
EFEKTIFITAS IMPLEMENTASI *MANGLE FIREWALL* PADA MANAJEMEN *BANDWIDTH* DI POLITEKNIK NEGERI CILACAP MELALUI PENDEKATAN PPDIOO

Andesita Prihantara¹⁾, Antonius Agung Hartono²⁾, Hakim Annaisaburi³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Cilacap

Correspondence author: A.Prihantara, andesita.p@pnc.ac.id, Cilacap, Indonesia

Abstract

Computer networks are essential to almost all organizations, agencies, and companies, supporting their activities and serving as a top priority for facilitating information access. One such institution is the Cilacap State Polytechnic, which utilizes the internet to support academic activities. However, the high volume of user activity on the network has caused instability. This study aims to implement a bandwidth management configuration using a Mangle firewall. The study used the PPDIOO (Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize) approach, systematically following the steps to address this issue. The results of the study are a bandwidth management configuration using a mangle firewall in the raw rule, applying the connection bytes parameter, and also using the Peer Connection Queue (PCQ) method. The mangle firewall separates traffic, facilitating bandwidth allocation in the Queue Tree. The new configuration has proven to help allocate bandwidth using PCQ based on user needs at the Cilacap State Polytechnic.

Keywords: computer network, *bandwidth* management, *firewall*, ppdioo, pcq

Abstrak

Jaringan komputer sangat dibutuhkan hampir diseluruh organisasi, instansi maupun perusahaan untuk menunjang kegiatan, dan menjadi prioritas utama untuk mempermudah dalam mengakses informasi. Salah satunya adalah Politeknik Negeri Cilacap yang merupakan institusi yang menggunakan jaringan internet sebagai penunjang kegiatan akademik, namun dengan begitu banyak aktivitas pengguna dalam menggunakan jaringan internet tersebut membuat jaringan menjadi tidak stabil. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan konfigurasi manajemen *bandwidth* menggunakan *firewall* mangle. Penelitian dilakukan melalui pendekatan PPDIOO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize*) secara sistematis melakukan langkah-langkah dalam memperbaiki permasalahan tersebut. Hasil penelitian berupa konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan *firewall* mangle pada *raw rule* dengan menerapkan parameter *connection bytes* kemudian juga menggunakan metode *Peer Connection Queue* (PCQ). *Firewall* Mangle memiliki fungsi untuk memisahkan *traffic* sehingga akan mudah dalam pembagian *bandwidth* pada *Queue Tree*. Konfigurasi yang baru terbukti membantu dalam pembagian *bandwidth* yang dibagi menggunakan PCQ berdasarkan kebutuhan pengguna di Politeknik Negeri Cilacap.

Kata Kunci: jaringan komputer, manajemen *bandwidth*, *firewall*, ppdioo, pcq

A. PENDAHULUAN

Jaringan komputer sangat diperlukan di hampir semua organisasi, lembaga, dan perusahaan untuk mendukung aktivitas, serta menjadi prioritas utama dalam memudahkan akses informasi (Irawati & Fitriansyah, 2025). Namun, hal itu harus didukung oleh koneksi internet yang stabil, semakin banyak pengguna jaringan komputer di instansi tersebut, menyebabkan lalu lintas internet yang ada menjadi padat dan membuat koneksi internet tidak stabil (Idham et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan peningkatan dalam mutu jaringan komputer, salah satunya melalui pengelolaan penggunaan *bandwidth*.

Bandwidth adalah batas tertinggi yang dapat digunakan untuk mentransfer data dalam satuan bit per detik (Marlina & Perdana, 2022). Semakin tinggi kapasitas *bandwidth* yang ada, semakin besar pula jumlah paket data yang bisa diterima (Lienardy et al., 2025). Di sebuah lembaga, tentu terdapat banyak pengguna yang memanfaatkan jaringan internet di lembaga tersebut dengan kebutuhan *bandwidth* yang bervariasi seperti unduhan, penjelajahan, media sosial, dan *streaming*. Dengan variasi kebutuhan akses internet, *bandwidth* yang diperoleh setiap pengguna akan bervariasi, sehingga diperlukan manajemen *bandwidth* untuk mengatur kapasitas yang akan diterima setiap pengguna sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Manajemen *Bandwidth* adalah aspek penting dalam jaringan komputer, yaitu metode yang digunakan untuk mengatur seberapa banyak *bandwidth* yang akan dipakai oleh setiap pengguna di dalam jaringan berdasarkan trafik secara adil (Rafi et al., 2023). Pengelolaan *bandwidth* dapat dilaksanakan dengan menggunakan Mikrotik *routerOS* (Tutu et al., 2022).

