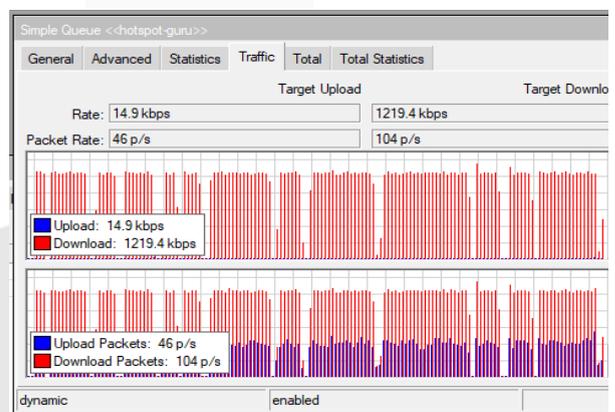
Switch publik untuk user guru sebelum dan sesudah dilakukan manajemen *bandwidth*

Sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 22. Hasil tes *bandwidth* switch publik dengan user guru sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*

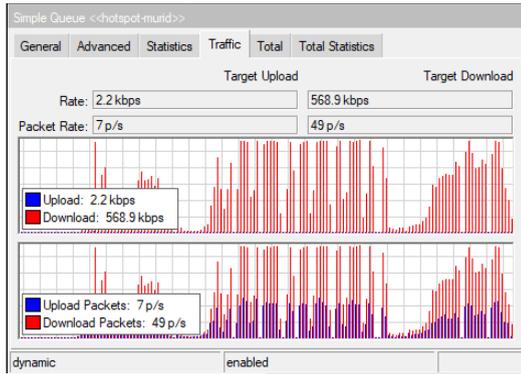
Setelah dilakukan manajemen *bandwidth*:



Gambar 23. Hasil tes *bandwidth* switch publik dengan user guru setelah dilakukan manajemen *bandwidth*

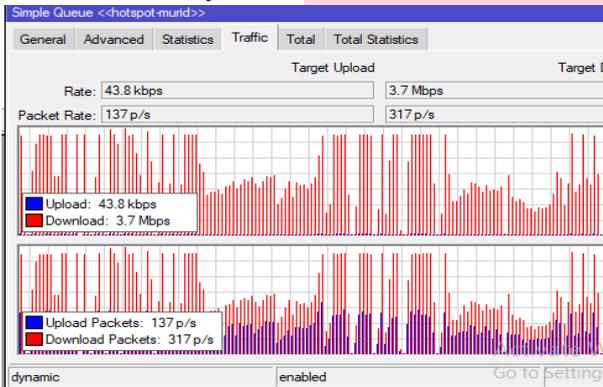
Switch publik untuk user murid sebelum dan sesudah dilakukan manajemen bandwidth

Sebelum dilakukan manajemen bandwidth:



Gambar 24. Hasil tes bandwidth switch publik dengan user murid sebelum dilakukan manajemen bandwidth

Setelah dilakukan manajemen bandwidth:



Gambar 25. Hasil tes bandwidth switch publik dengan user murid setelah dilakukan manajemen bandwidth

Tabel 8. Tabel komparasi bandwidth.

Nama perangkat	Komparasi Bandwidth		Keterangan
	Sebelum di HTB	Sesudah di HTB	
Switch server	833 kbps	2,4 mbps	Berdasarkan data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa kebutuhan bandwidth yang diperlukan oleh switch server terpenuhi dibandingkan sebelum dilakukannya manajemen bandwidth, yaitu sebelum dilakukannya manajemen bandwidth switch server hanya mendapatkan bandwidth sebesar 0,8 mbps dan setelah dilakukan manajemen bandwidth mendapatkan bandwidth sekitar 2,5

