

RANCANG BANGUN PENGELOLAAN BANDWIDTH INTERNET MENGUNAKAN METODE QUEUE TREE DENGAN ROUTER MIKROTIK DI PT XYZ

Agus Salim¹, Tanto Wijaya², Nur Nawaningtyas. P³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Komputer (STMIK) Widuri, Jakarta, Indonesia.

Correspondence email: agussalim@kampuswiduri.ac.id

Article history: Submission date: July-11-2023 Revised date: November-23-2023 Published date: November-28-2023

ABSTRACT

Basically, the use of internet activities in companies is very dense, causing various problems, among the problems encountered related to internet connection is bandwidth usage that has not been optimally regulated, so that no matter how much bandwidth capacity is available, it will not meet the needs of internet bandwidth usage if it is not managed properly. . In order for internet user bandwidth allocation to be distributed evenly, bandwidth management is needed to overcome the existing bandwidth limitations. Bandwidth management aims to find a solution so that all user computer devices get internet bandwidth allocation and can find out how to manage good bandwidth so that user devices get a fair or even distribution of bandwidth. The methodology for implementing bandwidth management with the queue tree method is to observe a running network system, identify problems, collect data, then design a configuration system. After going through the design process then carrying out the configuration stage, and if the configuration is successfully applied then proceed to the testing phase using several user computers assisted by using the wireshark application to find out incoming or received data packets, the next stage is monitoring using monitoring applications such as Torch Winbox , speedtest or wireshark and the final stage is evaluation or management such as configuration backups and so on. This research and testing also takes into account Quality of Services (QoS) parameters such as throughput, delay, jitter, and packet loss to find out in more detail the calculation of packet traffic that has been captured by the wireshark application. So that with good design, proper configuration, careful monitoring, an even, optimal bandwidth usage and quality internet connection is produced, so that the implementation of the queue tree method of bandwidth management provides an effective solution in managing bandwidth allocation.

Keywords: Bandwidth Management, Mikrotik, Queue Tree, Quality of Services.

ABSTRAK

Pada dasarnya pemakaian aktivitas internet di perusahaan sangat padat sehingga menimbulkan berbagai masalah, diantara masalah yang dihadapi terkait dengan koneksi internet adalah pemakaian *bandwidth* yang belum diatur dengan optimal, sehingga berapapun besarnya kapasitas *bandwidth* yang tersedia tidak akan mencukupi kebutuhan pemakaian *bandwidth* internet jika tidak dikelola dengan baik. Agar alokasi *bandwidth* internet *user* terdistribusi secara merata maka diperlukan manajemen *bandwidth* untuk mengatasi keterbatasan *bandwidth* yang ada. Manajemen *bandwidth* ini bertujuan untuk mencari solusi agar semua perangkat komputer *user* mendapat alokasi *bandwidth* internet dan dapat mengetahui caranya mengatur *bandwidth* yang baik agar perangkat *user* memperoleh alokasi *bandwidth* secara adil atau merata. Metodologi dalam penerapan manajemen *bandwidth* metode *queue tree* ini adalah dengan mengamati sistem jaringan yang berjalan, mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, kemudian merancang sistem konfigurasinya. Setelah melalui proses rancangan kemudian melakukan tahap konfigurasi, dan jika konfigurasi berhasil diterapkan maka dilanjutkan ke tahap pengujian dengan menggunakan beberapa komputer pengguna dibantu dengan menggunakan aplikasi *wireshark* untuk mengetahui paket data yang masuk atau yang diterima, tahap selanjutnya melakukan *monitoring* dengan menggunakan aplikasi *monitoring* seperti *torch winbox*, *speedtest* ataupun *wireshark* dan tahap akhir adalah evaluasi atau manajemen seperti *backup* konfigurasi dan sebagainya. Penelitian serta pengujian ini juga menggunakan pertimbangan parameter *Quality of Services* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* untuk mengetahui lebih detail perhitungan trafik paket yang sudah ditangkap (*capture*) oleh aplikasi *wireshark*. Sehingga dengan rancangan yang baik, konfigurasi yang tepat, pemantauan yang cermat maka dihasilkan penggunaan *bandwidth* yang merata, optimal dan koneksi internet yang berkualitas, sehingga penerapan manajemen *bandwidth* metode *queue tree* ini memberikan solusi yang efektif dalam mengelola alokasi *bandwidth*.

Kata Kunci: Manajemen Bandwidth, Mikrotik, Queue Tree, Quality of Services.



PENDAHULUAN

Jaringan komputer merupakan serangkaian komputer yang menggunakan standar komunikasi untuk saling terhubung berbagi data atau informasi antara satu dengan yang lainnya. Dalam penjelasan lain bahwa internet juga merupakan jaringan komputer dalam arti luas yang berfungsi memberikan layanan pada beberapa sektor, seperti keuangan, pendidikan, media dan pemerintahan (Irwansyah et al., 2022). Produktivitas kerja atau kegiatan lainnya dapat dibuat lebih produktif dengan memanfaatkan jaringan komputer secara maksimal. Oleh sebab itu banyak instansi, baik instansi pemerintah maupun swasta dan juga dunia pendidikan terus bekerja untuk meningkatkan kinerja jaringan komputer mereka. Kemampuan untuk mengirim data dengan akurat, cepat, akses file untuk proses *upload* atau *download* pada aktifitas pemakaian internet adalah beberapa dari sekian banyak manfaat jaringan komputer yang banyak dipergunakan dalam bisnis, dunia pendidikan ataupun instansi pemerintahan. Penggunaan internet pada lingkungan perusahaan saat ini memiliki mobilitas yang sangat tinggi, karena para pengguna internet bertujuan untuk mendapatkan informasi, mengakses data, menggunakan media sosial dan menggunakan fasilitas internet lainnya (Prihantoro et al., 2021).