Mikrotik *routerOS* adalah salah satu jenis produk yang diciptakan oleh perusahaan Mikrotik, yang dikenal dalam pembuatan perangkat jaringan komputer. Mikrotik *routerOS* adalah perangkat lunak yang *user-friendly* untuk pengelolaan *bandwidth* dan menawarkan beragam fitur, salah satunya

adalah Mangle *firewall* (Julian et al., 2023). Fungsi dari Mangle *firewall* ialah untuk menandai paket data yang lewat melalui *router* serta memberikan batasan *bandwidth* pada paket data yang sudah ditandai yang akan dibatasi di *Queue Tree* (Noor & Chandra, 2020).

Politeknik Negeri Cilacap adalah sebuah institusi pendidikan di Cilacap, Jawa Tengah, yang memanfaatkan koneksi internet untuk mendukung aktivitas akademis. Untuk mendukung tujuan ini, koneksi internet yang handal sangat dibutuhkan. Berdasarkan informasi dari sumber yang merupakan kepala TIK, unit yang bertanggung jawab atas jaringan internet, ada beberapa kelemahan dalam pengelolaan *bandwidth* yang ada. Dalam pengelolaan tersebut, alokasi dilakukan berdasarkan prioritas dari ruang yang membutuhkan akses internet cepat, namun *bandwidth* yang tersedia masih bersifat umum atau belum terfokus. Berdasarkan keterangan dari sumber, tantangan yang dihadapi saat ini adalah adanya ketidaksesuaian dalam kebutuhan jaringan. Ketika pengguna mengakses internet untuk aktivitas seperti menjelajah, mengunduh, menonton *streaming*, dan bersosial media, kestabilan *bandwidth* menjadi terganggu. Ini terjadi karena semua aktivitas tersebut bersaing memanfaatkan kuota *bandwidth* yang terbatas, terutama karena tidak ada pembatasan penggunaan pada jenis trafik tertentu, sehingga menyebabkan penggunaan *bandwidth* yang berlebihan. *Bandwidth* cenderung memberikan prioritas kepada pengguna yang memerlukan pengiriman data dalam jumlah besar, seperti saat mengunduh dan melakukan *streaming*, berbeda halnya dengan pengguna yang hanya browsing atau menggunakan media sosial. Inilah yang mengakibatkan koneksi bagi sebagian pengguna menjadi lambat.

Pada penelitian sebelumnya pernah dilakukan untuk mengatasi persoalan pengelolaan *bandwidth*, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan manajemen *bandwidth* melalui *Queue Tree* di BPJS Ketenagakerjaan telah berhasil

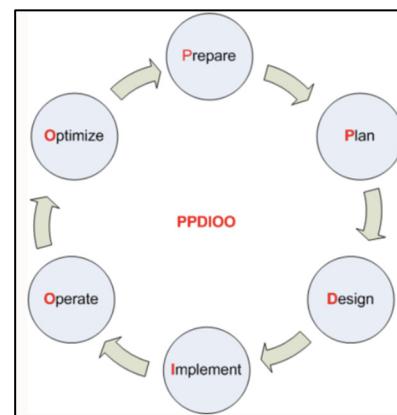
membagi *bandwidth* di setiap sektor secara seimbang, disesuaikan dengan kebutuhan saat pengguna mengakses jaringan internet (Azizah & Veritawati, 2021). Studi literatur mengenai pengelolaan *bandwidth* menggunakan *simple queue* dan *Queue Tree* juga pernah dilakukan sebelumnya, dimana pada penelitian tersebut menyampaikan bahwa manajemen kapasitas *bandwidth* lebih efektif dengan menggunakan *Queue Tree* dibandingkan dengan *simple queue*. Meskipun *Queue Tree* memiliki struktur yang lebih rumit dan tidak semudah *simple queue*. Namun, kinerja dari *Queue Tree* jauh lebih efisien, memberikan koneksi internet yang lebih stabil, serta optimal, sehingga para profesional di bidang teknologi yang memiliki pengalaman lebih cenderung memilih *Queue Tree* (Paskal, 2024).

Berdasarkan dari permasalahan maupun penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, diperlukan adanya pengelolaan kapasitas *bandwidth* yang dimiliki oleh Politeknik Negeri Cilacap. Pengelolaan kapasitas *bandwidth* yang dilakukan adalah dengan menambahkan *firewall Mangle* untuk memberikan *marking* atau menandai paket yang berjalan pada masing-masing trafik dan digabungkan dengan PCQ (*Peer Connection Queue*) dalam *Queue Tree* untuk membatasi serta membagi kapasitas *bandwidth* yang berjalan di Politeknik Negeri Cilacap, sehingga pengaturan penggunaan kapasitas *bandwidth* menjadi lebih mudah bagi administrator berdasarkan kebutuhan tiap pengguna terkait trafik yang ada.