			mbps hal ini menunjukkan bahwa manajemen bandwidth berhasil dan memberikan efek yang signifikan
Switch manajemen	8,8 mbps	2,5 mbps	Berdasarkan data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa bandwidth yang diperlukan oleh switch manajemen dapat diatur dengan baik, pada awalnya bandwidth yang digunakan oleh switch manajemen mencapai 8,8 mbps, namun setelah dilakukannya manajemen bandwidth didapatkan bandwidth sekitar 2,5 mbps untuk switch manajemen dimana hal ini sesuai dengan hasil yang didapat pada saat wawancara dan berhasil menunjukkan bahwa manajemen bandwidth telah berhasil dilakukan serta memberikan efek yang signifikan.
User manajemen pada switch manajemen	5,9 mbps	1,1 mbps	Berdasarkan data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa bandwidth yang diperlukan oleh switch manajemen dapat diatur dengan baik, pada awalnya bandwidth yang digunakan oleh user manajemen mencapai 5,9 mbps sehingga user yang lain yang seharusnya mendapatkan bandwidth yang sama rata malah mendapatkan bandwidth sisa dari user manajemen, namun setelah dilakukannya manajemen bandwidth didapatkan bandwidth pada user manajemen sekitar 1,1 mbps dimana hal ini menunjukkan bandwidth masih dibawah bandwidth maksimal yang digunakan switch manajemen serta dibagi secara merata kepada

			<i>user</i> lain yang tersambung pada switch yang sama, hal ini menunjukkan bahwa manajemen <i>bandwidth</i> telah berhasil dilakukan serta memberikan efek yang signifikan.
<i>User</i> perpustakaan pada switch manajemen	9,6 mbps	1,3 mbps	Berdasarkan data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa <i>bandwidth</i> yang diperlukan oleh switch manajemen dapat diatur dengan baik, pada awalnya <i>bandwidth</i> yang digunakan oleh <i>user</i> perpustakaan mencapai 9,6 mbps sehingga <i>user</i> yang lain yang seharusnya mendapatkan <i>bandwidth</i> yang sama rata malah mendapatkan <i>bandwidth</i> sisa dari <i>user</i> perpustakaan, namun setelah dilakukannya manajemen <i>bandwidth</i> didapatkan <i>bandwidth</i> pada <i>user</i> perpustakaan sekitar 1,3 mbps dimana hal ini menunjukkan <i>bandwidth</i> tidak melebihi jumlah <i>bandwidth</i> maksimal yang digunakan switch manajemen serta dibagi secara merata kepada <i>user</i> lain yang tersambung pada switch yang sama, hal ini menunjukkan bahwa manajemen <i>bandwidth</i> telah berhasil dilakukan serta memberikan efek yang signifikan.
<i>User</i> guru pada switch publik	781 kbps	1,2 mbps	Berdasarkan data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa <i>bandwidth</i> yang diperlukan untuk <i>user</i> guru yang tersambung pada switch publik dapat diatur dengan baik. Pada awalnya <i>bandwidth</i> yang digunakan oleh <i>user</i> guru hanya mencapai 0,7 mbps yang dimana