Sebagian besar masyarakat khususnya karyawan pada sebuah perusahaan merupakan pemakai internet aktif, hampir sebagian besar ada yang melakukan *browsing*, *send* dan *receive email*, *upload* dan *download* data aplikasi dan sebagian lagi menggunakan untuk *online meeting*, menonton video *streaming* dan penggunaan internet lainnya. Kegiatan penggunaan internet diatas merupakan sebuah aktivitas internet aktif yang berdampak pada pengalokasian *bandwidth* yang tidak merata antar pengguna internet pada sebuah perusahaan atau instansi, alokasi *bandwidth* yang tidak merata tersebut dimungkinkan karena belum menerapkan metode manajemen *bandwidth* (Susilo et al., 2018). Jadi dengan demikian berapapun besarnya kapasitas *bandwidth* yang tersedia tidak akan mencukupi kebutuhan pemakaian *bandwidth* internet jika tidak dikelola dengan baik. Oleh sebab itu jika pada sebuah perusahaan memiliki keterbatasan kapasitas *bandwidth* internet, maka diperlukan manajemen *bandwidth* agar pengalokasian *bandwidth* internet dapat terdistribusi dengan baik secara merata kepada seluruh pengguna (Nurfiana & Ramanda, 2019).

Setelah menemukan gambaran tentang kegunaan dan fungsi manajemen *bandwidth* yang berdasarkan dari hasil penelitian, analisa, topologi jaringan, sistem yang berjalan, kebutuhan dan anggaran, maka perlu mempertimbangkan penerapan manajemen *bandwidth* sebagai solusi untuk membatasi atau limitasi *bandwidth*

user untuk kebutuhan akses internet. Jadi peneliti tinggal menggunakan perangkat router yang akan dipakai dan metode manajemen *bandwidth* yang diperlukan jika akan implementasi manajemen *bandwidth* tersebut. Dalam sebuah jaringan komputer bahwa manajemen *bandwidth* adalah komponen yang sangat penting karena manajemen *bandwidth* merupakan sebuah metode untuk memastikan kinerja jaringan internet memberikan performa yang merata dan memberikan kepuasan bagi pengguna (Dirja et al., 2019).

Saat ini banyak tersedia perangkat router yang sudah banyak digunakan dan cukup terkenal dapat digunakan untuk manajemen *bandwidth*, seperti merk *Cisco*, *Juniper*, *Fortinet*, *Mikrotik* dan beberapa merek lainnya. Penulis dalam penelitian dan perancangan ini akan menggunakan router mikrotik, karena mikrotik banyak digunakan untuk skala perusahaan kecil dan menengah, perangkat mudah didapatkan, cukup terjangkau harganya dan mudah dalam konfigurasi. Didalam router mikrotik juga memiliki berbagai macam fitur dan fungsi seperti *firewall*, *bandwidth management*, *hotspot wifi*, *routing* dan masih banyak fitur lainnya. Terdapat beberapa jenis-jenis sistem manajemen *bandwidth* pada router mikrotik seperti *Queue Tree*, *Simple Queue*, *PCQ*, *Burst Time*, *Packet Internet Grapher* (PING), *Committed Information Rate* (CIR) dan *Maximum Information Rate* (MIR) (Nurfiana & Ramanda, 2019).

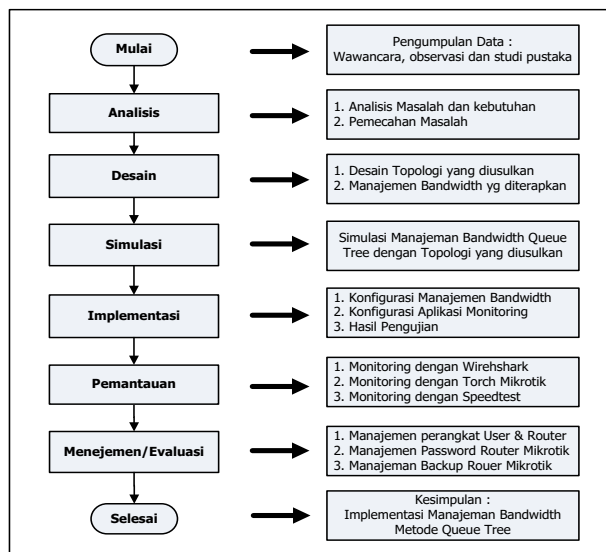
Metode *queue tree* memiliki *delay* yang lebih baik daripada metode *simple queue* dan juga memungkinkan kita untuk mengalokasikan *bandwidth* *Internet Control Message Protocol* (ICMP), yang menjadikannya *ping time* tetap stabil meskipun *bandwidth* komputer klien penuh. Pengertian *queue* digunakan untuk memprioritaskan atau membatasi trafik (Zulfitri, Ansharullah, 2020). Dapat diartikan, bahwa *queue* mengelola *bandwidth* atau sistem *Quality of Service* (QoS) kepada pengguna. Karena *queue* sangat fleksibel jika digunakan dalam membatasi trafik internet berdasarkan alamat IP, *port*, *protocol* atau parameter lainnya. Kemampuan mengenali tanda paket (*packet mark*) yang telah diberikan oleh *mangle* merupakan salah satu kemampuan *queue* yang membuatnya *queue* cukup fleksibel (Situmorang & Chandra, 2019).