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam implementasi *firewall Mangle* dan PCQ *raw rule* untuk pengelolaan *bandwidth* di Politeknik Negeri Cilacap adalah PPDIOO, yaitu *Prepare*, *Plan*, *Design*, *Implement*, *Operate*, dan *Optimize*. Metode PPDIOO adalah pendekatan yang efektif. Ini terbukti dari adanya langkah-langkah sistematis yang disusun untuk menyelesaikan pelaksanaannya (Subandri et al., 2023). PPDIOO berfungsi

sebagai proses optimasi kinerja jaringan. Terdapat enam langkah dalam PPDIOO, yang juga dikenal sebagai Layanan Siklus Hidup Cisco. Setiap tahapnya akan menjelaskan kegiatan yang berkaitan dengan penggunaan teknologi Cisco. Untuk mendukung pertumbuhan jaringan, Layanan Siklus Hidup Cisco dirancang khusus dalam konteks tersebut. PPDIOO: Enam tahap Layanan Siklus Hidup Cisco menawarkan pendekatan untuk mendukung jaringan.

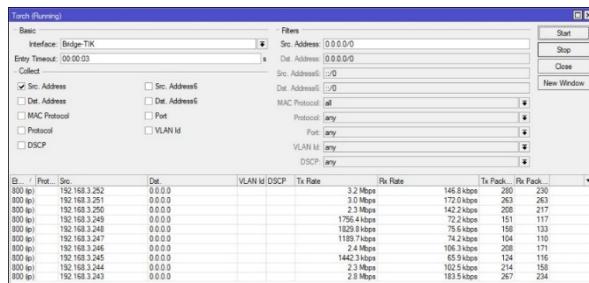


Gambar 1. Metode PPDIOO

Prepare

Prepare atau persiapan adalah fase yang paling krusial dalam pendekatan PPDIOO. Di fase ini, penulis mengevaluasi masalah yang ada dalam sistem jaringan yang beroperasi di Politeknik Negeri Cilacap serta meneliti kebutuhan jaringan di institusi tersebut. Prosedur yang diterapkan pada tahap ini mencakup cara untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi, menyelesaikan masalah-masalah, mengenali rintangan yang umum terjadi, dan mempelajari teknologi terkait. Pada fase ini, peneliti melakukan survei dan wawancara dengan pengelola atau administrator jaringan komputer di Politeknik Negeri Cilacap. Gambar 2 memberikan gambaran skema penggunaan *bandwidth* yang berjalan pada 10 PC tanpa adanya pemisahan trafik. Dimana terdapat pembagian *bandwidth* yang tidak sama, yaitu saat user sedang *download* dan *streaming* bisa mendapatkan *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan dengan *browsing* dan *social media*. Tidak sampai itu saja, bahkan antar PC dapat

bandwidth yang tidak merata seperti PC IP 192.168.3.252 memperoleh besaran *bandwidth* mencapai 3,2 Mbps sedangkan PC IP 192.168.3.249 hanya memperoleh 1,7 Mbps.



Gambar 2. Penggunaan *Bandwidth* Berjalan

Plan

Plan atau perencanaan merupakan fase yang diambil dalam melakukan eksperimen yang dilaksanakan di Politeknik Negeri Cilacap. Penulis melaksanakan eksperimen pengelolaan *bandwidth* di beberapa unit kerja di Politeknik Negeri Cilacap seperti Unit Pelaksana Teknis (UPT) Teknologi Informasi dan Komunikasi serta Unit Pelaksana Teknis (UPT) Perawatan Pemeliharaan Perbaikan dengan menerapkan konfigurasi *firewall mangle* dan *PCQ Raw Rule*.

Design

Design manajemen *bandwidth* pada jaringan di Politeknik Negeri Cilacap dilakukan dengan memetakan skema untuk setiap kebutuhan tiap pengguna dengan menambahkan fungsi *mangle* dan *raw rule* sehingga dapat dibagi dalam beberapa jenis trafik. Tabel 1 adalah skema pembagian trafik yang akan dilakukan.

Tabel 1. Skema pembagian trafik

No	Kebutuhan	Jenis Trafik
1	Video streaming	streaming
2	Browsing	umum
3	Media Sosial	medsoc
4	Unduh < 85Mb	Unduh ringan
5	Unduh > 85Mb	Unduh berat

Pada setiap trafik yang dibuat akan terdapat batasan besaran *bandwidth* yang akan diujicoba sebesar 20 Mbps dengan pembagian trafik sebagai berikut, trafik *streaming* (4

Mbps), trafik umum (4 Mbps), trafik medsoc (3 Mbps), trafik unduh ringan (4 Mbps), dan trafik unduh berat (5 Mbps). Skema hirarki juga dapat dibuat dengan mempertimbangkan *parent* dan *child* serta prioritas pada setiap hirarki yang digunakan, seperti terlihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Skema Hirarki

Implement

Pada fase ini, diimplementasikan metode *firewall mangle* dan *PCQ Raw Rule*. Dimana sebelum menerapkan pembatasan melalui *Queue Tree*, penting untuk menandai aliran paket dengan cara menggunakan *mangle*, supaya paket tersebut bisa dikenali oleh *Queue Tree*. *Mangle* adalah istilah dalam mikrotik yang berfungsi untuk membedakan paket yang hanya untuk unduhan dan paket yang hanya untuk pengunggahan, sehingga pembatasan *bandwidth* dapat berfungsi dengan efisien.