			<i>bandwidth</i> tersebut mewakili 25 guru yang berarti setiap guru hanya mendapatkan 31 kbps dimana hal ini tidak sesuai dengan informasi yang didapatkan pada saat wawancara, namun setelah dilakukannya manajemen <i>bandwidth</i> <i>user</i> guru mendapatkan <i>bandwidth</i> sekitar 1,2 mbps yang berarti setiap guru mendapatkan <i>bandwidth</i> 50 kbps dimana hal ini sesuai dengan ketentuan dan berhasil menunjukkan bahwa manajemen <i>bandwidth</i> telah berhasil dilakukan.
<i>User</i> murid pada switch publik	568 kbps	3,7 mbps	Berdasarkan data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa <i>bandwidth</i> yang diperlukan untuk <i>user</i> murid yang tersambung pada switch publik dapat diatur dengan baik. Pada awalnya <i>bandwidth</i> yang digunakan oleh <i>user</i> murid hanya mencapai 0,5 mbps yang dimana <i>bandwidth</i> tersebut mewakili 150 murid yang berarti setiap murid hanya mendapatkan 3,7 kbps dimana hal ini tidak sesuai dengan informasi yang didapatkan pada saat wawancara, namun setelah dilakukannya manajemen <i>bandwidth</i> <i>user</i> murid mendapatkan <i>bandwidth</i> sekitar 3,7 mbps yang berarti setiap murid mendapatkan <i>bandwidth</i> 25 kbps dimana hal ini sesuai dengan ketentuan dan berhasil menunjukkan bahwa manajemen <i>bandwidth</i> telah berhasil dilakukan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada SMAN 20 Bandung menunjukkan bahwasanya sekolah tersebut kurang memperhatikan kondisi jaringannya. hal ini bisa dibuktikan dengan hasil uji *bandwidth* yang telah dilakukan seperti salah satu komputer pada switch manajemen mendapatkan *bandwidth* sebesar 79 mbps sedangkan komputer lainnya hanya mendapatkan *bandwidth* sebesar 13 mbps, dimana hal ini sudah mencapai hampir setengah dari total *bandwidth* yang ada yang berakibat *user* lain menjadi kehabisan *bandwidth*. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dengan cara melakukan uji coba sebelum dan setelah dilakukannya manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket (HTB)* terdapat perbedaan yang signifikan yaitu sebelum dilakukannya manajemen *bandwidth*, *bandwidth* yang digunakan oleh switch *server* sebesar 833 kbps dimana hal ini kurang dari apa yang seharusnya didapatkan yaitu 2,5 mbps, switch manajemen mendapatkan *bandwidth* sebesar 8,8 mbps dan *bandwidth* tersebut melebihi dari apa yang seharusnya didapatkan yaitu sekitar 2,5 mbps, untuk switch publik dengan *user* murid mendapatkan *bandwidth* sebesar 568 kbps dan hal ini menunjukkan bahwa *bandwidth* yang didapatkan kurang dari apa yang seharusnya yaitu 3,7 mbps, untuk switch publik dengan *user* guru mendapatkan *bandwidth* sebesar 781 kbps dan hal ini menunjukkan bahwa *bandwidth* yang didapatkan kurang dari apa yang seharusnya yaitu 1,2 mbps bisa dibidang *bandwidth* yang didapatkan oleh *user* saling berebut sehingga terjadinya kesenjangan antara 1 *user* dan *user* lainnya yang mengakibatkan *bandwidth* yang digunakan menjadi tidak optimal atau melebihi batas yang diinginkan namun setelah dilakukannya manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket (HTB)*, *bandwidth* yang masuk dan digunakan oleh *user* tidak bisa lebih dari apa yang telah ditentukan yaitu setiap switch yang seharusnya mendapatkan *bandwidth* secara adil yaitu 25% per switchnya dan tidak adanya perebutan *bandwidth* antar switch dimana dan *user server* dan manajemen mendapatkan masing-masing 2,5 mbps dan hasil tersebut sesuai dengan apa yang seharusnya didapatkan serta *user* guru dan murid mendapatkan *bandwidth* sebesar 1,2 mbps dan 3,7 mbps pada switch publik yang dimana hal ini menunjukkan bahwasanya tidak ada lagi switch yang saling berebut *bandwidth* sehingga menyebabkan kehabisan *bandwidth*.

