



## MANAJEMEN *BANDWIDTH* JARINGAN MENGGUNAKAN *ROUTER MIKROTIK RB941* BERBASIS *QUEUE TREE* DI LABORATORIUM KOMPUTER SMKN 3 PAYAKUMBUH

Sri Ningsih<sup>1</sup>, Hari Antoni Musril<sup>2</sup>, Khairuddin<sup>3</sup>, Riri Okra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>srin33681@gmail.com, <sup>2</sup>hariantonimusril@uinbukittinggi.ac.id, <sup>3</sup>khairuddin@uinbukittinggi.ac.id

<sup>4</sup>ririokra@uinbukittinggi.ac.id

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Islam Negeri Sjech M. Djamil Djambek Bukittinggi

### Abstrak

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengatasi tantangan manajemen bandwidth yang dihadapi di laboratorium komputer di SMKN 3 Payakumbuh. Untuk mencapai tujuan tersebut, metodologi penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* yang mengikuti model pengembangan PPDIIO (*Prepare Plan Design Implement Operate Optimize*). Pengukuran *bandwidth* dilakukan dalam dua tahap yaitu sebelum implementasi *queue tree* dan setelah implementasi. Pengukuran awal menunjukkan kecepatan download sebesar 44,28 Mbps dan kecepatan upload 34,26 Mbps. Namun setelah penerapan *queue tree* terjadi penurunan kecepatan yang cukup signifikan, dengan kecepatan *download* turun menjadi 7 Mbps dan kecepatan *upload* turun menjadi 1 Mbps. Pengukuran *bandwidth* dilakukan dengan menggunakan *network speedtest*. Untuk menilai validitas, praktikalitas, dan efektivitas produk, dilakukan serangkaian pengujian. Uji validitas yang melibatkan tiga orang ahli komputer menghasilkan skor sebesar 0,89 yang termasuk dalam kategori valid. Uji praktikalitas melibatkan lima orang praktisi, menghasilkan skor 0,89 dan dikategorikan praktis. Terakhir, uji efektivitas yang melibatkan 30 orang penilai menghasilkan skor 0,96 yang menunjukkan bahwa produk sangat efektif.

**Kata kunci:** Manajemen *Bandwidth*, Mikrotik Router, *Queue Tree*

### Abstract

*The main objective of this research is to overcome the bandwidth management challenges faced in the computer laboratory at SMKN 3 Payakumbuh. To achieve this goal, the research methodology used is Research and Development (R&D) which follows the PPDIIO (Prepare Plan Design Implement Operate Optimize) development model. Bandwidth measurements are carried out in two stages, namely before queue tree implementation and after implementation. Initial measurements show a download speed of 44.28 Mbps and an upload speed of 34.26 Mbps. However, after implementing the queue tree, there was a significant decrease in speed, with download speeds dropping to 7 Mbps and upload speeds dropping to 1 Mbps. Bandwidth measurements are carried out using network speedtest. To assess the validity, practicality and effectiveness of the product, a series of tests were carried out. The validity test involving three computer experts produced a score of 0.89 which is included in the valid category. The practicality test involved five practitioners, resulting in a score of 0.89 and was categorized as practical. Finally, an effectiveness test involving 30 assessors resulted in a score of 0.96 which indicates that the product is very effective.*

**Keywords:** *Bandwidth Management*, Mikrotik Router, *Queue Tree*

### 1. Pendahuluan

Jaringan komputer tumbuh dengan pesat. Sangat penting untuk mempunyai akses kepada jaringan komputer, seperti internet. [1]. Internet mensupport kemajuan ilmu wawasan serta teknologi. Perkembangan ilmu wawasan serta teknologi sudah membawa banyak inovasi. Ilustrasinya mengenai ilmu wawasan dan teknologi salah satunya pemanfaatan internet dalam kehidupan manusia [2].

Jaringan komputer merupakan berkas komputer dan fitur lain sejenis *router*, *switch*, dan serupanya yang silih tersambung satu serupa lain lewat alat perantara. Jaringan komputer ialah berkas komputer bersama metode dan prosedurnya yang silih tersambung serta terkomunikasi dengan alat komunikasi

---

berbentuk kabel serta nirkabel. Komunikasi yang dicoba oleh komputer itu dapat berupa memindahkan bermacam informasi, intruksi dan data dari satu *PC* ke *PC* yang lain [3].

SMKN 3 Payakumbuh ialah Sekolah Menengah Kejuruan yang terletak di Jalan. Dt. Parpatiah Nan Sabatang, Padang Tengah Payobadar, Kec. Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh. Mempunyai 3 laboratorium komputer dengan 100 unit *PC*. Pada 12 hingga 13 Januari 2023 penulis mewawancarai 5 orang guru produktif TKJ ialah Bapak Irdian Irwan, S. Pd, M.Kom berlaku sebagai pimpinan prodi bidang TKJ, Ibuk Hefniyar Nengsih, S. Pi sebagai guru produktif, Ibuk Wince Aprianita Opisa, S. Pd sebagai guru produktif, Ibuk Erniwati Usman, S. Pd sebagai guru produktif, serta Ibuk Sri Putri Ayu, S.Pd sebagai guru produktif serta penulis mewawancarai siswa kelas XII TKJ sebanyak 31 siswa.

