

PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* DI SMKN 9 PADANG

Mufadhil Arrahman, Anggri Yulio Pernanda, Rini Novita

Pendidikan Informatika Universitas PGRI Sumatra Barat

Jl. Gn. Pangilun, Padang utara, Kota Padang, Indonesia

mufadhilarrahman5@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggambarkan permasalahan di SMKN 9 Padang terkait pengelolaan jaringan di laboratorium komputer yang mengganggu proses belajar-mengajar. Keterbatasan dalam pengaturan batas penggunaan jaringan internet menyebabkan guru dan siswa mengalami kendala dalam efisiensi penggunaan *internet*, contohnya *koneksi* lambat akibat banyaknya *client* yang menggunakan jaringan secara bersamaan. Kurangnya manajemen *bandwidth* mengakibatkan distribusi *bandwidth* yang tidak adil di antara komputer-komputer. Dengan menerapkan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *hierarchical token bucket* (HTB), sebagai tujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan layanan *internet* di sekolah dan memastikan bahwa semua elemen, terutama guru dan siswa, merasakan manfaatnya. Metode PPDIIO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, and Optimize*) digunakan sebagai kerangka kerja untuk mengembangkan dan mengelola jaringan. Tahapannya meliputi persiapan, perencanaan, desain, implementasi, operasi, dan optimisasi. Hasil penelitian ini bahwa penerapan metode HTB berhasil menyesuaikan penggunaan *bandwidth* dengan kebutuhan masing-masing *client* melalui pengaturan *limit* dan *max limit* yang sesuai. Dengan setiap *client* mendapatkan alokasi *bandwidth* yang merata dengan kecepatan *download* sekitar 9.70 Mbps dan kecepatan *upload* sekitar 9.31 Mbps, dibandingkan sebelum menggunakan metode HTB. Pengukuran *bandwidth* menggunakan *speedtest* juga mengkonfirmasi hasil lebih merata setelah menggunakan metode HTB. Metode ini efektif dalam mengendalikan penggunaan *bandwidth*, mengurangi risiko penggunaan berlebih yang dapat merugikan koneksi pengguna jaringan.

Kata kunci: Manajemen Bandwidth, Hierarchical Token Bucket (HTB), PPDIIO.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi *internet*, penggunaan *internet* semakin meningkat dengan pesat. *Internet* telah menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting, tersedia dalam berbagai bentuk, mulai dari akses gratis hingga berbayar. Dalam mendukung proses belajar, sekolah dan perusahaan perlu memiliki fasilitas *internet*. Untuk memastikan kualitas dan struktur layanan *internet* yang optimal, institusi tersebut harus menyediakan fasilitas dan perangkat yang berkualitas. Salah satu perangkat yang sangat berguna adalah MikroTik RouterOS, sebuah sistem operasi *router* yang saat ini banyak digunakan oleh berbagai kantor dan instansi.

MikroTik RouterOS adalah *router network* yang handal, dilengkapi dengan beragam fitur dan alat yang digunakan dalam mengelola jaringan, seperti manajemen *bandwidth*, *stateful firewall*, *hotspot for plug-and-play access*, *remote winbox GUI admin*, dan *routing*. [1] MikroTik RouterOS adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang dapat menjadikan komputer biasa sebagai *router network* yang handal, mencakup berbagai fitur untuk IP *network* dan jaringan *wireless*.

SMKN 9 Padang telah mengimplementasikan jaringan LAN dan *wireless* sebagai bagian integral dari infrastruktur pendidikannya. Infrastruktur jaringan ini digunakan untuk mendukung berbagai aspek dalam proses pembelajaran dan aktivitas

pendidikan lainnya. Dalam konteks ini, pengelolaan jaringan *internet* yang efektif dan efisien menjadi sangat penting. Operator jaringan di institusi ini bertanggung jawab untuk memastikan kualitas layanan *internet* yang memadai, sehingga memberikan kepuasan dan kenyamanan bagi semua pengguna layanan jaringan *internet* dalam menjalankan pekerjaan mereka.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan tanggal 3 Mei 2023 dengan mewawancarai teknisi labor dan pengamatan langsung di SMKN 9 Padang terlihat ada permasalahan dalam proses belajar mengajar dalam laboratorium tentang pengelolaan jaringan, tidak adanya batas penggunaan jaringan *internet* pada sekolah sehingga guru dan siswa tidak efisien dalam penggunaan *internet* seperti contoh lambatnya koneksi *internet* dikarenakan banyaknya *client* menggunakan secara bersamaan, tanpa terdapatnya manajemen *bandwidth* banyak PC yang bisa memakai *internet* secara tidak beraturan sehingga menimbulkan PC yang lain tidak memperoleh jatah *bandwidth* yang adil. Hal ini bertujuan agar pemanfaatan layanan *internet* disekolah lebih optimal dan bisa di rasakan oleh semua komponen sekolah terutama guru dan siswa. Dalam rangka memenuhi kebutuhan ini, perlu dilakukan pengembangan sistem manajemen *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan SMKN 9 Padang. Sistem ini dapat memungkinkan operator jaringan untuk mengatur dan memantau penggunaan

bandwidth secara efisien, memprioritaskan akses, serta menjalankan kebijakan penggunaan *internet* yang sesuai. Dengan demikian, operator jaringan dapat memastikan bahwa layanan internet di SMKN 9 Padang memberikan nilai tambah bagi pendidikan dan kegiatan sekolah secara keseluruhan.

Manajemen *bandwidth* merupakan teknik pengelolaan jaringan sebagai usaha untuk memberikan performa jaringan yang adil dan memuaskan. Manajemen *bandwidth* juga digunakan untuk memastikan *bandwidth* yang memadai untuk memenuhi kebutuhan *trafik* data dan informasi serta mencegah persaingan antara aplikasi. Dalam hal ini, setiap pengguna *internet* akan diberlakukan pembatasan sesuai dengan pengaturan manajemen *bandwidth* yang telah ditetapkan oleh teknisi sebelumnya. Tanpa adanya manajemen *bandwidth*, banyak komputer dapat menggunakan *internet* secara tidak beraturan sehingga menyebabkan komputer lain tidak mendapat jatah *bandwidth* secara merata [2].

Manajemen *bandwidth* adalah proses mengukur dan mengontrol komunikasi (lalu lintas, paket) pada link jaringan, untuk menghindari mengisi link untuk kapasitas atau *overflowing link*, yang akan mengakibatkan kemacetan jaringan dan kinerja yang buruk [3]. Dengan mengatur pembagian *bandwidth* sesuai kebutuhan, diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan *bandwidth internet* yang sangat terbatas [4], salah satu metode yang akan digunakan dalam manajemen *bandwidth* adalah *Hierarchical Token Bucket* (HTB).