Operate

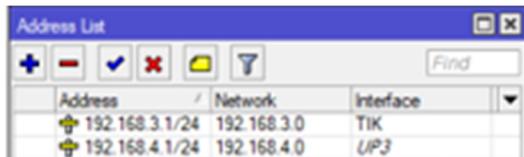
Fase ini dilaksanakan pada jaringan yang telah aktif. Fase operasi ini memiliki fungsi sebagai penilaian terakhir terhadap kesesuaian desain. Fase ini mencakup Upaya menjaga keamanan jaringan melalui aktifitas harian, memastikan ketersediaan *bandwidth* dna menekan pengeluaran. Pengawasan kinerja yang berlangsung selama kegiatan operasional sehari-hari akan memberikan informasi dasar untuk periode pengawasan berikutnya.

Optimize

Optimasi adalah fase penutup dari pendekatan PPDIIOO yang telah penulis lakukan di jaringan Politeknik Negeri Cilacap. Fase ini berfungsi sebagai langkah terakhir untuk meningkatkan jaringan dan memperbaiki hasil implementasi demi kualitas jaringan Politeknik negeri Cilacap yang lebih baik. Ada kemungkinan untuk melakukan penambahan konfigurasi pada mikrotik guna memaksimalkan jaringan di Politeknik Negeri Cilacap.

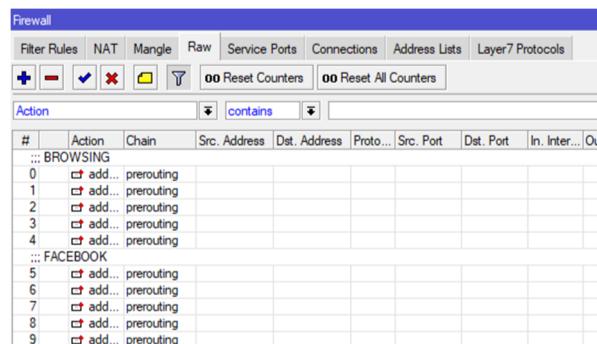
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan konfigurasi yang dilakukan untuk menyelesaikan persoalan penggunaan *bandwidth* yang tidak terkontrol pada jaringan yang ada di kampus. Beberapa langkah dapat dilaksanakan mulai dari konfigurasi interface *router* Mikrotik, dimana terdapat pembagian *port* yang akan digunakan untuk menerima sumber internet dan terdapat *port* koneksi *Local Area Network* (LAN) yang mengarah ke dua unit kerja yang menjadi target yaitu UPT Teknologi Informasi dan Komunikasi dan UPT Perawatan Pemeliharan Perbaikan.



Gambar 4. Interface Router

Konfigurasi berikutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan konfigurasi *firewall Raw*, konfigurasi ini digunakan untuk melakukan filtering paket disesuaikan dengan aplikasi sebelum masuk ke *connection tracking*.



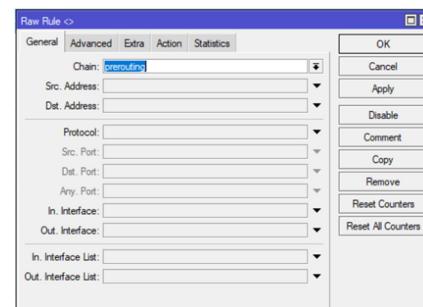
Gambar 5. Firewall Raw

Pada *firewall raw* administrator bisa membuat *rule* untuk jaringan yang akan masuk ke *router*. Pada gambar 5 tersebut dibuat *rule* berdasarkan aplikasi sehingga dapat memudahkan dalam mengelompokkan dalam pembuatan *traffic*. Sebelum rule tersebut dibuat, maka perlu dibuatkan *address list* untuk kedua UPT tersebut seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Address List UPT

No.	Nama IP	IP
1	IP-TIK	192.168.3.0/24
2	IP-UP3	192.168.4.0/24

Rule yang dibuat nantinya akan memudahkan dalam pengelompokan aplikasi berdasarkan jenis *traffic*. Pada Gambar 6, di tab general dapat diisi dengan “*prerouting*”. *Prerouting* mempunyai kegunaan ketika terdapat koneksi yang akan masuk diproses dan ditandai didalam *router* tersebut. *Prerouting* dapat membelokkan aliran dari koneksi, filtering *port* dan lain sebagainya (Musyaffa, 2021).