Berdasarkan tanggapan guru pada sesi tanya jawab, terungkap bahwa saat ini terdapat tiga laboratorium komputer yang memanfaatkan koneksi internet yang disediakan Telkom. Koneksi ini menawarkan kapasitas *bandwidth* 100 Mbps. Laboratorium SMKN 3 Payakumbuh merupakan basis teknologi sebagai kebutuhan dasar dalam mendukung dan mendukung pembelajaran sesuai tuntutan kurikulum. Pemakaian internet di laboratorium komputer mempunyai pergerakan yang amat besar sebab kapasitas *bandwidth* yang disediakan terkategori lumayan besar. Tetapi amat disayangkan dengan kapasitas *bandwidth* yang telah terkategori besar belum terdapatnya pengelolaan jaringan serta belum teratur dengan maksimal dan perangkat pendukung yang belum komplit.

Kasus lain yang penulis temui ialah kurang efisiennya pemakaian akses internet serta kerap terdapat hambatan dikala mengakses internet di laboratorium komputer karena banyaknya siswa yang merasakan jaringan yang kerap lelet, dan belum terdapatnya pengurusan *bandwidth* di laboratorium komputer SMKN 3 Payakumbuh. Tujuan dari manajemen *bandwidth* merupakan untuk menata pangkal energi supaya bisa dipakai dengan cara maksimum. Situasi ini dapat menghambat kegiatan belajar mengajar, dan masalah kerap terjadi pada kelancaran jaringan internet karena distribusi *bandwidth* tidak optimal dan penataan *bandwidth* yang kurang efisien. Hal ini disebabkan oleh satu pengguna yang menggunakan terlalu banyak *bandwidth* dengan mengunduh, mengunggah, dan mengakses aplikasi dapat menyebabkan masalah pada layanan internet bagi pengguna lainnya. Akibatnya, ketika pengguna mungkin terputus ke internet. Maka diperlukan manajemen *bandwidth* untuk memberikan layanan yang optimal kepada pengguna internet, terutama di laboratorium komputer SMKN 3 Payakumbuh.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di SMKN 3 Payakumbuh, penulis bisa menyimpulkan bahwa koneksi internet tidak stabil serta tidak meratanya penjatahan *bandwidth* dan belum diaturnya manajemen jaringan memakai metode *bandwidth* yang cocok semacam metode *queue tree*. Dimana manajemen *bandwidth* ini amat butuh diaplikasikan untuk mengoptimalkan pemakaian *bandwidth* jaringan internet yang ada di sekolah. Terlepas dari berapa banyak *bandwidth* yang dipakai hendak jadi sia-sia bila tidak ada manajemen *bandwidth* yang cocok [2]. Salah satu metode manajemen *bandwidth* merupakan *queue tree*.

*Queue tree* ialah tata cara atau metode yang lumayan kompleks dalam melakukan konfigurasinya. Keunggulannya yang ada pada metode *queue tree* bisa mengalokasikan *bandwidth* ICMP. Ketika *bandwidth* yang ada pada konsumen penuh, *ping time* nya sedang bisa normal atau stabil [4]. *Queue tree* bisa dikonfigurasi di mikrotik. Mikrotik dikenal dengan router, router sendiri ialah fitur jaringan yang dipakai buat mengaitkan sebagian jaringan (*network*). Pada jaringan yang lebih kompleks, router dipakai buat memilah rute untuk paket informasi hingga ke PC tujuan[2]. Router MikroTik adalah sistem operasi Linux yang berfokus pada jaringan yang dirancang khusus untuk menawarkan kenyamanan dan kemudahan penggunaan. Dapat dengan mudah dikelola melalui aplikasi Winbox yang kompatibel dengan sistem operasi Windows. MikroTik menyediakan layanan kepada banyak penyedia layanan internet (ISP) untuk keperluan komunikasi jaringan di seluruh dunia. Pada perangkat keras berbasis komputer, MikroTik terkenal dengan stabilitasnya yang luar biasa, langkah-langkah kontrol kualitas yang ketat, dan fleksibilitas luar biasa dalam mengelola beragam paket informasi dan perutean. Selain kemampuan peruteannya yang mahir, MikroTik juga banyak digunakan untuk mengelola kapasitas akses secara efektif, mencakup kontrol bandwidth, manajemen firewall, titik akses nirkabel (WiFi), dan bertindak sebagai server firewall untuk jaringan pribadi [2].