Hierarchical Token Bucket (HTB) adalah metode yang digunakan untuk mengatur pembagian *bandwidth* dalam jaringan komputer. Metode ini mengatur pembagian *bandwidth* secara hirarki dengan membagi-bagi ke dalam kelas-kelas, sehingga memungkinkan pengaturan *bandwidth* yang lebih tepat dan efisien. Teknik antrian HTB memberikan fasilitas pembatasan *trafik* pada setiap level maupun klasifikasi, *bandwidth* yang tidak terpakai dapat digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah [5].

Metode HTB dipilih karena mempunyai kelebihan dalam pembatasan *trafik* pada tiap level maupun klasifikasi, sehingga *bandwidth* yang tidak dipakai oleh level yang tinggi dapat digunakan atau dipinjam oleh level yang lebih rendah [6]. Ketika ada pengguna yang sedang tidak aktif atau tidak memanfaatkan seluruh *bandwidth* yang telah dialokasikan untuknya, sumber daya *bandwidth* tersebut bisa digunakan atau dipinjam oleh pengguna lain yang memerlukan lebih banyak *bandwidth*. Penerapan *hierarchical token bucket* sangat bermanfaat dalam mengatur batasan laju unduh dan unggah bagi *client*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan komputer adalah sebuah sistem operasi yang terdiri dari beberapa komputer dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja sama dalam

mencapai suatu tujuan yang sama. Pengertian lain dari suatu jaringan komputer juga berhubungan langsung dengan penyampaian pesan yang bisa dilakukan melalui beberapa titik-titik atau nodes yang terhubung satu sama lain, dengan atau tanpa kabel. Jaringan ini biasa digunakan oleh komputer maupun telepon untuk menyampaikan pesan melalui beberapa sistem yang ada pada komputer atau telepon itu sendiri [7].

Jaringan komputer merupakan kumpulan dari beberapa host dan konektivitasnya. Host bisa berupa komputer (PC), laptop, atau jenis lainnya, sedangkan konektivitas adalah media penghubung yang bisa berupa kabel (*wire*) atau tanpa kabel (*wireless*) [8].

Manajemen *Bandwidth* adalah praktik mengelola, mengontrol, dan mengatur penggunaan sumber daya jaringan yang disebut *bandwidth* dalam sebuah jaringan komunikasi. *Bandwidth* mengacu pada kapasitas maksimal jaringan untuk mentransfer data dalam periode waktu tertentu. Manajemen *bandwidth* bertujuan untuk memastikan penggunaan yang efisien, adil, dan sesuai dengan kebutuhan organisasi atau pengguna, menghindari penyalahgunaan dan kelebihan beban yang dapat mempengaruhi kinerja jaringan. Minimal *bandwidth* diartikan sebagai *bandwidth* yang ditetapkan untuk suatu *class* dalam suatu jaringan. Saat lalu lintas tinggi, *class* yang diberi dengan *bandwidth* minimal ini akan tetap mendapatkan jatahnya. *Maximal bandwidth* dapat diartikan batasan *bandwidth* yang dapat dipakai oleh suatu *class*. Saat lalu lintas cenderung rendah, sebuah *class* dapat memakai *bandwidth* maksimal. Sebuah *class* juga dapat memprioritaskan *trafik* terhadap jaringan tertentu [9].

Mikrotik adalah sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk jaringan komputer. Mereka terkenal karena *router* dan perangkat jaringan yang mereka produksi, serta sistem operasi berbasis *router* yang disebut *RouterOS*. Pada standar perangkat keras berbasis personal komputer (PC) mikrotik dikenal dengan kestabilan, kualitas kontrol dan fleksibilitas untuk berbagai jenis paket data dan penanganan proses *route* atau lebih dikenal dengan istilah *routing*. Sedangkan aplikasi yang dapat diterapkan dengan Mikrotik selain *routing* adalah aplikasi kapasitas akses (*bandwidth*), manajemen, *firewall*, *wireless access point* (WiFi), *backhaul link*, *system hotspot*, *Virtual Private Network* (VPN) *server* dan masih banyak lainnya [10].

Selain itu Mikrotik mempunyai dua jenis mikrotik yaitu:

a. Mikrotik RouterOS

Mikrotik routerOS merupakan sistem operasi yang diperuntukan sebagai *router network*. *Mikrotik routerOS* sendiri adalah *system* operasi dan perangkat lunak yang dapat membuat komputer biasa menjadi sebuah *router network* yang handal [9].

b. Mikrotik Routerboard

Mikrotik routerboard adalah perangkat keras (*hardware*) buatan mikrotik yang menjalankan sistem *routerOS*. Routerboard seperti sebuah PC mini yang terintegrasi karena dalam satu board tertanam *prosesor*, *ram*, *rom*, dan *memori flash* [9].

Winbox adalah sebuah aplikasi GUI (*Graphical User Interface*) yang digunakan untuk mengkonfigurasi dan mengelola perangkat jaringan berbasis *routeros* yang dikembangkan oleh perusahaan mikrotik. Winbox biasanya digunakan oleh administrator jaringan dan pengelola sistem untuk mengelola perangkat-perangkat mikrotik dengan lebih mudah dan efisien. Aplikasi ini tersedia untuk sistem operasi *Windows* dan dapat diunduh secara gratis dari situs resmi mikrotik. Fungsi utama winbox adalah untuk setting yang ada pada mikrotik, berarti tugas utama winbox adalah untuk men-setting atau mengatur mikrotik dengan GUI, fungsi winbox lebih rinci adalah: setting mikrotik router, untuk setting *bandwidth* jaringan *internet* dan untuk setting blokir sebuah situs [10].