PT XYZ ini dijadikan sebagai objek untuk melakukan penelitian dan perancangan manajemen *bandwidth*. Di perusahaan tersebut sistem jaringannya (*Networking*) terdiri dari berbagai perangkat komputer, seperti Server, PC desktop, Notebook, Print Server, WIFI, Switch dan Router. Adapun *Internet Service Provider* (ISP) yang dipergunakan terdiri dari Biznet dengan *bandwidth* 30 Mbps dan Telkom Astinet 10 Mbps. Atas dasar penelitian, analisa dan pengamatan langsung di perusahaan tersebut, maka sebagai peneliti melihat bahwa di perusahaan tersebut masih belum

memaksimalkan penggunaan pembagian *bandwidth* yang sempurna. Sehingga menyebabkan beberapa pengguna internet pada saat melakukan aktifitas internet seperti *browsing*, *download*, *meeting online* ataupun *video streaming* merasa lambat yang dikarenakan tidak mendapatkan alokasi *bandwidth* yang dibutuhkan. Penyebab permasalahan ini kemungkinan karena tidak adanya pembatasan atau limitasi *bandwidth*, sehingga pada saat bersamaan kapasitas *bandwidth* internet terpakai juga oleh *user* lain yang sedang melakukan akses internet yang sama. Oleh karena itu dibutuhkan penerapan manajemen *bandwidth* yang optimal agar alokasi *bandwidth* terbagi secara merata kepada semua pengguna internet (Ades Anugrah dan Baibul Tujni, 2019).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian dan implementasi ini menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC), yang terdiri dari enam tahapan yaitu *analysis*, *design*, *simulation*, *implementation*, *monitoring* dan *management*.



Sumber: (Nurfiana & Ramanda, 2019)

Gambar 1. Metode NDLC

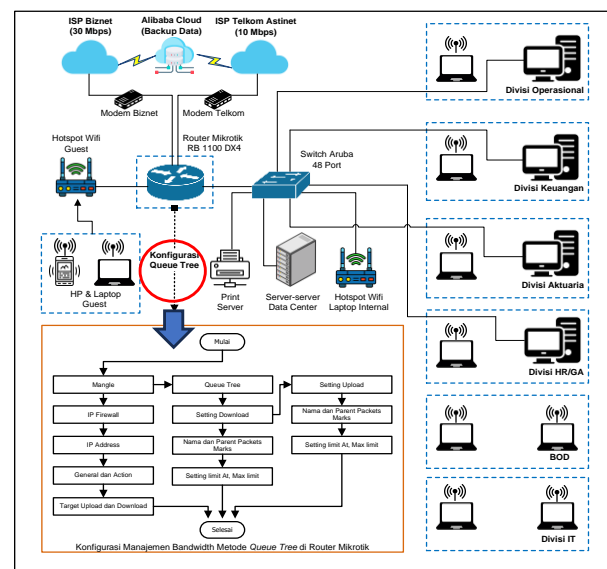
Implementasi manajemen *bandwidth* metode *queue tree* ini menggunakan beberapa langkah, diawali dengan cara mengumpulkan data dengan cara melakukan wawancara dengan pihak internal perusahaan, observasi dengan cara mengamati sistem internet yang sedang berjalan dan menggali informasi dari berbagai sumber (buku, jurnal dan internet), kemudian menganalisa kebutuhan dan masalah baik dari sistem yang sedang berjalan ataupun sistem yang akan diusulkan.

Tahap berikutnya simulasi metode *queue tree* yang sudah diusulkan atau dirancang, kemudian melakukan tahapan diimplementasi dengan cara melakukan konfigurasi di router mikrotik. Setelah berhasil diimplementasi kemudian melakukan pemantauan (*monitoring*) dengan menggunakan beberapa aplikasi *monitoring*. Pada tahapan pengujian dan *monitoring* ini peneliti menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mengetahui perhitungan paket data yang lewat dari beberapa parameter *Quality of services* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* (Nurfiana & Ramanda, 2019).

Jika tahapan implementasi, pengujian dan *monitoring* sudah dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah manajemen atau mengevaluasi seperti manajemen *password*, *backup* konfigurasi perangkat router mikrotik serta manajemen perangkat *user* juga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Proses implementasi, dimana semua hasil yang telah diteliti, dianalisa dan dirancang akan direalisasikan dengan menggunakan router mikrotik. Desain manajemen *bandwidth* metode *queue tree* ini mengadopsi topologi model *star* dengan menggunakan sebuah perangkat *switch* atau *hub* sebagai pusat koneksi dalam suatu jaringan, dan dengan menggunakan aplikasi Winbox yang difungsikan untuk mengakses atau *remote* router mikrotik serta untuk proses konfigurasi. Perubahan pada desain ini adalah terdapat tambahan konfigurasi manajemen *bandwidth* metode *queue tree* pada router mikrotik RB 1100 DX4 dalam topologi jaringan pada gambar dibawah ini.