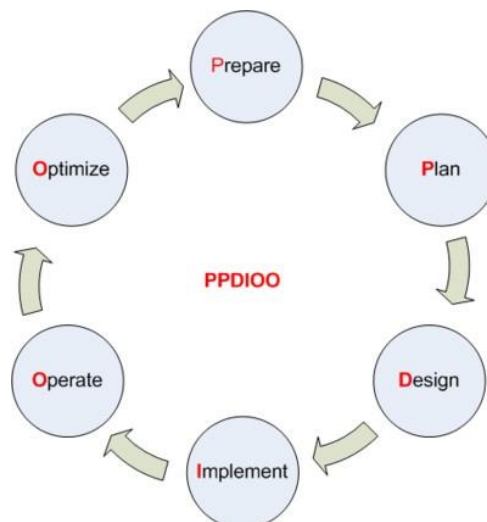
## 2. Metode

Penelitian dilaksanakan di laboratorium komputer SMKN 3 Payakumbuh dimulai tertanggal 1 Mei s.d 1 Juli 2023. Keputusan pemilihan lokasi didasarkan pada ketersediaan alat dan prasarana yang diperlukan untuk penelitian.

### 2.1. Jenis Penelitian

Metodologi digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). Dalam istilah yang lebih komprehensif, penelitian dan pengembangan memerlukan pendekatan sistematis untuk menghasilkan produk-produk inovatif dan mengukur fungsionalitasnya melalui proses pengujian yang ketat. [5][6][7].

Penelitian yang dilakukan menghasilkan sistem manajemen bandwidth yang sangat efisien. Sistem ini memanfaatkan metode *queue tree* dan dirancang khusus untuk diimplementasikan pada *router* MikroTik RB941. Proses pengembangan yang dilakukan dalam pembuatan produk ini mengikuti kerangka PPDIIO yang meliputi berbagai tahapan antara lain persiapan, perencanaan, perancangan, penerapan, pengoperasian, dan optimalisasi. Selanjutnya, tahapan-tahapan dalam PPDIIO dijelaskan dalam Gambar 1:



Gambar 1. Metode PPDIIO [8]

Selanjutnya merupakan uraian dari tiap tahap PPDIIO [9]:

1. *Prepare*  
Pada tahap ini dicoba cara formulasi permasalahan, mengenali rancangan dari sistem yang hendak diimplementasikan, tipe serta jenis aplikasi (pelaksanaannya), dan bagian pendukung alhasil arti keinginan sistem bisa diperjelas.
2. *Plan*  
Tahap ini mengenali keinginan jaringan bersumber pada tujuan, sarana, serta keinginan konsumen.
3. *Design*  
Evolusi konsep jaringan didasarkan pada persyaratan teknis dan antisipasi tuntutan masa depan, yang diperoleh dari analisis keadaan masa lalu. Untuk memenuhi permintaan pengguna, jaringan harus memiliki kemampuan untuk menyediakan aksesibilitas, ketergantungan, perlindungan, kemampuan beradaptasi, dan kemahiran. Fitur-fitur penting ini terlihat jelas dalam desain strategis konsep topologi jaringan.
4. *Implement*  
Pada tahap ini, fitur terkini dicoba instalasi serta dikonfigurasi cocok dengan detail konsep. Fitur terkini ini hendak mengambil alih ataupun memenuhi prasarana yang terdapat.

5. *Operate*  
Operasional itu mencakup pengurusan serta kontrol bagian jaringan, pengelola guna pembaruan (*upgrade*), dan pengenalan serta emendasi kekeliruan jaringan. Jaringan pula dicoba pada tahap ini. Pengetesan dicoba dengan mengukur *bandwidth*. Langkah ini pula dicoba pengetesan kelayakan serta *usability*.
6. *Optimize*  
Tahap ini merupakan mengenai tingkatkan pemahaman proaktif seseorang manajemen jaringan dengan mengenali serta menuntaskan permasalahan saat sebelum perkara itu pengaruhi jaringan.

## 2.2. Uji Produk

### 1. Uji Validitas Produk

Uji keabsahan dicoba dengan mengacu pada metode statistik Aiken's V, yang dirumuskan sebagai berikut [10][11]:

$$V = \sum s / [ n (c - 1) ]$$

Keterangan [12]:

s: Selisih antara nilai r dan lo,

lo: Angka penilaian validitas yang terendah,

c: Angka penilaian validitas yang tertinggi,

r: Angka yang diberikan oleh seorang penilai,

n: Jumlah penilai.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validitas *Aiken's* [10]

Presentase %	Kriteria
0,6 <	Tidak Valid
>= 0,6	Valid

### 2. Uji Praktikalitas Produk

Uji praktikalitas dianalisis dengan menggunakan metode *moment kappa*, seperti berikut [13]:

$$(k) = \frac{p - pe}{1 - pe}$$

Keterangan :

K: *Moment kappa* yang mencerminkan tingkat kepraktisan produk

p: Proporsi yang tercapai dihitung dengan cara membagi jumlah nilai yang diberikan oleh penguji dengan jumlah maksimum.

pe: Proporsi yang tidak tercapai dihitung dengan cara mengurangkan jumlah nilai maksimum dengan total nilai yang diberikan oleh penguji, lalu hasilnya dibagi dengan jumlah maksimum.