Hierarchical Token Bucket (HTB) merupakan sebuah mekanisme pengaturan lalu lintas dalam jaringan komputer yang digunakan untuk mengontrol alokasi *bandwidth* dan memprioritaskan lalu lintas berdasarkan hierarki yang telah ditentukan. yang dibagi-bagi kedalam kelas sehingga mempermudah pengaturan *bandwidth*. HTB diklaim menawarkan kemudahan pemakaian dengan teknik peminjaman dan implementasi pembagian trafik yang lebih akurat. Teknik antrian HTB memberikan fasilitas pembatasan trafik pada setiap level maupun klasifikasi, *bandwidth* yang tidak terpakai biasa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah. Ada tiga tipe kelas dalam HTB, yaitu: *root*, *inner*, dan *leaf*. *Root class* berada paling atas, semua trafik harus melewati kelas ini. *Inner class* memiliki *parent class* dan *child classes*. Sedangkan *leaf class* adalah terminal class yang mempunyai *parent class* tetapi tidak mempunyai *child class*. Pada *leaf class*, trafik dari layer yang lebih tinggi disuntikkan melalui klasifikasi yang harus digunakan melalui filter, sehingga memungkinkan untuk membedakan jenis trafik dan prioritas. Sehingga, sebelum trafik memasuki *leaf class* harus diklasifikasikan melalui filter dengan berbagai rules yang berbeda [9].

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode yang bertujuan untuk pengumpulan data sebagai pendukung. Beberapa metode yang penulis gunakan untuk pengumpulan data menggunakan observasi dan dokumentasi, pada penelitian ini penulis memakai metode PPDIOO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, dan Optimize*) sebagai pendekatan pengembangan siklus hidup manajemen jaringan. PPDIOO adalah standar yang menguraikan tahapan-tahapan pengembangan

jaringan. Penelitian ini dilaksanakan Di SMKN 9 Padang, berlokasi di Jl.Bundo Kandung No 18, Kec. Padang Barat, Kota Padang, Sumatera Barat 25119.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dari penelitian pada pengembangan sistem manajemen *bandwidth* dengan metode *hierarchical token bucket* di SMKN 9 Padang.

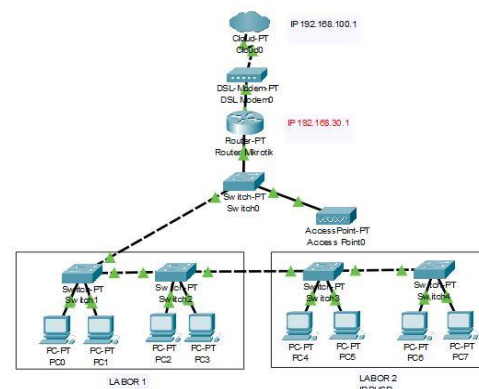
4.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahap dimana rancangan yang telah direncanakan sebelumnya diwujudkan melalui penerapan aplikasi program. Bab ini fokus pada proses implementasi sistem, pengujian, dan optimalisasi sistem manajemen *bandwidth*.

Proses implementasi melibatkan langkah-langkah berikut, yang membentuk urutan kegiatan dari awal hingga akhir untuk mewujudkan sistem manajemen *bandwidth* yang telah direncanakan.

4.2. Perancangan Jaringan Secara Umum

Secara garis besar, perancangan manajemen jaringan komputer yang melibatkan penggunaan router mikroik untuk mengatur manajemen *bandwidth* dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Topologi Jaringan Secara Umum

4.3. Implementasi Perangkat Lunak Jaringan

Perangkat lunak, yang juga dikenal sebagai *software*, merujuk pada komponen-komponen komputer dan peralatan lainnya yang membentuk sebuah sistem komputer serta memungkinkannya menjalankan berbagai tugas.

Tabel 1. Hardware yang akan dipakai

No	Nama Hardware	Type/Merk	Jumlah
1	Modem	Huawei	1
2	Access Point	ZTE	1
3	Personal Komputer/PC	Asus	60
4	Switch	Switch 24 port	6
5	Kabel UTP	CAT 6	1
7	Konektor	RJ 45	2
8	Routerboard	Mikrotik Rb2011	1

4.4. Implementasi Perangkat Keras Jaringan

Perangkat keras, yang juga dikenal sebagai *hardware*, merujuk pada komponen-komponen komputer dan peralatan lainnya yang membentuk sebuah sistem komputer serta memungkinkannya menjalankan berbagai tugas.

Tabel 2. *Software* yang akan dipakai

No	Nama Software	Type/Merk	Jumlah
1	Sistem Operasi PC	Windows 10 64 bit	30
2	Winbox	Winbox 7.3.1	1
3	Website Speedtest	Google Chrome	-

4.5. Instalasi dan Konfigurasi Sistem Manajemen Bandwidth

Pada proses instalasi sistem jaringan SMKN 9 Padang, tahapan yang dilakukan pertama kali adalah mempersiapkan peralatan yang digunakan dalam mengimplementasikan manajemen *bandwidth*, setelah itu melakukan instalasi sistem manajemen *bandwidth* yang akan dijabarkan sebagai berikut.

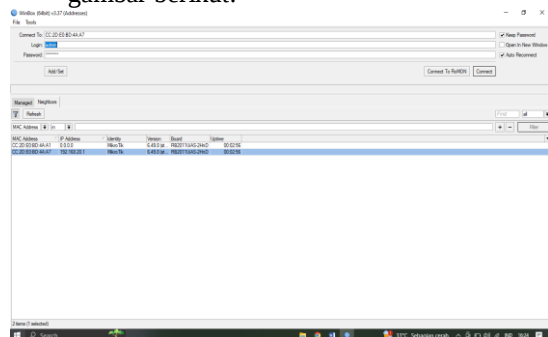
- Konfigurasi mikrotik* melalui laptop atau komputer dalam menghubungkan ke jaringan

- 1) Hubungkan kabel LAN dari sumber internet ke port 1 mikrotik, dari switch/hub ke port 2 mikrotik dan dari laptop/komputer ke port 5 mikrotik.



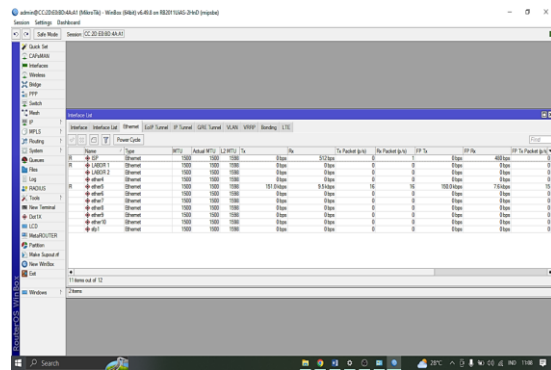
Gambar 1. Perangkat Router Mikrotik Yang Digunakan

- 2) Selanjutnya, Silakan buka Winbox. Untuk melakukan koneksi, klik pada MAC Address yang diinginkan dan kemudian klik pada kolom *connect* seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



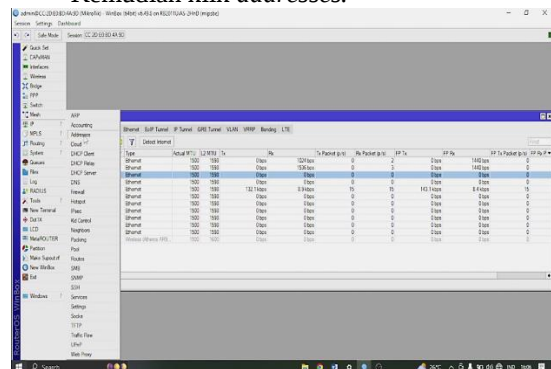
Gambar 2. Proses Menjalankan Aplikasi Winbox

- 3) Selanjutnya, buka menu *interface* untuk merubah nama masing-masing *ether* yaitu *ether1* ISP, *ether2* labor 1, *ether3* labor 2, seperti gambar tersebut.