Sumber: (Dirja, 2018)

Gambar 2. Topologi Jaringan dan Metode *Queue Tree*



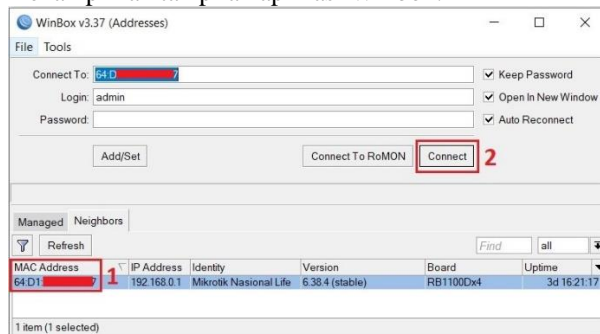
Tabel 1. Perangkat Yang Diperlukan Untuk Konfigurasi

No	Nama Perangkat	Sistem Operasi	IP Address
1	Router Mikrotik RB 1100DX4	RouterOS ver 6.38.4	ISP.1: 117.*.*.0/29 ISP.2: 36.*.*.0/30
2	Switch Aruba 48 Port	Firmware Switch / Hub	Tida ada setingan IP Address
3	Hotspot WIFI (WIFI.1 dan 2)	Firmware Router Wifi	Wifi.1: 192.168.0.2 WIFI2: 10.10.10.2
4	Server, PC Desktop dan Laptop	Windows 10, Winbox dan Google Chrome	IP :192.168.0.0/24
5	HP / Gadget User	Android, iOS	IP :10.10.10.1/24

Sumber: (Agus Salim, 2023)

1. Tampilan awal Login Winbox

Pada penelitian dan implementasi ini penulis menggunakan winbox versi 3.37, yang dapat diunduh pada <https://mikrotik.com/download>. Gambar dibawah menampilkan tampilan aplikasi Winbox.



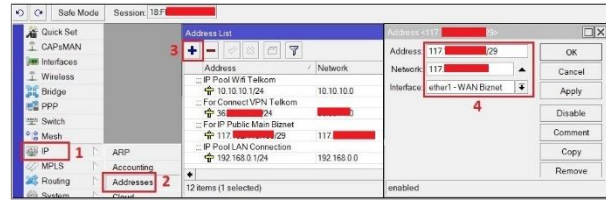
Sumber : (Agus Salim, 2023)

Gambar 3. Login Winbox dengan Mac Address

Setelah router Mikrotik terhubung dengan perangkat laptop dengan media kabel RJ45, maka winbox akan membaca router mikrotik dengan menampilkan keterangan *mac address*, IP Address, versi RouterOS, identitas serta *platform* dari router mikrotik tersebut, selanjutnya masukan *username* dan *password* (secara default, *username* : admin, *password* dikosongkan) kemudian klik connect.

2. Pemberian IP Address

Selanjutnya adalah pemberian IP Address dengan cara pilih atau klik menu IP pada Winbox, pilih *addresses* kemudian isi dengan membuat IP Address dari ISP (*Internet Service Provider*), IP LAN router, IP Wifi, *network* dan menentukan *interfacenya*.

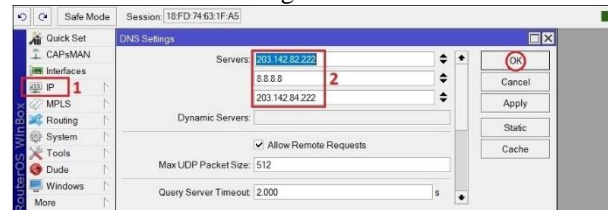


Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 4. Konfigurasi IP Address

3. Konfigurasi Domain Name System (DNS)

Supaya perangkat komputer dapat mengakses nama *domain* di internet seperti www.namadomain.com, maka router harus dikonfigurasi DNS, dengan cara pilih menu IP, kemudian pilih DNS, dan isi *DNS Setting* dengan *primary* DNS ISP 203.142.82.222, atau bisa menambahkan DNS Google 8.8.8.8.

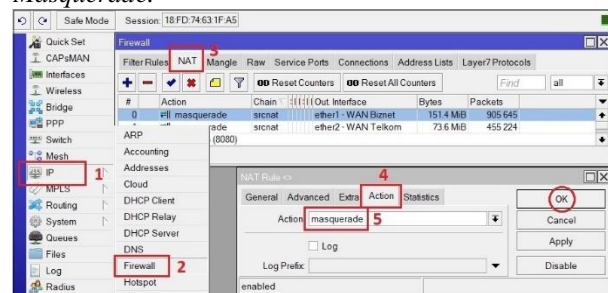


Sumber : (Agus Salim, 2023)

Gambar 5. Konfigurasi DNS

4. Konfigurasi Network Address Translation (NAT)

Selanjutnya adalah setting NAT yang berfungsi untuk melakukan perubahan (translasi) alamat IP sumber atau pengirim (*source address*) dari sebuah paket data atau menyamakan IP *local* menjadi IP *Public*. Konfigurasinya dengan cara pilih menu IP, pilih Firewall, kemudian pilih NAT, pilih *add*, pada tab *general* pilih *chain srcnat*, *out interface* pilih *interface WAN*, untuk *action* kemudian ganti dengan *Masquerade*.