Tabel 2. Penentuan Pratikalitas *Moment Kappa* [10]

Interval	Kategori
0,81 – 1,00	Sangat tinggi
0,61 – 0,80	Tinggi
0,41 – 0,60	Sedang
0,21 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat rendah
≤ 0,00	Tidak praktis

### 3. Uji Efektivitas Produk

Uji kegunaan merupakan tahap terakhir dari evaluasi produk. Uji kegunaan mengukur sejauh mana produk sesuai dengan tujuan awal [11]. Uji kegunaan dilakukan menggunakan metode statistik Richard R. Hake (*G-Score*), seperti berikut [10].

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle sf \rangle - \% \langle Si \rangle)}{(100 - \% \langle Si \rangle)}$$

Keterangan [14]:

$\langle g \rangle$  : G-Skor,

$\langle Sf \rangle$  : Skor akhir,

$\langle Si \rangle$  : Skor awal,

Kriteria untuk setiap indikator pada lembar uji adalah sebagai berikut [10]:

"*High-g*" memiliki efektivitas tinggi jika nilainya  $\langle g \rangle > 0,7$ .

"*Medium-g*" memiliki efektivitas sedang jika nilainya  $0,7 > \langle g \rangle > 0,3$ .

"*Low-g*" memiliki efektivitas rendah jika nilainya  $\langle g \rangle < 0,3$ .

### 4. Pengukuran *Bandwidth*

*Bandwidth* didefinisikan sebagai rentang frekuensi yang tersedia untuk komunikasi. Jelaslah bahwa kapasitas transmisi data terkait erat dengan *bandwidth*. Dengan kata lain, semakin luas spektrum frekuensinya, maka semakin besar volume data yang dapat dikirimkan dalam jangka waktu tertentu. Sebutan *bandwidth* seringkali dipakai dalam istilah kecepatan memindahkan informasi, misalnya 1 *Mbps bandwidth* maksudnya internet itu bisa mentransfer informasi dengan kecepatan 1 *Megabit* per detik [8].

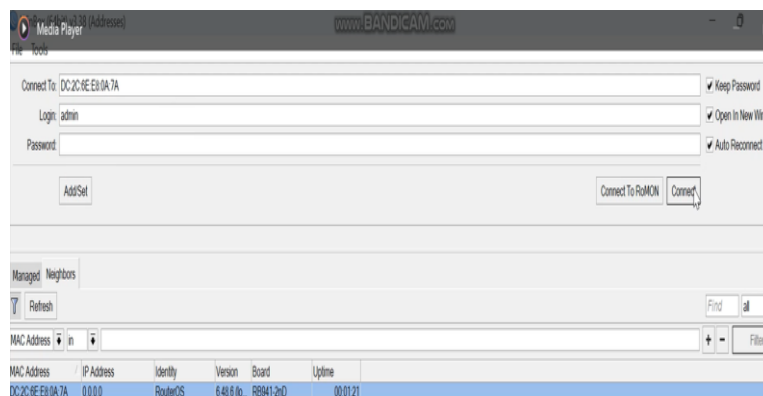
Penulis melaksanakan metode pengesanan serta analisa informasi buat memandang kemampuan koneksi jaringan PC yang dipakai di laboratorium komputer SMKN 3 Payakumbuh dengan melaksanakan pengukuran *bandwidth* memakai aplikasi website *speedtest.com*. Pengukuran dicoba dalam 2 kondisi, awal saat sebelum diaplikasikan *queue tree* serta kedua setelah dicoba pengaturan *queue tree*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Konfigurasi Router

#### 1. Instalasi *winbox*

Aplikasi *winbox* dapat diunduh pada situs <https://mikrotik.com/download>. Berikutnya masuk ke bagian *mac address* kemudian klik *connect*. Terlihat dalam gambar 2:



Gambar 2. Antarmuka Login Mikrotik

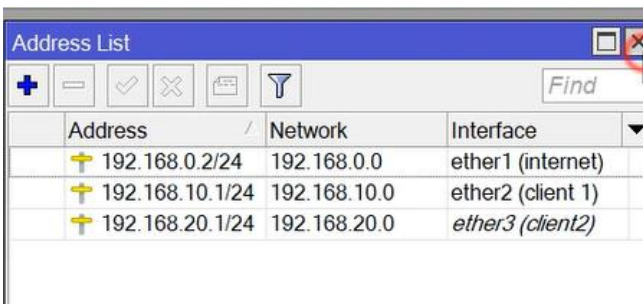
## 2. Konfigurasi IP Address

Selanjutnya, konfigurasi alamat IP address untuk setiap ether pada router.