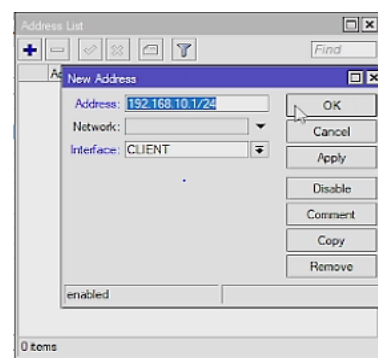
Gambar 3. Mengganti Nama Ether

- 4) Langkah berikutnya adalah memilih menu IP, Kemudian klik *addresses*.



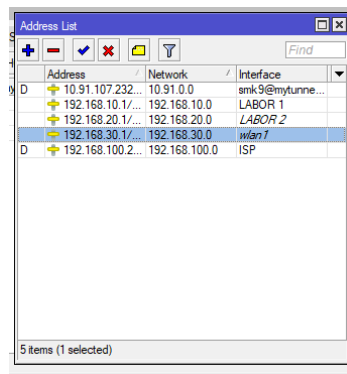
Gambar 4. Tampilan Menu IP

- 5) Kemudian, setelah mengklik menu *addresses*, tekan tanda (+), sehingga akan muncul tampilan *new address*. Di kolom *address*, masukkan alamat ip sesuai dengan kebutuhan Anda. Selanjutnya, pada menu *interface*, pilih antarmuka yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah itu, klik *apply*, kemudian klik *ok*. Berikut ini adalah tampilan yang dimaksud.



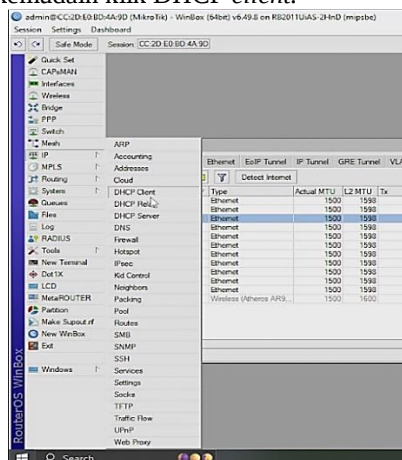
Gambar 5. Proses Mengatur IP Setiap Ether

- 6) Setelah di *apply*, maka akan muncul tampilannya seperti gambar dibawah ini.



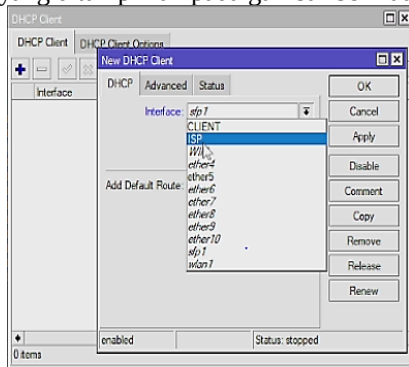
Gambar 6. Hasil setting IP Address Pada Ether

- 7) Langkah berikutnya memilih menu IP, kemudian klik DHCP client.



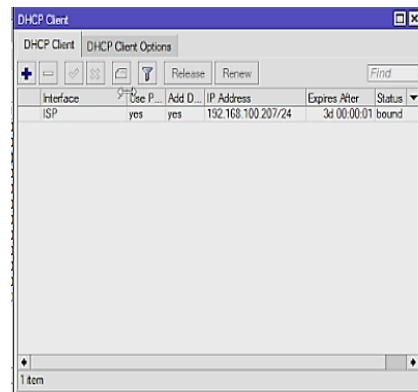
Gambar 7. Tampilan IP DHCP Client

- 8) Kemudian, pada menu DHCP client, klik tanda (+), sehingga akan muncul tampilan new DHCP client. Di kolom interface, gantilah sfp1 menjadi ISP, kemudian klik ok seperti yang ditampilkan pada gambar berikut.



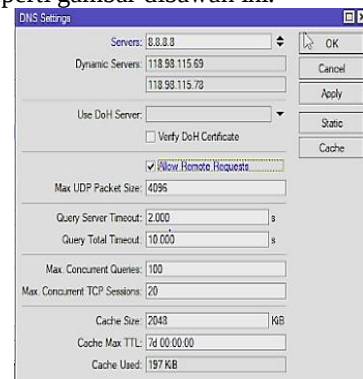
Gambar 8. Proses Mengubah Nama Interface Pada DHCP Client

- 9) Maka akan muncul tampilannya seperti gambar dibawah ini.



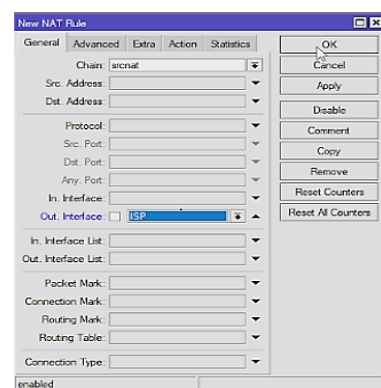
Gambar 9. Tampilan Setelah Dirubah

- 10) Selanjutnya pilih menu IP kembali, kemudian klik DNS, setelah itu kita setting DNS seperti DNS terbuka milik google (8.8.8.8, dan 8.8.4.4), Pastikan untuk mencentang kotak *allow remote requests* agar cache DNS yang diakses oleh komputer klien dapat disimpan seperti gambar dibawah ini.