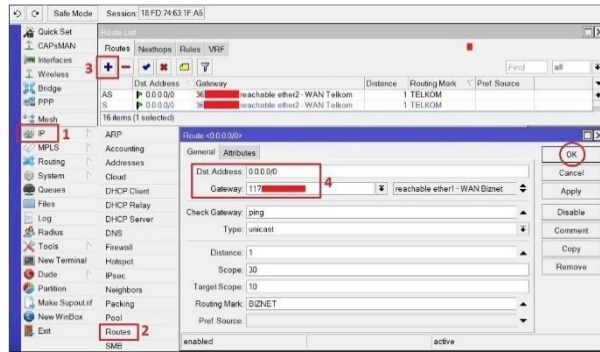


Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 6. Konfigurasi NAT

5. Konfigurasi Policy Routing atau Default Gateway.

Berikutnya konfigurasi *policy routing* atau *default gateway* dengan menggunakan IP publik ISP.



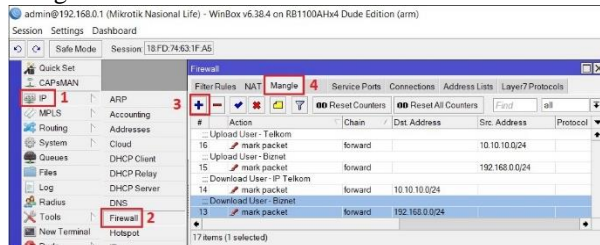
Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 7. Konfigurasi Policy Routing

Pilih menu IP, pilih *routes* kemudian isi IP *public* ISP.1 dan ISP.2 dan untuk *Dst Address* diisi 0.0.0.0/0 seperti gambar di bawah ini.

6. Mangle Trafik Download

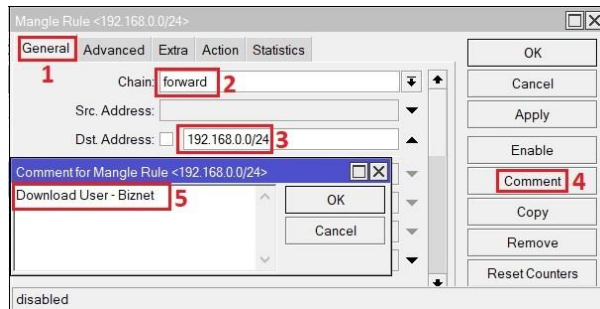
Secara umum beberapa *rule* yang harus dikonfigurasi untuk manajemen bandwidth metode ini meliputi, konfigurasi *mangle* pada *firewall* guna membedakan *traffic* *download* dan *upload* serta konfigurasi PCQ (*Per Connection Queuing*) pada *queue types* untuk mengalokasikan *bandwidth* secara merata.



Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 8. Konfigurasi Mangle Trafik Download

Untuk pertama kali dengan membuat konfigurasi *mangle* untuk menandai koneksi *download*, caranya pilih menu IP → Firewall → Mangle → klik tanda “+” untuk menambah *rule*.



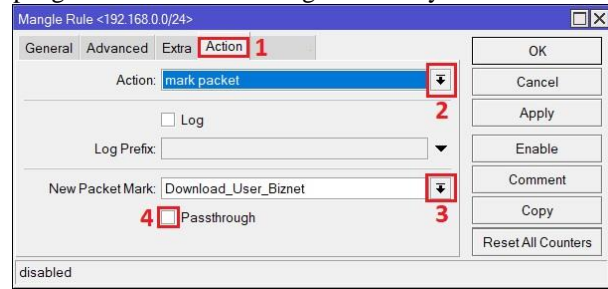
Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 9. Mangle Rule General Download

Pada tab *general*, isikan kolom *Chain* : *forward* dan kolom *Dst Address* : IP *Network Local* → klik OK.



Disarankan membuat *comment* untuk memudahkan pengecekan *rule* atau konfigurasi lainnya.



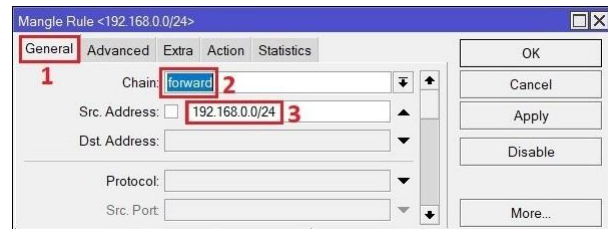
Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 10. Mangle Rule Action Download

Pada tab *Action*, isikan kolom *Action* : *Mark Packet* dan memberikan nama pada kolom *New Packet Mark* : *Download_User*, unchecked pilihan *passtrought* lalu klik OK.

7. Mangle Trafik Upload

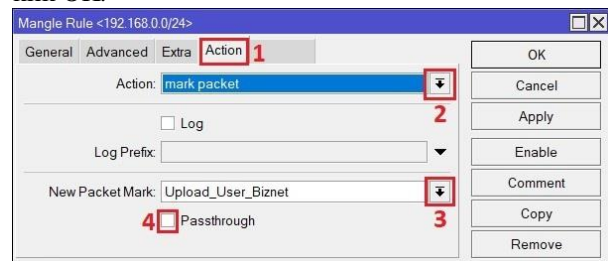
Untuk konfigurasi *mangle traffic upload* tidak jauh berbeda dengan *mangle connection download*, buat kembali satu buah *mangle* untuk *connection upload*, konfigurasinya hampir sama dengan sebelumnya yaitu pilih menu IP → Firewall → Mangle → klik tanda “+” untuk menambah *rule*.



Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 11. Mangle Rule General Upload

Pada tab *general*, isikan kolom *Chain* : *forward* dan kolom *Src Address* : IP *Network Local* → kemudian klik OK.



Sumber: (Agus Salim, 2023)

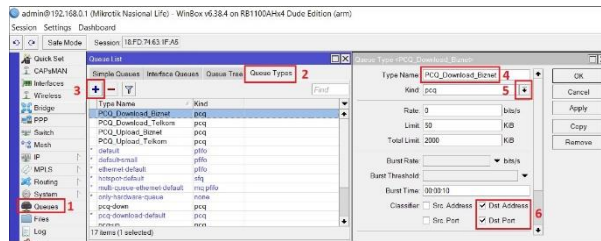
Gambar 12. Mangle Rule Action Upload

Pada tab *Action*, pilih kolom *Action* : *mark packet* dan beri nama pada kolom *New Packet Mark* : *Upload_User* kemudian unchecked pilihan *passtrought*.

8. Konfigurasi PCQ (Per Connection Queue)

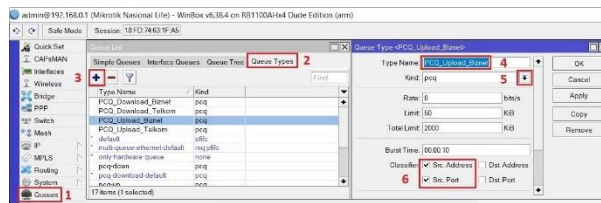
Pilih menu *Queues* → *Queue Types* → klik tanda “+” → isi pada kolom *Type Name* : *Download* → *Kind* : *pcq* →

lalu centang pada opsi *Dst.Address* dan *Dst.Port* kemudian klik OK.



Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 13. Rule Konfigurasi PCQ Download



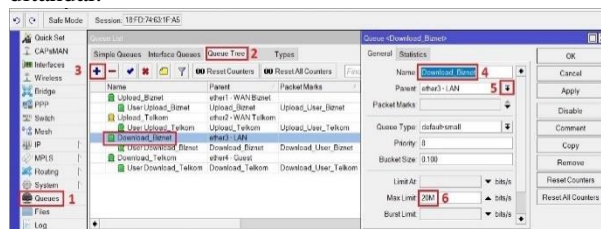
Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 14. Konfigurasi PCQ Upload

Pilih menu *Queues* → *Queue Types* → klik tanda “+” → isi pada kolom *Type Name* : *Upload* → *Kind* : *pcq* → lalu centang pada opsi *Src.Address* dan *Src.Port* kemudian klik OK.

9. Konfigurasi Queue Tree.

Selanjutnya adalah melakukan konfigurasi induk *Queue Download* pada manajemen *bandwidth* dengan metode *Queue Tree* berdasarkan urutan nomor yang sudah ditandai.

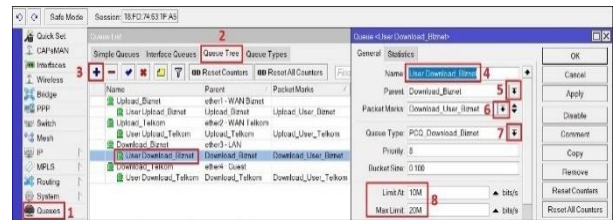


Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 15. Konfigurasi Induk Queue Download

Pilih menu *Queue* → *Queue Tree* → kemudian klik tanda “+” →, lalu isi kolom *Name* : *Download* (sesuaikan) → *Parent* : *ether3-LAN* (*interface* yang ke jaringan LAN) → *Queue Type* : *default-small* → *Max Limit* (sesuai *bandwidth* yang ada atau yang diperlukan) → klik OK.

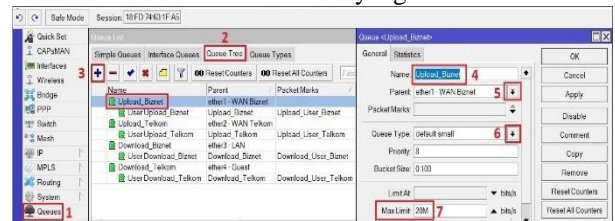
Langkah berikutnya membuat *child queue download* dengan konfigurasi sama dengan induk *queue download*, namun untuk *child queue* lebih dispesifikasikan sesuai dengan *rule mangle* dan *PCQ* (*Per Connection Queue*) yang telah dibuat sebelumnya, berikut langkahnya:



Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 16. Konfigurasi Child Queue Download

Pilih menu *Queue* → *Queue Tree* → kemudian klik tanda “+” →, lalu isi kolom *Name* : *User Download* → *Parent* : *Download* → *Packet Marks* : *Download_User* → *Queue Type* : *Download* dan *Limit At* dan *Max Limit* (sesuai *bandwidth* yang ada atau yang diperlukan) → klik OK. Selanjutnya adalah melakukan konfigurasi induk *Queue Upload* pada metode *Queue Tree* berdasarkan urutan nomor yang sudah ditandai.