Gambar 6. Tab General Raw

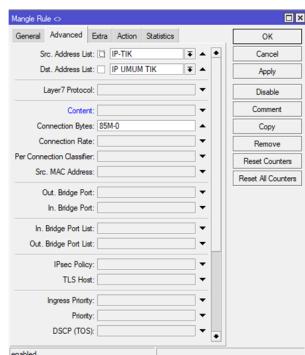
Kemudian di tab Advanced tuliskan *Src.address list* dengan *address list* yang telah dibuat. Tujuan *address list* disini adalah untuk mengetahui asal dari alamat IP tersebut. Dan berikutnya di bagian Action dapat dipilih “*add dst to address list*” yang akan digunakan pada mangle. Tujuan dipilih *add dst to address list* yaitu menambahkan tujuan dari Alamat IP tersebut ke *address list* untuk tujuan pengelompokan tujuan IP tersebut. Pada tabel 3 terlihat nama *address list* yang akan dibuat di tab Action.

Tabel 3. Daftar Address List

No.	Ruangan	Traffic	Nama IP Address List
1	TIK	Browsing	IP Browsing TIK
2	TIK	Streaming	IP Streaming TIK
3	TIK	Sosmed	IP Sosmed TIK
4	UP3	Browsing	IP Browsing UP3
5	UP3	Streaming	IP Streaming UP3
6	UP3	Sosmed	IP Sosmed UP3

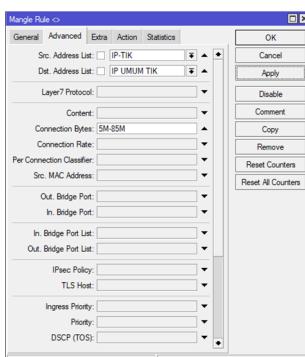
Konfigurasi berikutnya yang dilakukan adalah Mangle, konfigurasi ini dilakukan untuk memberi tanda atau menandai paket data di suatu koneksi. Mekanisme Mangle saat dipadukan dengan *Raw* berfungsi untuk memberi tanda pada paket data dari berbagai aplikasi yang telah difilter oleh *firewall raw*, yang kemudian dikelompokkan mengikuti *traffic*. Setelah menetapkan *raw* untuk menandai *traffic*, langkah berikutnya adalah membangun mangle.

Konfigurasi *rule* Mangle dilakukan dengan mengisi *chain* dengan “*prerouting*”, kemudian pada bagian *Advanced* isikan *src address list* dengan berasal dari mana IP yang akan ditandai, kemudian pada bagian *dst address list* isikan dengan *address list* yang sudah dibuat. Terlebih untuk trafik dengan kategori unduh berat dan unduh ringan ditambahkan konfigurasi *connection bytes*, seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. *Connection Bytes* Unduh Berat

Connection Bytes merupakan salah satu ukuran dalam *firewall* yang berfungsi untuk memeriksa total byte yang telah dipindahkan (Pratama et al., 2022). *Connection bytes* diisi sesuai dengan kebutuhan untuk pengalihan trafik.



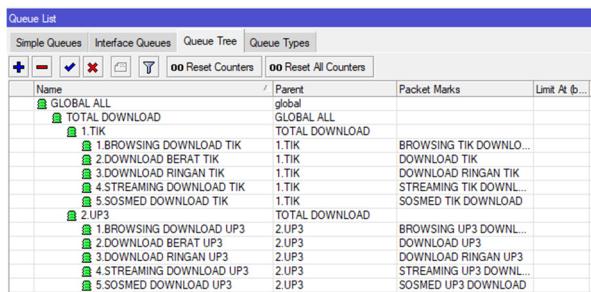
Gambar 8. *Connection Bytes* Unduh Ringan

Gambar 7 menunjukkan bahwa ketika ukuran *file* yang sudah di *download* menyentuh 85mb maka trafik akan berubah dari trafik unduh ringan ringan ke trafik unduh berat. Sebaliknya pada gambar 8 setelah diisi *connection bytes* dengan 5MB-85MB, maka ketika ukuran unduhan mencapai 5MB kemudian sampai 85MB berubah dari trafik umum menjadi trafik unduh ringan. Setelah mengisi parameter di bagian Advanced, berikutnya adalah mengisi Action. Isikan Action dengan “*new connection*” dan pada *new packet mark* isikan sesuai dengan *dst address list* pada bagian advanced. Isian pada *New Connection Mark* digunakan untuk memberikan tanda paket data yang masuk ke *router* dan sudah di *filter* oleh *raw* yang berikutnya akan dikelompokkan. Berikut adalah tabel 4 yang berisi daftar New Packet Mark.