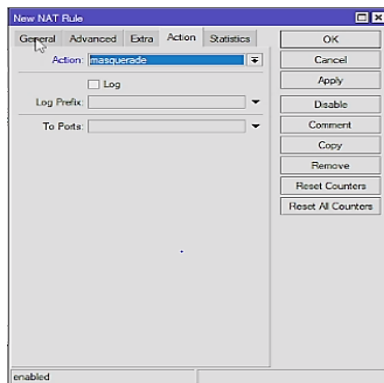
Gambar 10. Setting DNS

- 11) Kemudian, pilih menu IP, dan klik pada firewall, lalu pilih menu NAT. Klik tanda (+), sehingga akan muncul tampilan new NAT rule. Pada kolom general, pilih chain dengan memilih srcnat, dan pada out interface pilih ISP. Berikut adalah tampilan yang dimaksud.



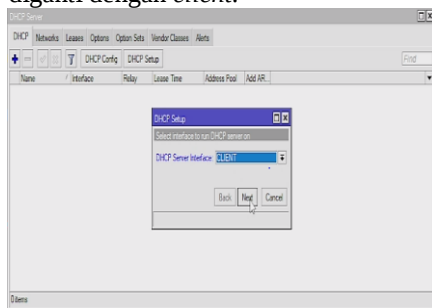
Gambar 11. Proses Mengubah Out Interface Menjadi ISP

- 12) Kemudian, klik pada kolom action, dan pilih masquerade. Setelah itu, klik apply dan kemudian ok.



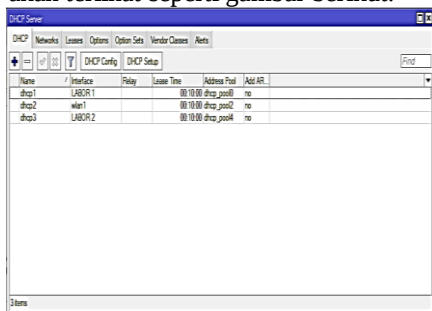
Gambar 12. Konfigurasi Kolom Action Pada Menu Firewall

- 13) Selanjutnya pilih menu IP, lalu klik menu DHCP server, lalu klik menu DHCP setup, lalu dikolom DHCP server interface sfp1 diganti dengan client.



Gambar 13. Proses Menentukan DHCP Server

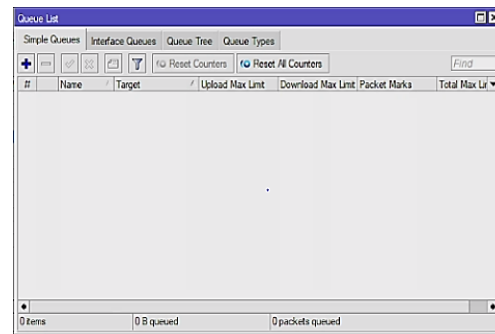
- 14) Setelah Anda mengganti nama antarmuka DHCP server, klik next terus sampai Anda mencapai finish. Setelah selesai, tampilannya akan terlihat seperti gambar berikut.



Gambar 14. Hasil Setting DHCP Server

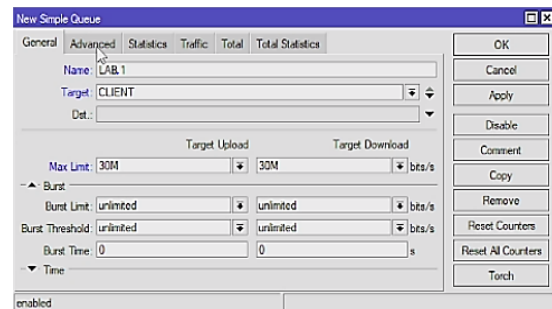
b. Konfigurasi pembagian bandwidth menggunakan metode HTB

- 1) Langkah selanjutnya yaitu pilih menu queue.



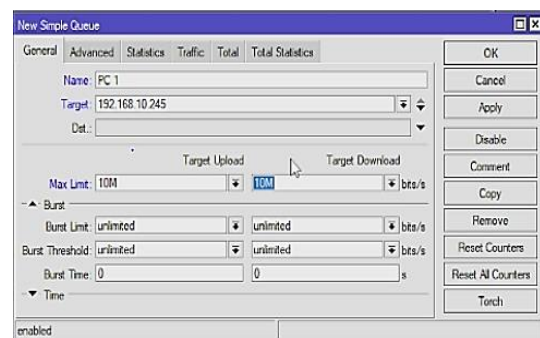
Gambar 15. Tampilan Awal Menu Queue

- 2) Jika sudah berada pada tampilan *queue list* tepatnya pada kolom menu *simple queue* maka klik tanda (+), lalu pada tab *general*, pada bagian nama beri nama LAB 1 (*parent*), untuk pada bagian *target* pilih targetnya *client* atau *network address* dari *ether2*, setting pada *target upload* dan *target download* sesuai dengan kebutuhan *bandwidth*.



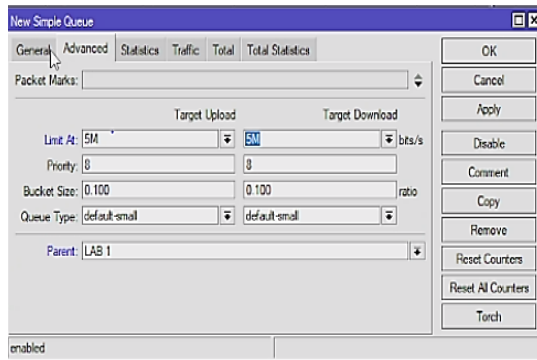
Gambar 16. Konfigurasi Parent untuk Client

- 3) Selanjutnya, setting untuk masing-masing PC (*child*) klik (+), lalu pada tab *general* pada bagian nama (PC1), *target* (192.168.10.245), *target download* (10M), *target upload* (10M) menyesuaikan *limitasi parent*.