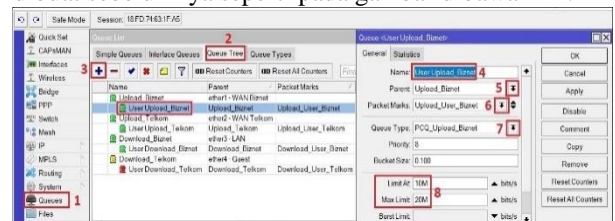


Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 17. Konfigurasi Induk Queue Upload

Pilih menu *Queue* → *Queue Tree* → kemudian klik tanda “+” →, lalu isi kolom *Name* : *Upload* (sesuaikan) → *Parent* : *ether1-WAN* (*interface* yang ke public atau internet) → *Queue Type* : *default-small* → *Max Limit* (sesuai *bandwidth* yang ada atau yang diperlukan) → klik OK.

Untuk membuat *Child Queue upload* langkahnya sama dengan induk *queue*, namun untuk *child queue* lebih dispesifikasikan sesuai dengan *rule mangle* dan *PCQ* (*Per Connection Queue*) yang telah dibuat sebelumnya seperti pada gambar dibawah ini.



Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 18. Konfigurasi Child Queue Upload

10. Hasil Pengujian Pada Perangkat Komputer User
Pengujian kali ini penulis melakukan dengan dua simulasi pengujian, yang pertama menggunakan dua perangkat komputer dengan cara *download* dan *upload file* besar ke Google Drive.

Torch (Running)

Interface: ether3 - LAN

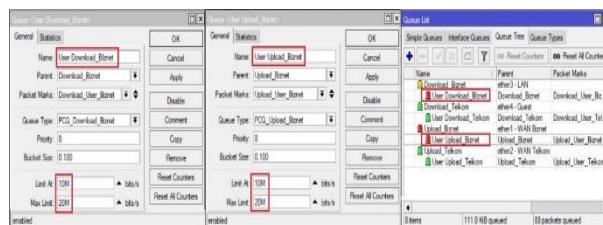
Src. Address: 0.0.0.0/0

Eth. Prot.	Src	Dst	Tx Rate	Rx Rate	Tx Packet Rate	Rx Pack.
800 (ip)	192.168.0.203	74.125.130.132	10.0 Mbps	151.2 kbps	974	223
800 (ip)	192.168.0.250	74.125.130.132	9.7 Mbps	137.4 kbps	940	212
800 (ip)	192.168.0.203	74.125.68.138	126.9 kbps	9.9 Mbps	229	961
800 (ip)	192.168.0.250	74.125.68.139	125.7 kbps	9.9 Mbps	221	962
800 (ip)	192.168.0.203	192.168.0.1	53.2 kbps	8.4 kbps	9	11
800 (ip)	192.168.0.203	74.125.130.102	24.9 kbps	28.1 kbps	10	10
38 items			Total Tx: 20.1 Mbps	Total Rx: 20.8 Mbps	Total Tx Packet: 2.406	Total Rx

Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 19. *Monitoring Upload dan Download Torch*

Pengecekan menggunakan *monitoring torch* pada winbox Mikrotik untuk mengetahui hasil dari pembagian *bandwidth download* dan *upload* bekerja sesuai dengan konfigurasi maksimum *download* dan *upload*nya. Pada gambar 19, terdapat trafik saat pengujian *download* dan *upload file* menggunakan dua komputer dengan IP Address 192.168.0.203 dan IP Address 192.168.0.250. Sesuai dengan konfigurasi limitasi *download* dan *upload bandwidth* sebesar 20 Mbps untuk *max limit*. Maka trafik data (*Tx Rate* dan *Rx Rate*) yang dihasilkan dari masing-masing komputer tersebut mendapatkan setengah atau berkisar 9 Mbps dari konfigurasi *max limit*nya. Tapi jika salah satu saja yang melakukan *download* ataupun *upload* maka akan didapatkan *bandwidth* sebesar 20 Mbps sesuai dengan konfigurasi *max limit* pada mikrotik.



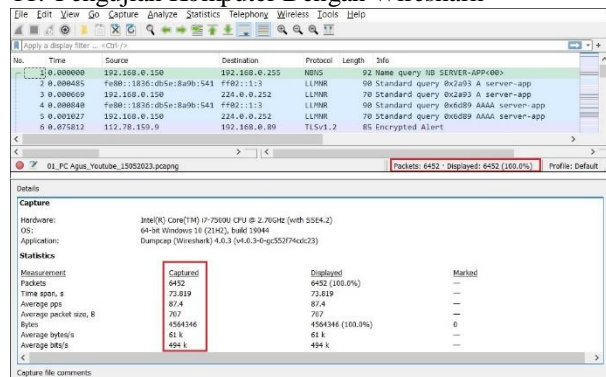
Name	Parent	Queue Type	Priority	Limit At	Max Limit
User Download_Broad	Download_Broad	PCQ_Download_Broad	1	100	200
User Upload_Broad	Upload_Broad	PCQ_Upload_Broad	1	100	200

Sumber: (Agus Salim, 2023)

Gambar 20. Konfigurasi *Queue Download dan Upload*

Pada gambar diatas terlihat konfigurasi *queue list* dan *queue max limit bandwidth* pada *User Download* dan *User Upload*. Jadi pada saat peneliti melakukan ujicoba akses internet baik *upload*, *download* ataupun *streaming*, maka yang terjadi pada *queue list* terlihat warna merah pada *child download* maupun *child upload*, sehingga dengan tanda warna merah tersebut menunjukkan *max limit bandwidth* sudah mencapai batas tertinggi pemakaian *bandwidth download* maupun *upload*. Sehingga pada saat proses *upload* maupun *download* pada *queue list - queue tree* sudah menunjukkan warna merah maka konfigurasi manajemen *bandwidth* metode *queue tree* sudah berfungsi.