Tabel 4. Daftar *Packet Mark*

No.	Ruangan	Traffic	New Packet Mark
1	TIK	Browsing	Browsing TIK
2	TIK	Streaming	Streaming TIK
3	TIK	UnduhBerat	Unduh Besar TIK
4	TIK	Unduh Ringan	Unduh Ringan TIK
5	TIK	Sosmed	Sosmed TIK
6	UP3	Browsing	Browsing TIK
7	UP3	Streaming	Streaming TIK
8	UP3	Unduh Berat	Unduh Besar TIK
9	UP3	Unduh Ringan	Unduh Ringan TIK
10	UP3	Sosmed	Sosmed TIK

Berikutnya yang harus dilakukan adalah melakukan konfigurasi *Queue Tree*. *Queue Tree* merupakan sebuah fungsi dalam Mikrotik yang dipakai untuk mengelola jumlah *bandwidth* sesuai kebutuhan. Berikut adalah tampilan dari *Queue Tree* yang telah dibuat (Paryanto et al., 2022).



Gambar 9. Queue Tree pada traffic Unduh



Gambar 10. Queue Tree pada traffic Unggah

Pada Queue Tree berisikan nama, *parent*, *packet mark*, *queue type*, *priority*. Nama berfungsi untuk memudahkan dalam memberikan identitas pada suatu trafik. Sementara itu, *Parent* digunakan untuk menentukan apakah trafik tersebut terkait dengan child queue atau tidak. *Packet Mark* diisi dengan pengaturan yang telah dibuat dalam *Mangle Rule*. *Queue type* menjelaskan tipe yang akan diterapkan dalam jaringan. Pada tabel 5 menunjukkan semua jenis trafik yang telah dibuat disesuaikan dengan jumlah batas maksimal *bandwidth* yang digunakan.

Tabel 5. Daftar Queue Tree

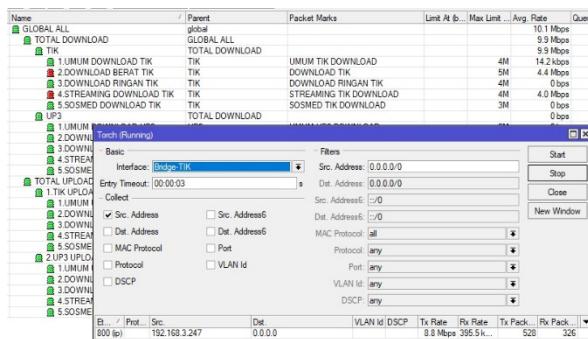
Ruangan	Traffic	Nama Queue Tree	Max Limit
TIK	Browsing /Umum	Umum Unduh TIK	4Mbps
	Unduh Berat	Unduh Berat TIK	5Mbps
Ringan	Unduh Ringan	Unduh Ringan TIK	4Mbps
Streaming	Streaming unduh TIK		4Mbps
Sosial Media	Sosmed Unduh TIK		3Mbps
Browsing / Umum	Umum Upload TIK		4 Mbps
Unduh Berat	Download Berat Upload UP3		5Mbps
Ringan	Download Ringan Upload UP3		4Mbps
Streaming	Streaming Upload UP3		4Mbps
Sosial Media	Sosmed Upload UP3		3Mbps

Ruangan	Traffic	Nama Queue Tree	Max Limit
	Unduh Ringan	Download Ringan Upload TIK	4Mbps
Streaming	Streaming Upload TIK		4
Sosial Media	Sosmed Upload TIK		3Mbps
UP3	Browsing / Umum	Umum Download UP3	4Mbps
	Unduh Berat	Download Berat UP3	5Mbps
Ringan	Download Ringan UP3		4Mbps
Streaming	Streaming Download UP3		4Mbps
Sosial Media	Sosmed Download UP3		3Mbps
Browsing / Umum	Umum Upload UP3		4 Mbps
Unduh Berat	Download Berat Upload UP3		5Mbps
Ringan	Download Ringan Upload UP3		4Mbps
Streaming	Streaming Upload UP3		4Mbps
Sosial Media	Sosmed Upload UP3		3Mbps

Konfigurasi yang diperlukan dalam manajemen *bandwidth* telah selesai dilakukan, hal berikutnya yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan pengujian terhadap konfigurasi tersebut. Pengujian dilakukan dengan beberapa skema, yaitu:

1. Pengujian *mangle* pada Queue Tree

Pengujian menggunakan 10 PC dengan kondisi semua PC membuka 5 tab browser yang berisi *streaming* dengan kualitas video 720p dan men-*download* 2 file besar secara bersamaan.

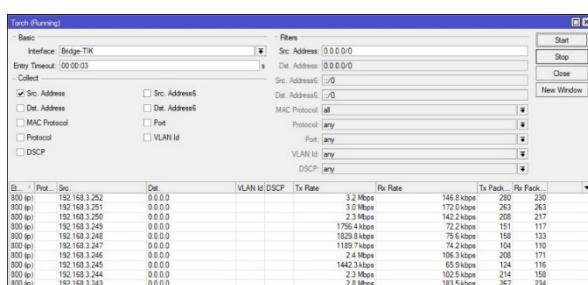


Gambar 11. Ujicoba mangle pada Queue Tree

Pada gambar 11 menunjukkan bahwa *mangle* berhasil memisahkan trafik antara *streaming* dan *download*, penggunaan *bandwidth* juga tidak melebihi maksimum limit yang telah ditetapkan, dan saat ujicoba tersebut *bandwidth* yang ada adalah 20 Mbps, namun *user* hanya memakai total 8,8Mbps untuk *download* sebesar 4,4Mbps dan 4,4Mbps untuk *streaming*.