*Ether1* = 192.168.0.2/24 IP tersebut digunakan sebagai alamat IP *modem*.

*Ether2* = 192.168.10.1/24 IP tersebut digunakan sebagai alamat IP untuk *client 1* yang terhubung ke *switch1*.

*Ether3* = 192.168.20.1/24 IP tersebut digunakan sebagai alamat IP untuk *client 2* yang terhubung ke *switch2*. Terlihat pada gambar 3:

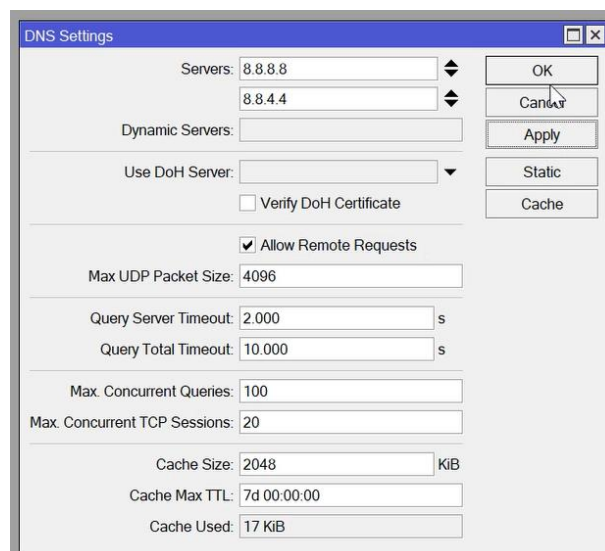


Address	Network	Interface
192.168.0.2/24	192.168.0.0	ether1 (internet)
192.168.10.1/24	192.168.10.0	ether2 (client 1)
192.168.20.1/24	192.168.20.0	ether3 (client2)

Gambar 3. Tampilan *Address List*

## 3. Setting DNS

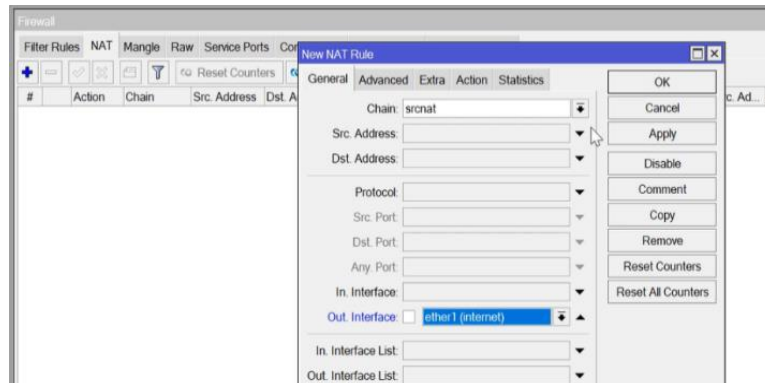
Pengaturan DNS (*Domain Name System*) dibutuhkan supaya PC di jaringan bisa mengakses ataupun dapat tersambung ke internet. Penulis menggunakan *server DNS Google* (8.8.8.8) dan (8.8.4.4) untuk dapat terhubung ke internet, seperti yang terlihat pada Gambar 4:



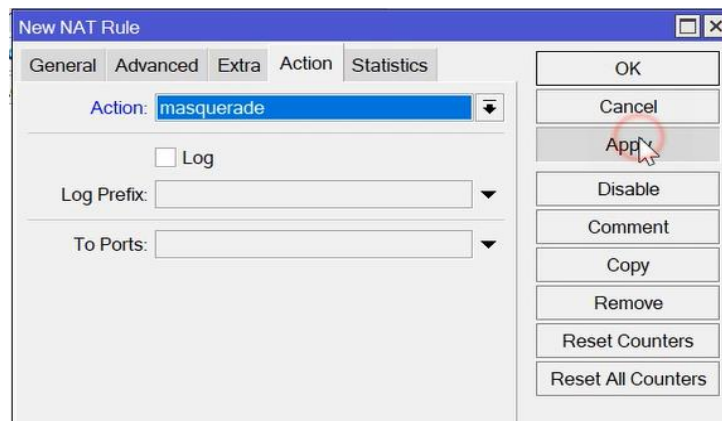
Gambar 4. *Setting DNS*

## 4. Setting IP NAT Rule

Tujuan dari bentuk IP NAT ini merupakan *setting* untuk membolehkan tujuan IP *private* buat mengakses internet lewat tujuan IP publik. Tujuan dari pengujian setting ini adalah agar jaringan lokal yang dikelola oleh router dapat menjalin koneksi dengan jaringan di luar SMKN 3 Payakumbuh dengan memanfaatkan alamat IP modem sebagai identifikasi. Terlihat pada gambar 4 dan 5:



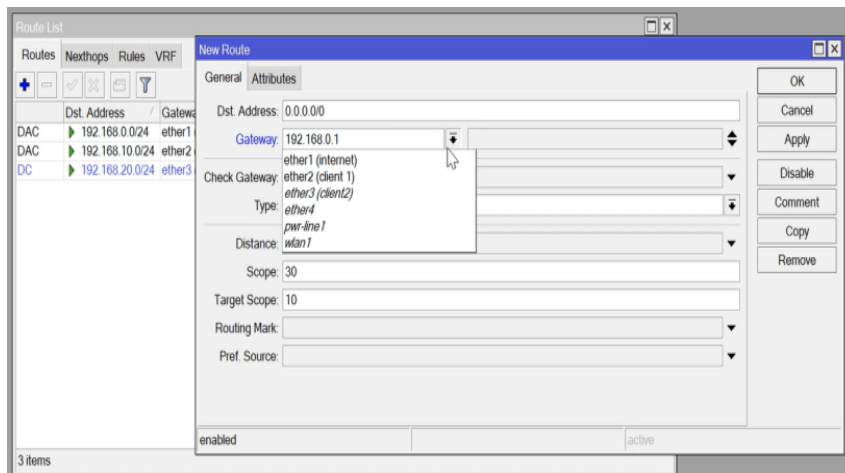
Gambar 5. Setting NAT (1)



Gambar 6. Setting NAT (2)

### 5. Setting IP Routes

Setting IP route pada mikrotik bermaksud untuk memastikan rute gateway dari jaringan internet. Terlihat pada Gambar 6:



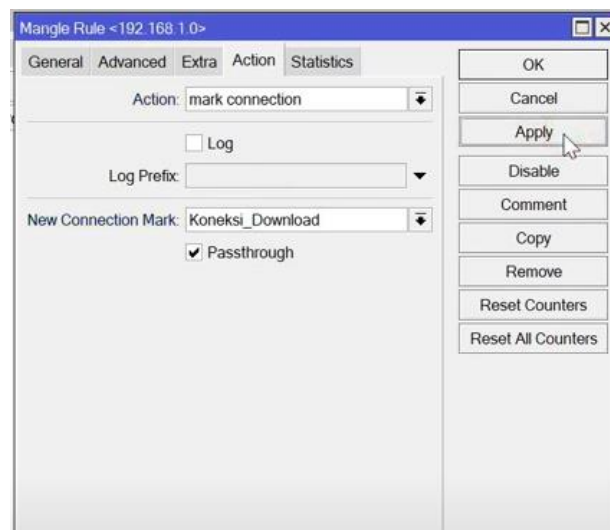
Gambar 7. Setting IP Routes

6. *Setting Queue Tree*

Setting *queue tree* pada *mikrotik* bermaksud untuk melimit *bandwidth*. Untuk konfigurasinya menginginkan campuran antara *queues* serta *firewall mangle*. *Firewall mangle* ini esoknya dipakai untuk menata trafik unduh serta trafik *upload*nya. Sebaliknya untuk *queue tree*nya dipakai memilah ataupun menghalangi *bandwidth* yang dapat dipakai oleh klien. Dimana nantinya *firewall mangle* ini hendak terbuat 2 konfigurasi, yaitu *mangle* trafik untuk *download* serta *mangle* trafik buat *upload*. IP yang dipakai merupakan IP klien, bila membuat *mangle* trafik untuk *download* hingga yang hendak diisi ialah pada bagian“*dst. address*”, sebaliknya untuk membuat *mangle* trafik buat *upload*nya hingga yang hendak diisi merupakan bagian“ *src. Address*” [15].

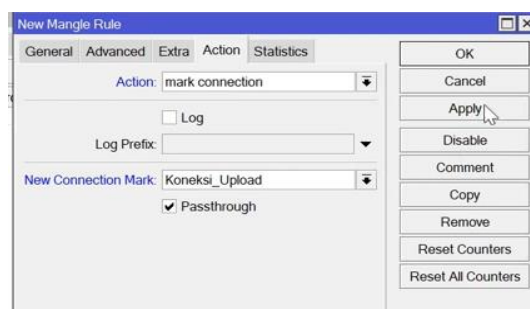
7. *Setting mangle trafik*

Membuat *mangle trafik* untuk *download* yaitu dengan “klik menu IP- pilih *firewall*- kemudian di bagian *mangle* klik tanda plus (+) – lalu di tab *general chain*: pilih *forward* – di bagian *dst.address* ketikkan 192.168.1.0/24, kemudian pada tab *action* – pilih tanda *mark connection* – tandai *new connection mark*: koneksi *download- apply*(terapkan) -ok” terlihat pada Gambar 8:



Gambar 8. *Setting Mangle Traffic Download (Tab Action)*

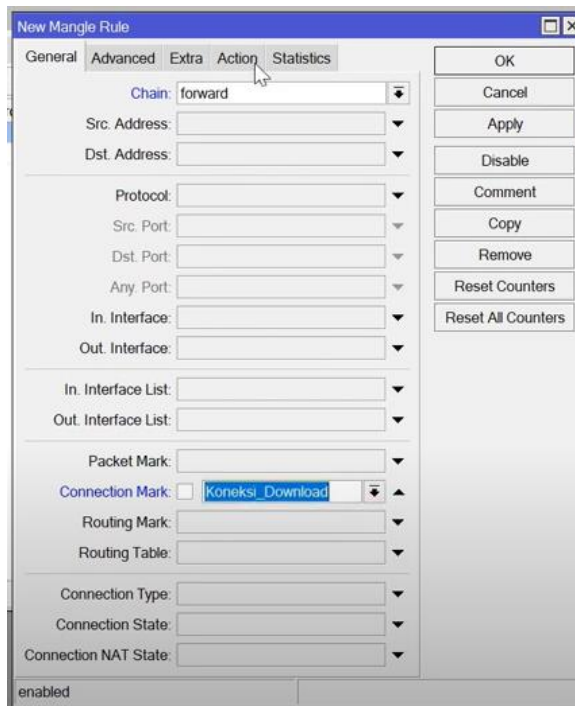
Membuat *mangle trafik* untuk *upload* yaitu dengan “klik menu IP- pilih *firewall*- kemudian di bagian *mangle* klik tanda plus (+) – lalu di tab *general chain*: pilih tanda *forward* – di bagian *src.address* ketikkan 192.168.1.0/24, kemudian pada tab *action* – pilih tanda *mark connection* – tandai *new connection mark* : koneksi *upload-apply*(terapkan) -ok” terlihat pada Gambar 9:



Gambar 9. *Setting Mangle Traffic Upload (Tab Action)*

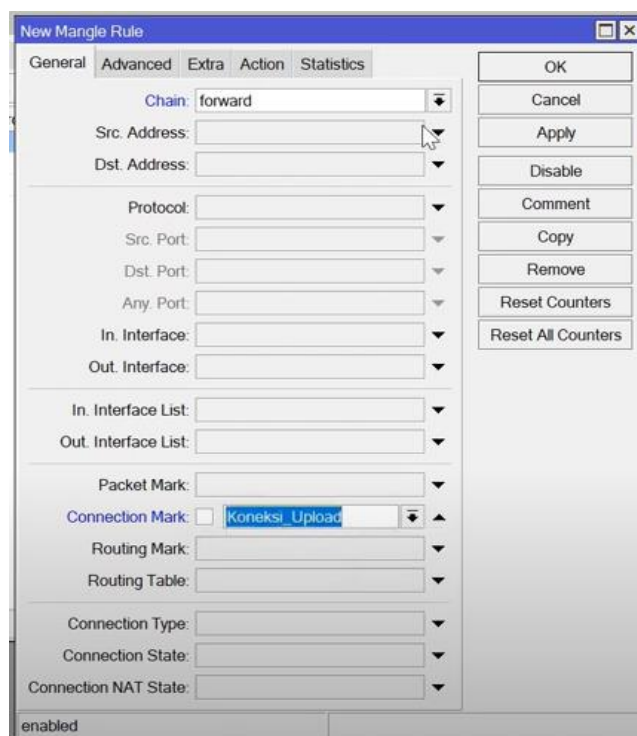
8. *Setting mangle mark packet*

Membuat *mark packet* untuk *download* yaitu dengan “klik menu IP- pilih *firewall*-kemudian di bagian *mangle* klik tanda (+) – lalu di tab *general*, *chain*: pilih *forward* – lalu di bagian *connection mark*: pilih *connection download* – kemudian di tab *action*: pilih *mark packet* – lalu di *new packet mark* : pilih paket *download- apply-ok*” terlihat pada Gambar 10:



Gambar 10. *Setting Traffic Mark Packet Download (Tab General)*

Membuat *mark packet* untuk *upload* yaitu dengan “klik menu IP- pilih *firewall*-kemudian di bagian *mangle* klik tanda (+) – lalu di tab *general*, *chain*: pilih *forward* – lalu di bagian *connection mark*: pilih *connection download* – kemudian di tab *action*: pilih *mark packet* – lalu di *new packet mark*: pilih paket *upload- apply-ok*” terlihat pada Gambar 11:



Gambar 11. Setting Traffic Mark Packet Upload (Tab General)