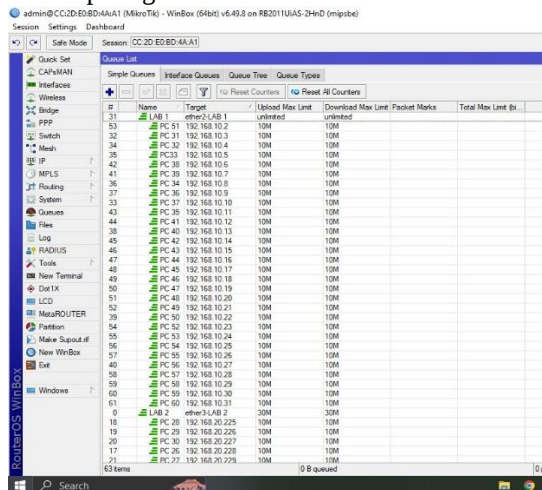
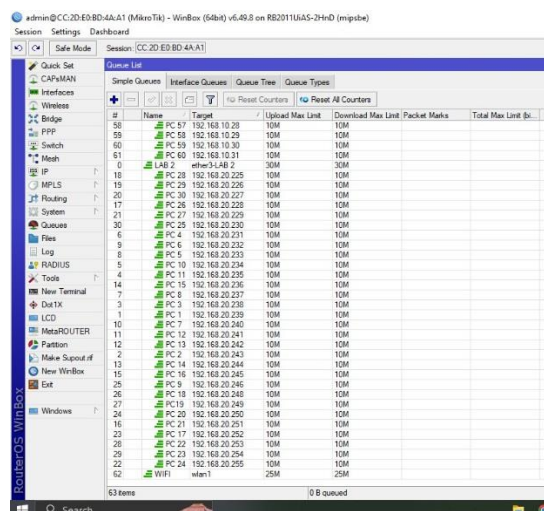


Gambar 17. Setting Max Limit bandwidth untuk Child

- 4) Pada tab *advanced* bagian *target upload* dan *target download* isikan sesuai dengan kebutuhan, lalu pada tab *parent* pilih LAB 1.

Gambar 18. Setting *Limit At* Pada Tab *Advanced*

- 5) Setelah anda mengatur semua pengaturan untuk LAB 1, LAB 2 dan wifi, klik menu *apply* dan kemudian *ok*. Hasilnya akan muncul seperti gambar berikut:

Gambar 19. Tampilan Pembagian *Bandwidth* LAB 1Gambar 20. Tampilan Pembagian *Bandwidth* LAB 2 dan *wifi*

4.6. Pengujian Sistem Jaringan

Proses pengujian akses data dijalankan menggunakan perangkat lunak *speedtest*. Pengujian

speedtest berperan dalam mengukur kecepatan maksimal koneksi *internet* yang sedang digunakan pada saat tersebut. Caranya adalah dengan mengirim dan menerima data dari *server* yang melakukan pengujian di lokasi pengguna. Namun, perlu ditekankan bahwa hasil *speedtest* tidak selalu konsisten dan bersifat relatif. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengujian ini. Walaupun begitu, hasil *speedtest* mampu memberikan gambaran umum mengenai kualitas koneksi *internet* yang sedang digunakan.

Cara kerja *speedtest* dapat dijelaskan dengan tiga aspek utama :

1. Ping

Jumlah waktu yang diperlukan untuk terhubung ke *internet* atau untuk mentransfer data antara komputer dan *server* diukur dengan menggunakan satuan waktu yang disebut *millisecond* (ms).

2. Download

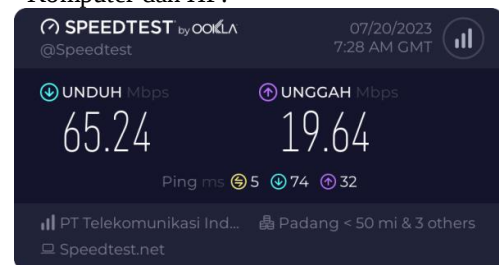
Seberapa cepat data yang diunduh dari *server* diukur menggunakan satuan kecepatan yang disebut *megabits per second* (Mbps).

3. Upload

Seberapa cepat data dikirim ke *server* diukur menggunakan satuan kecepatan yang disebut *megabits per second* (Mbps).

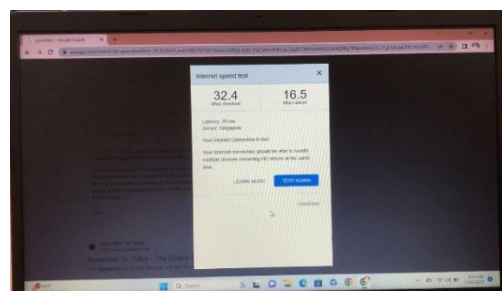
Uji Kecepatan Akses Data Pada Jaringan *Local* (LAN) dan *Wifi*.

- a. Uji Kecepatan Akses Data Jaringan Sebelum Menggunakan HTB Pada penggunaan Komputer dan HP.



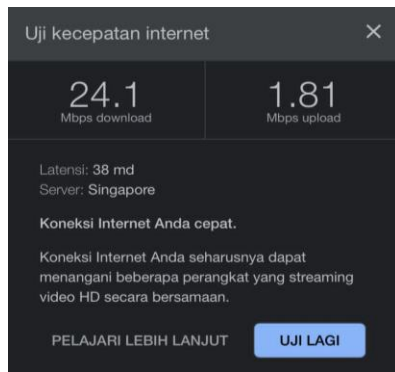
Gambar 21. Pengujian Kecepatan Sebelum HTB (PC LAB 1)

Speedtest dilakukan sebelum HTB pada PC Labor 1 agar mengetahui seberapa cepat koneksi *internet*.



Gambar 22. Pengujian Kecepatan Sebelum HTB (PC LAB 2)

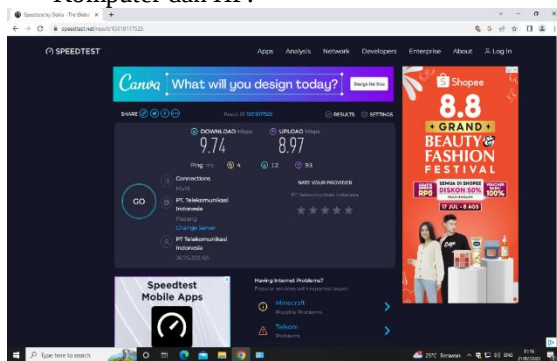
Speedtest dilakukan sebelum HTB pada PC Labor 2 agar mengetahui seberapa cepat koneksi *internet*.



Gambar 23. Pengujian Kecepatan Sebelum HTB (Wifi)

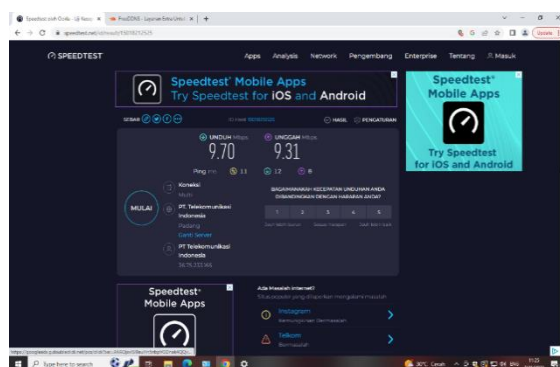
Speedtest dilakukan sebelum HTB pada wifi agar mengetahui seberapa cepat koneksi *internet*.