REFERENSI

- [1] S. Pramudita. (2014, Nov.) "Manajemen Bandwidth dengan Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) (Studi Kasus : SMPN 1 Susukan Kabupaten Semarang)" Artikel Ilmiah. Available: https://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/15007/2/T1_6720_09004_Full%20text.pdf [Nov. 15, 2023]
- [2] Musmuharam. (2020, Feb.) "IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE QUEUE TREE PADA JARINGAN INTERNET" Artikel Ilmiah. Available: <http://repository.upbatam.ac.id/2405/1/cover%20s.d%20bab%20III.pdf> [Nov. 17, 2023]
- [3] C. A. Pamungkas (2016, Jun.) "Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Routerboard di Politeknik Indonesia Surakarta" Artikel Ilmiah. Available: <https://informa.poltekindonusa.ac.id/index.php/informa/article/view/120/100> [Nov. 17, 2023]
- [4] M. F. Asnawi (2017, Nov.) "KONFIGURASI MIKROTIK SEBAGAI MANAJEMEN BANDWIDTH DAN INTERNET GATEWAY BERBASIS WEB" Artikel Ilmiah. Available: <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/ppkm/article/view/437/266> [Nov. 17, 2023]
- [5] A. W. Azinar, R. S. Adi. (2017) "ANALISIS QOS (QUALITY OF SERVICE) PADA WARNET DENGAN METODE HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET)" Artikel Ilmiah. Available: <https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1620088&val=11044&title=ANALISIS%20QOS%20QUALITY%20F%20SERVICE%20PADA%20WARNET%20DENGAN%20METODE%20HTB%20HIERARCHICAL%20TOKEN%20BUCKET> [Nov. 17, 2023]
- [6] D. Petra, E. Mulyani, B.Arpan (2017, Feb.) "MENGANTISIPASI KETERLAMBATAN DAN SOLUSI PERCEPATAN DENGAN ANALISIS "WHAT IF"" Artikel Ilmiah. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/191212-ID-mengantisipasi-keterlambatan-dan-solusi.pdf> [Des. 26, 2023]
- [7] A. Syukur (2018, Mar.) "Analisis Management Bandwidth Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dengan Authentikasi RADIUS " Artikel Ilmiah. Available: <https://journal.uir.ac.id/index.php/ITJRD/article/download/1260/900> [Des. 27, 2023]
- [8] A. Suryaman (2020, Oct.) "ANALISIS DAN PERANCANGAN MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMPLE QUEUE DAN QUEUE TREE PADA ROUTER (Studi Kasus : RS. Paru Dr. H.A. Rotinsulu)" Artikel Ilmiah. Available: http://repository.unpas.ac.id/49619/1/Asep%20Suryaman_173040134_Teknik%20Informatika.pdf [Des. 27, 2023]
- [9] E. Herlina (2019, Jan.) "ANALISIS RANCANGAN MANAJEMEN BANDWIDTH UNTUK INFRASTRUKTUR JARINGAN KOMPUTER PADA SMKN 1 ABDYA" Artikel Ilmiah. Available: <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/8572/1/SKRIPSI%20FU LL.pdf> [Aug. 14, 2024]
- [10] M. A. Satriyo(2022, Aug.) "MANAJEMEN BANDWIDTH MIKROTIK MENGGUNAKAN METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB)" Artikel Ilmiah. Available: <https://eprints.utdi.ac.id/9770/> [Nov. 17, 2023]
- [11] D. M. Tulloh (2020, Jun.) "ANALISIS JARINGAN AKSES INTERNET MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER OS DI SMK TUNAS HARAPAN DENGAN OPTIMALISASI LOAD BALANCING MENGGUNAKAN PARAMETER QoS (Quality of Service)" Artikel Ilmiah. Available: <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/pinter/article/view/17397/9299> [Aug. 12, 2024]
- [12] S. A. Saleha (2023, Jun.) "OPTIMALISASI JARINGAN WIRELESS MENGGUNAKAN METODE PENGEMBANGAN NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC)" Artikel Ilmiah. Available: <https://anoatik.uho.ac.id/index.php/atik/article/view/1/9> [Aug. 08, 2024]
- [13] T. Sanjaya, D. Setiyadi (2019, Aug.) "Network Development Life Cycle (NDLC) Dalam Perancangan Jaringan Komputer pada Rumah Shalom. Jurnal Mahasiswa Bina

Insani” Artikel Ilmiah. Available:

<https://media.neliti.com/media/publications/470957-none-6e5ccb9.pdf> [Aug. 08, 2024]

[14] Meilinaeka. “*Pengertian Throughput yang Kerap Dianggap Sama Dengan Bandwidth.*”. Internet: <https://it.telkomuniversity.ac.id/pengertian-throughput-yang-kerap-dianggap-sama-dengan-bandwidth/>, Jan. 02, 2023 [Des. 25, 2023].

[15] Wireshark.org. “*Chapter 1. Introduction*”. Internet: https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/ChapterIntroduction.html#ChIntroWhatIs, 2023 [Des. 25, 2023].

[16] Gurupendidikan.co.id. “13 Pengertian Jaringan Komputer Menurut Para Ahli Terlengkap ”. Internet:

<https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-jaringan-komputer/>, 2023 [Nov. 17, 2023].

[17] Gurupendidikan.co.id. “13 Pengertian Jaringan Komputer Menurut Para Ahli Terlengkap ”. Internet: <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-jaringan-komputer/>, 2023 [Nov. 17, 2023].

[18] S. H. Sahir. (2021, Jan). Metodologi Penelitian.[*On-Line*]. Available: <https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/16455/1/E-Book%20Metodologi%20Penelitian%20Svafrida.pdf>. [Des 25, 2023].