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian penulis di SMKN 3 Payakumbuh menunjukkan bahwa penggunaan *router* Mikrotik RB941 dengan *platform queue tree* di laboratorium komputer efektif mengelola *bandwidth* jaringan. Hal ini mencegah pemborosan *bandwidth* dan memungkinkan kelancaran pengoperasian jaringan selama proses belajar mengajar. Selain fungsi utamanya, *router* juga memberikan jaminan dalam menjaga kerahasiaan nama pengguna dan kata sandi, sehingga mencegah orang yang tidak berwenang mendapatkan akses. Penggunaan *router Mikrotik RB941* menyelesaikan permasalahan yang penulis identifikasi. Kuesioner yang diberikan kepada ahli komputer, guru, dan siswa mengkonfirmasi validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] R. Permana, D. Ramadhani, and I. Lestari, "Proteksi Keamanan Jaringan Komputer di Sekolah Menengah Kejuruan Al-Madani Pontianak," *Int. J. Nat. Sci. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–43, 2019, doi: 10.23887/ijnse.v3i1.22175.
- [2] K. Rahmi, H. A. Musril, Supriadi, and R. Okra, "Perancangan Manajemen User Hotspot Server Menggunakan Mikrotik Router Di SMAN 1 Lareh Sago Halaban," *Indones. Res. J. Educ. J. Ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 3, pp. 1061–1071, 2022, doi: 1061-1071.
- [3] E. A. M. Surlialy, "Analisis dan Perancangan Jaringan MPLS untuk Peningkatan Kecepatan Transfer Video Streaming pada Teknologi IPv6," 2012, [Online]. Available: <http://repository.uksw.edu/handle/123456789/1749>
- [4] D. N. Ilham, "Implementasi Metode Simple Queue dan Queue Tree untuk Optimalisasi Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer di Politeknik Aceh Selatan" *METHOMIKA J. Manaj. Inform. Komputerisasi Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 43–50, 2018, doi: 10.46880/jmika.Vol2No1.
- [5] A. N. Khomarudin, L. Efriyanti, and M. Tafsir, "Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Android Pada Mata Kuliah Kecerdasan Buatan," *J. Educ. J. Educ. Stud.*, vol. 3, no. 1, pp. 72–87, 2018, doi: 10.30983/educative.v3i1.543.

- 
- [6] K. Kirany, Supriadi, S. Zakir, and H. A. Musril, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penerimaan Santri Baru (SIM-PSB) Di MA Plus Subulussalam Kab. Padang Pariaman," *Univ. 2uslim Indones.*, vol. 1, no. 6, pp. 768–776, 2023, doi: 10.31004.
- [7] H. Rahmi, S. Derta, S. Zakir, and L. Efriyanti, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Digital Mata Pelajaran Informatika Kelas Vii Smp N 7 Bukittinggi," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 707–711, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6502.
- [8] A. M. N. Aksa, "Penerapan Sinyal Radio Point To Point Untuk Analisis Kinerja Jaringan LAN Pada SMK Negeri 2 Sinjai," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform. "JISTI,"* vol. 1, no. 2, pp. 69–77, 2018, doi: 10.57093/jisti.v1i2.20.
- [9] A. Bruno and S. Jordan, *CCDA 640-864 Official Cert Guide*. USA: Cisco Press, 2011.
- [10] M. R. Darmawan and H. A. Musril, "Perancangan Sistem Pendaftaran Audiens Seminar Proposal di Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Bukittinggi," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 11, no. 1, pp. 26–39, 2021, doi: 10.34010/jati.v11i1.3346.
- [11] R. A. Sundari and H. A. Musril, "Pengembangan Sistem Informasi Database Alumni ( Studi Kasus : SMAN 1 2x11 Enam Lingsung )," *J. Telemat.*, vol. 15, no. 2, pp. 115–124, 2020.
- [12] E. L. Putri, S. Derta, H. A. Musril, and R. Okra, "Perancangan Media Pembelajaran IPA Berbentuk Game Edukasi Menggunakan Aplikasi Construct 2 di SMPN 7 Bukittinggi," *Inf. Manag. Educ. Prof.*, vol. 7, no. 2, pp. 194–203, 2023, doi: 10.51211.
- [13] N. Y. Putri, S. Zakir, M. Melani, and Charles, "Efektivitas Penggunaan Google Classroom Terhadap Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Simulasi Dan Komunikasi Digital (SIMDIG) Kelas X SMKN 1 Ampek Angkek," *J. Fak. Kegur. Dan Ilmu*, vol. 3, no. 2, pp. 891–900, 2023, doi: 10.31004.
- [14] M. Razi Alfarisy, R. Okra, K. Khairuddin, and S. Derta, "Perancangan Media Pembelajaran Ipa Kelas Viii Di Smp Negeri 1 Ampek Angkek Menggunakan Kodular," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 665–670, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6456.
- [15] D. Susianto, "Implementasi Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Menggunakan Router Board Mikrotik," *J. Cendikia*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2016, doi: 0216-9436.