2. Pengujian *mangle* pada PCQ dan *Queue Tree*

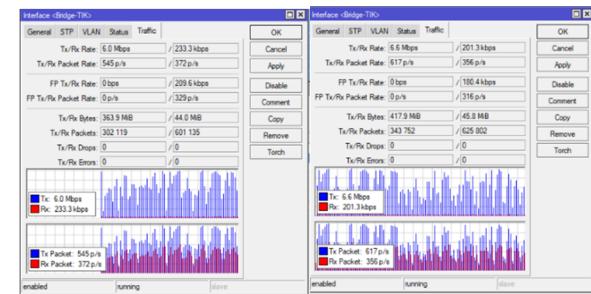
Pengujian dilakukan dengan memakai 10 PC secara bersamaan dengan kondisi proses *download*, *streaming*, *social media*, dan *browsing* dilakukan. Pada gambar 12 menunjukkan bahwa trafik yang berjalan sebelum dilakukan konfigurasi saat 2 PC melakuakn download, 2 PC melakukan *streaming*, 3 PC mengakses media sosial, dan 3 PC melakukan *browsing*. Terlihat bahwa semua PC saling memperebutkan *bandwidth*, hal ini bisa terjadi karena tidak meratanya alokasi *bandwidth* tiap *user* yang diakibatkan tidak adanya batasan pada trafik.



Gambar 12. Pengujian Sebelum Konfigurasi

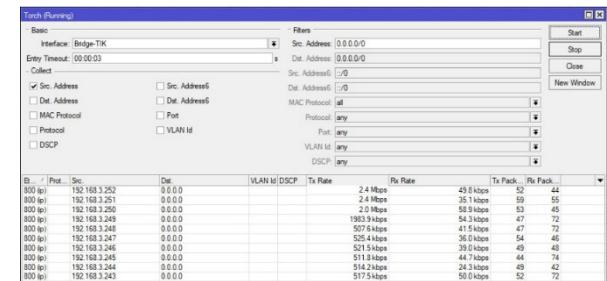
Sebagai contoh dilakukan pengecekan pada trafik yang berjalan pada PC yang

sedang melakukan unduh berat (ukuran file > 85MB), terlihat pada gambar 12 bahwa *Tx Rate* mencapai 6 Mbps bahakan hingga 6,6 Mbps.



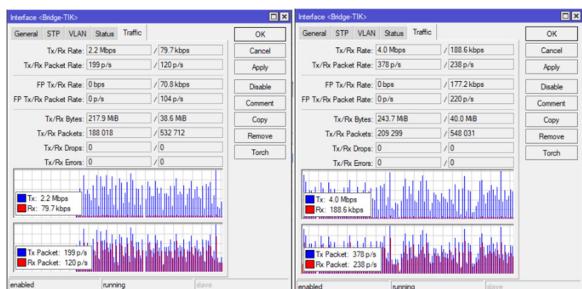
Gambar 13. Trafik saat Unduh Berat sebelum Konfigurasi

Setelah konfigurasi dilakukan dengan menerapkan *mangle* tiap trafik berhasil memberikan *bandwidth* dengan benar, penggunaan *bandwidth* pada trafik tidak akan melebihi batas maksimum ketika *user* melakukan *download*. Begitupun dengan jenis trafik lainnya seperti terlihat pada gambar 13.



Gambar 14. Pengujian Setelah Konfigurasi

Trafik yang terlihat pada gambar 14 saat PC sedang melakukan unduh berat (ukuran file > 85MB) setelah dilakukan konfigurasi terlihat bahwa *Tx Rate* sebesar 2,2 Mbps hingga 4,0 Mbps. Hal tersebut membuktikan bahwa mangle pada PCQ dan *Queue Tree* dapat berjalan efektif dengan menyesuaikan pada batas maksimal *bandwidth* yang telah ditetapkan.



Gambar 15. Trafik Unduh Berat setelah konfigurasi

Pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa semua pengujian yang dijalankan *mangle* berhasil dengan efektif memisahkan trafik *bandwidth* sesuai dengan kebutuhan pengguna saat mengunduh, *streaming*, membuka *social media* maupun melakukan *browsing*.

Dalam rencana pengembangan berikutnya perlu dilakukan juga optimalisasi fitur *firewall* lainnya seperti penjadwalan dan pembatasan akses konten-konten negatif.