- b. Uji Kecepatan Akses Data Jaringan Sesudah Menggunakan HTB Pada penggunaan Komputer dan HP.



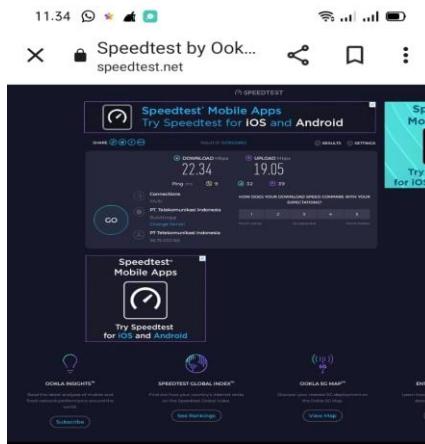
Gambar 24. Pengujian Kecepatan Sesudah HTB (PC LAB 1)

Speedtest dilakukan sesudah HTB pada PC Labor 1 agar mengetahui seberapa cepat koneksi *internet*.



Gambar 25. Pengujian Kecepatan Sesudah HTB (PC LAB 2)

Speedtest dilakukan sesudah HTB pada PC labor 2 agar mengetahui seberapa cepat koneksi *internet*.



Gambar 26. Pengujian Kecepatan Sesudah HTB (Wifi)

Speedtest dilakukan sesudah HTB pada PC labor 2 agar mengetahui seberapa cepat koneksi *internet*.

Berdasarkan hasil uji kecepatan akses data jaringan LAN dan Wifi melalui *speedtest* dengan menggunakan menghubungkan semua komputer/PC ke jaringan mendapatkan hasil sesuai dengan kebutuhan yang sudah diinputkan pada *mikrotik*. Dimana proses konfigurasi pembagian *bandwidth* pada penggunaan jaringan local dan wifi sudah diimplementasikan dengan baik.

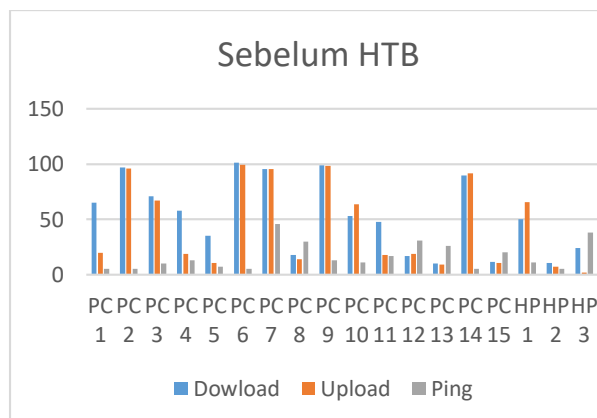
4.7. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari implementasi sistem manajemen *bandwidth* dan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, kita dapat menyimpulkan bahwa, pembagian *bandwidth* dengan metode HTB ini memiliki tingkat kecepatan yang lebih baik dan merata jika dibandingkan dengan sebelumnya, Pengujian *speedtest* sebelum menggunakan HTB pada masing-masing *client* menunjukkan adanya ketidakmerataan dalam alokasi *bandwidth*. Beberapa *client* mendapatkan *bandwidth* yang sangat tinggi dengan kecepatan *download* sekitar 101.24 Mbps dan *upload* sekitar 99.25 Mbps, sementara beberapa *client* lainnya mendapatkan *bandwidth* yang jauh lebih rendah dengan kecepatan *download* sekitar 10.05 Mbps dan *upload* sekitar 9.17 Mbps. Setelah dilakukan pembagian *bandwidth* dengan metode HTB, setiap *client* mendapatkan alokasi *bandwidth* yang merata dengan kecepatan *download* sekitar 9.70 Mbps dan kecepatan *upload* sekitar 9.31 Mbps seperti yang terlihat pada *table* berikut.

Tabel 3. Rician Dari Uji Kecepatan Jaringan Menggunakan *Speedtest*

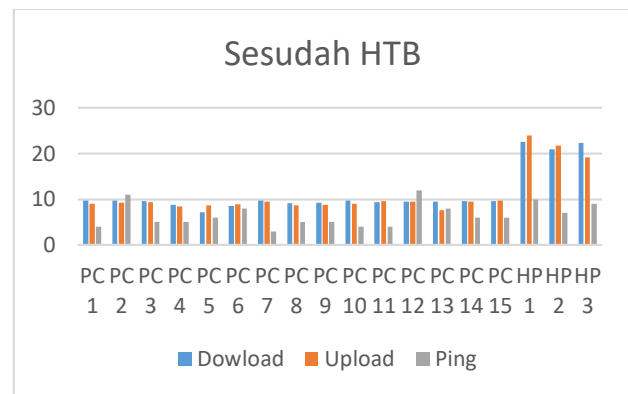
Sistem manajemen <i>bandwidth</i>	User	Ping	Download	Upload
Sebelum HTB	PC 1	5 ms	65.24 Mbps	19.64 Mbps
	PC 2	5 ms	97.24 Mbps	96.06 Mbps
	PC 3	10 ms	70.99 Mbps	67.17 Mbps
	PC 4	13 ms	57.85 Mbps	18.56 Mbps
	PC 5	7 ms	35.12 Mbps	10.67 Mbps

Sistem manajemen bandwidth	User	Ping	Download	Upload
	PC 6	5 ms	101.24 Mbps	99.25 Mbps
	PC 7	46 ms	95.56 Mbps	95.41 Mbps
	PC 8	30 ms	17.56 Mbps	13.78 Mbps
	PC 9	13 ms	99.05 Mbps	98.31 Mbps
	PC 10	11 ms	53.02 Mbps	63.58 Mbps
	PC 11	17 ms	47.9 Mbps	17.6 Mbps
	PC 12	31 ms	16.96 Mbps	18.76 Mbps
	PC 13	26 ms	10.05 Mbps	9.17 Mbps
	PC 14	5 ms	89.99 Mbps	91.85 Mbps
	PC 15	20 ms	11.56 Mbps	10.67 Mbps
	HP 1	11 ms	50.02 Mbps	65.69 Mbps
	HP 2	5 ms	10.67 Mbps	6.98 Mbps
	HP 3	38 ms	24.1 Mbps	1.81 Mbps
Sesudah HTB	PC 1	4 ms	9.74 Mbps	8.97 Mbps
	PC 2	11 ms	9.70 Mbps	9.31 Mbps
	PC 3	5 ms	9.57 Mbps	9.42 Mbps
	PC 4	5 ms	8.78 Mbps	8.46 Mbps
	PC 5	6 ms	7.17 Mbps	8.63 Mbps
	PC 6	8 ms	8.51 Mbps	8.91 Mbps
	PC 7	3 ms	9.73 Mbps	9.44 Mbps
	PC 8	5 ms	9.19 Mbps	8.66 Mbps
	PC 9	5 ms	9.27 Mbps	8.78 Mbps
	PC 10	4 ms	9.72 Mbps	8.99 Mbps
	PC 11	4 ms	9.36 Mbps	9.59 Mbps
	PC 12	12 ms	9.47 Mbps	9.48 Mbps
	PC 13	8 ms	9.49 Mbps	7.57 Mbps
	PC 14	6 ms	9.66 Mbps	9.44 Mbps
	PC 15	6 ms	9.63 Mbps	9.70 Mbps
	HP 1	10 ms	22.62 Mbps	23.99 Mbps
	HP 2	7 ms	20.89 Mbps	21.77 Mbps
	HP 3	9 ms	22.34 Mbps	19.16 Mbps



Gambar 27. Diagram Sebelum HTB

Berdasarkan table dan diagram diatas yaitu hasil perbandingan pembagian *bandwidth* sebelum dan sesudah menggunakan metode HTB yang sudah diusulkan, dimana sebelum pembagian *bandwidth* menggunakan metode HTB mengalami perbedaan yang sangat menjarak anantara pc lab 1, pc lab 2 dan Wifi, sedangkan setelah dilakukannya pembagian *bandwidth* dengan metode HTB setiap *user* yang mengakses memiliki kecepatan dan *bandwidth* yang hampir sama.



Gambar 28. Diagram Sesudah HTB

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh melalui penerapan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada laboratorium komputer SMKN 9 Padang, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Penggunaan *bandwidth* telah disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing client melalui konfigurasi batas (*limit*) dan batas maksimum (*max limit*) yang telah diatur. Hal ini mengakibatkan setiap client mendapatkan alokasi *bandwidth* yang merata dan memberikan hasil yang baik pada semua client. Hasil pengukuran *bandwidth* yang telah dilakukan juga dengan menggunakan *speedtest*, setiap *client* mendapatkan alokasi *bandwidth* yang merata dengan kecepatan *download* sekitar 9.70 Mbps dan kecepatan *upload* sekitar 9.31 Mbps, dibandingkan sebelum menggunakan metode HTB. Dengan penerapan metode *hierarchical token bucket* (HTB) untuk manajemen *bandwidth*, penggunaan jaringan dapat teratur dengan lancar. HTB memungkinkan pengendalian yang efektif dan mengurangi risiko penggunaan *bandwidth* berlebih yang dapat menyebabkan penurunan koneksi pada pengguna jaringan.

Berdasarkan beberapa kesimpulan di atas, berikut beberapa saran yang dapat diajukan : Untuk pengembangan jaringan selanjutnya, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan metode yang berbeda dan juga mempertimbangkan opsi untuk melakukan pemblokiran terhadap beberapa situs tertentu. Hal ini akan memungkinkan semua pengguna layanan internet, terutama di lingkungan sekolah, dapat lebih fokus pada kegiatan pembelajaran dan aktivitas masing-masing. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa aktifitas belajar mengajar di sekolah tidak terganggu oleh gangguan internet yang tidak relevan. Diharapkan agar pembagian *bandwidth* yang diusulkan untuk laboratorium komputer dan jaringan Wi-Fi di SMKN 9 Padang dapat memberikan kemudahan bagi para pendidik, peserta didik, dan tenaga kependidikan dalam mencapai hasil kerja yang optimal bagi sekolah. Hal ini dikarenakan jaringan komputer dan internet memiliki peran yang sangat penting dalam

mendapatkan informasi dan mendukung proses pembelajaran secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad M dan Hasan I, “Analisa Dan Pengembangan Jaringan Wireless Berbasis Mikrotik Router Os V.5.20 Di Sekolah Dasar Negeri 24 Palu,” *Stmik-Binamulia.Ac.Id*, vol. 2, no. 1, hal. 10–19, 2016.
- [2] K. A. Sundara, H. Aspriyono, dan R. Supardi, “Perancangan Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Router Wireless Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 4 Kota Bengkulu,” *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 2, hal. 341139, 2022.
- [3] H. Supendar dan Y. Handrianto, “Simple Queue dalam Menyelesaikan Masalah Manajemen Bandwidth pada Mikrotik Bridge,” *Bina Insa. ICT J.*, vol. 4, no. 1, hal. 21–30, 2017.
- [4] M. Abdullah, Tamam Asrori, “Optimalisasi Bandwidth Dengan Filterisasi Menggunakan Mikrotik Routerboard,” *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, hal. 36–47, 2014.
- [5] M. Iqbal Ichwan, L. Sugiyanta, dan P. Wibowo Yunanto, “Analisis Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan Mikrotik pada Jaringan SMK Negeri 22,” *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, hal. 122–126, 2019, doi: 10.21009/pinter.3.2.6.
- [6] A. I. Wijaya dan L. Budi Handoko, “MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN METODE HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET) PADA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 5 SEMARANG,” *J. Tek. Inform. UDINUS*, hal. 1–3, 2013.
- [7] R. R. a a Pelealu, D. Wonggo, dan O. Kembuan, “Perancangan dan Implementasi Jaringan Komputer Smk Negeri 1 Tahuna,” *Jointer*, vol. 1, no. 1, hal. 6, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://jointer.id/index.php/jointer/article/view/4>
- [8] S. Sumardi dan M. T. A. Zaen, “Perancangan Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik Router OS Pada SMAN 4 Praya,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 1, no. 1, hal. 50, 2018, doi: 10.36595/jire.v1i1.32.
- [9] R. Jayanti, A. S. Rachman, dan L. A. S. yamsul Irfan, “Management Bandwidth Dan Analisis Qos Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Pada Topologi Star,” 2022.
- [10] Didi Susianto, “Implementasi Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Menggunakan Router Board Mikrotik,” *J. Cendikia Vol 12No. 1Cendikia 2016 ISSN 0216-9436 Bandar Lampung, April 2016*, vol. 12, no. 1, hal. 1–8, 2016.