D. PENUTUP

Dari hasil implementasi pengaturan konfigurasi Mikrotik yang telah dilaksanakan dan setelah melakukan beberapa uji coba ditemukan bahwa Mangle mampu secara efektif memisahkan arus lalu lintas *bandwidth* sesuai dengan kebutuhan pengguna. Setelah mengelola *bandwidth* dengan mangle untuk memisahkan lalu lintas internet, kelancaran penggunaan *bandwidth* meningkat berkat adanya pembatasan pada trafik. Admin kini lebih mudah dalam mengawasi pemakaian *bandwidth* oleh pengguna berdasarkan kebutuhan lalu lintas. Pendekatan yang dilakukan melalui PPDIOO juga memberikan peran yang efektif dalam menyusun langkah-langkah sistematik dalam memperbaiki pengelolaan *bandwidth* sehingga trafik yang dihasilkan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

E. DAFTAR PUSTAKA

Azizah, U., & Veritawati, I. (2021). Implementasi Management Bandwidth

Menggunakan Metode Queue Tree Dengan PCQ (Per Connection Queue). *Journal of Informatics and Advanced Computing*, 2(1), 14–19. <https://doi.org/10.35814/jiac.v2i1.2687>

Idham, Rodianto, & Wahyudi, H. (2022). Implementation of Load Balancing and Failover on the Internet Network Using NTH Method. *JINTEKS : Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains*, 4(3), 131–136. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v4i3.1904>

Irawati, & Fitriansyah, A. (2025). *Komunikasi Data*. Yogyakarta : Deepublish.

Julian, A., Supendar, H., & Fahlapi, R. (2023). Perancangan Mikrotik untuk Jaringan Hotspot dengan Sistem Voucher pada PT Elmecon Multikencana. *SABER : Jurnal Teknik Informatika, Sains Dan Ilmu Komunikasi*, 1(4), 44–56. <https://doi.org/10.59841/saber.v1i4.472>

Lienardy, G., Dharmalau, A., Sucayyo, N., & Hiswara, I. (2025). Implementasi Manajemen Bandwidth dan Firewall Menggunakan Mikrotik Router Pada Infrastruktur Jaringan di SMA Budi Mulia Jakarta. *JEIS: Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma*, 5(1), 19–27. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol5no1.514>

Marlina, I., & Perdana, A. (2022). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Queue Tree Router Mikrotik. *Sienna*, 3(1), 32–39. <https://doi.org/10.47637/sienna.v3i1.677>

Musyaffa, N. (2021). Optimasi Network Firewall Dan Limitasi Bandwidth Untuk Prioritas Video Conference Menggunakan Router Mikrotik. *JI-Tech: Jurnal Ilmiah Sekolah Tinggi Teknologi Informasi NIIT*, 17(1), 12–19. <https://jitech.i-tech.ac.id/index.php/jitech/article/view/183>

Noor, E., & Chandra, J. C. (2020). Implementasi Firewall Pada SMP Yadika

5 Jakarta. *IDEALIS: Indonesia Journal Information System*, 3(1), 449–456.
<https://doi.org/10.36080/idealis.v3i1.208>
8

Paryanto, E., Afriansyah, D., & Hendro P, D. E. (2022). Penerapan Metode Queue Tree Pada Bandwidth Management Mikrotik (Studi kasus : SMK Swadhipa 1 Natar). *JEDA : Jurnal Teknologi Dan Informatika*, 3(1), 1–9.
<https://doi.org/10.57084/jeda.v3i1.985>

Paskal, R. A. (2024). Tinjauan Literatur: Implementasi Manajemen Bandwidth. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 8075–8090.
<https://doi.org/10.31004/innovative.v4i4.9670>

Rafi, M., Kurniawan, M., & Saedudin, R. R. (2023). Analisis Perbandingan Manajemen Bandwidth Dengan Metode Random Early Detection (Red) Dan Class-Based Queue (Cbq) Pada Telkom University Landmark Tower (Tult). *SEIKO: Journal of Management & Business*, 6(2), 236–246.
<https://doi.org/10.37531/sejaman.v6i2.5265>

Subandri, Sulistiyono, M. L. S. A., & Ramdhani, A. I. (2023). Rancang Bangun Jaringan Menggunakan Routing Filter OSPF Pada Mikrotik Dengan Metode PPDIOO Di Data Center SMK Negeri 3 Kota Bekasi. *Jurnal Gerbang STMIK Bani Saleh*, 13(1), 39–47.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7580208>

Tutu, J. U., Hariadi, F., & Malo, R. M. I. (2022). Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Mikrotik Hotspot di SMP N 2 Rindi. *INOVATIF : Journal Informatics Networks Optimization Versatility Algorithm Teknik Informatika*, 1(3), 152–163.
<https://doi.org/10.58300/inovatif.v1i3.341>