11. Pengujian Komputer Dengan Wireshark



Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000000	192.168.0.150	192.168.0.255	NDP	92	Name query 10 SERVER-APP-00>
0.000485	fe80::1836:db5c:8a9b:541	ff02::1:3	L2MP	90	Standard query 8x293 A server-app
0.000609	192.168.0.150	224.0.0.252	L2MP	70	Standard query 8x293 A server-app
0.000649	fe80::1836:db5c:8a9b:541	ff02::1:3	L2MP	90	Standard query 8x293 AAAA server-app
0.001027	192.168.0.150	224.0.0.252	L2MP	70	Standard query 8x293 AAAA server-app
0.075812	112.78.159.9	192.168.0.89	TLSv1.2	85	Encrypted Alert

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	6452	6452 (100.0%)	—
Time span, s	73.819	73.819	—
Average pps	87.4	87.4	—
Average packet size, B	767	767	—
Bytes	4564346	4564346 (100.0%)	6
Average bytes/s	61.8	61.8	—
Average mb/s	494.6	494.6	—

Sumber : (Agus Salim, 2023)

Gambar 21. Statistik Paket Data Dengan Wireshark

Dalam pengujian simulasi ini menggunakan beberapa komputer yang melakukan aktifitas internet ataupun video *streaming* youtube, kemudian menjalankan aplikasi Wireshark untuk menangkap trafik dikirim dan diterima. Setelah melalui proses *capture* antara 6000 sampai dengan 7000 paket. Kemudian proses *capture* dihentikan.

Tabel 2. Tabel Perhitungan Delay dan Jitter

No.	Time	Time 1	Time 2	Delay	Delay 1	Delay 2	Jitter
1	0,0000	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	-0,000
2	0,0004	0,0004	0,0006	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001
3	0,0006	0,0006	0,0008	0,0001	-0,0000	0,0001	0,0002
6451	73,563	73,563	73,819	0,2553	0,2553		
6452	73,819		73,819				
Total Delay				73,819	Total Jitter		74,073
Rata-rata Delay				0,0114	Rata-rata Jitter		0,0114

Sumber : (Agus Salim, 2023)

Berikut hasil perhitungan untuk menentukan beberapa paramater QoS (*Quality of Services*), dengan mengambil contoh atau simulasi pengujian pada salah satu komputer. (Tabel 2 hanya menampilkan 5 baris saja, karena realisasi pada *capture* paket menampilkan hingga 6452 packets):

- Throughput**
 Jumlah Bytes : 4564346 Bytes
 Time Span : 73,819 Second
 Throughput : Jumlah Bytes / Time span
 : 4564346 Bytes/73,819 second
 : 61831 Bytes/s
 : 61,831 KB/s
 : 61,831 x 8
 : 494 Kbits/s
- Delay**
 Delay : Time 2 – Time 1
 Total delay : 73,819121 s
 Rata-Rata delay : 0,0114466 s
 : 11,446 ms

- c. *Jitter*
Jitter : Delay 1 – Delay 2
Total *Jitter* : 74,073474 s
Rata-Rata *Jitter* : 0,0114860 s
: 11,486 ms
- d. *Packet Loss*
Paket dikirim : 6452
Paket diterima : 6449
Packet loss : (((paket dikirim-paket diterima)/paket dikirim)x100)
: ((6452 - 6449)/6452) x 100
: (3 / 6452) x 100
: 0,046

Tabel 3. Hasil Pengujian Trafik Pada Komputer

No.	Parameter	Besaran	Indeks	Keterangan
1	Throughput	494 Kbps/s	4	Sangat bagus
2	Delay	11,446 ms	4	Sangat bagus
3	Jitter	11,486 ms	4	Sangat bagus
4	Packet Loss	0,046	4	Sangat bagus

Sumber : (Agus Salim, 2023)

KESIMPULAN

Keuntungan dari penerapan manajemen *bandwidth* metode *queue tree* ini sangat baik karena dapat mengatur besar kecilnya *bandwidth* internet yang diperlukan *user*, sehingga pembagian alokasi *bandwidth*nya menjadi teratur dan merata, serta kestabilan internet untuk masing-masing *user* tetap terjaga. Didukung pula dengan pengujian trafik dan paket data menggunakan aplikasi *wireshark* pada parameter *Quality of Services* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang diperoleh hasil yang baik. Jadi kesimpulan yang didapat bahwa metode *queue tree* pada router mikrotik dapat memberikan manajemen *bandwidth* yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ades Anugrah dan Baibul Tujni. (2019). Analisa Kualitas Internet Pada Jaringan Fiber Optik PT.Alam Permai. *Seminar Hasil Penelitian Vokasi*, 97–106.
- Agus Salim. (2023). PT Asuransi Jiwa Nasional.
- Dirja, N. I. (2018). Implementasi Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwith Jaringan Komputer Di Politeknik Aceh Selatan. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, 2(1), 43–50.
- Dirja, N. I., Prihantoro, C., Hidayah, A. K., Fernandez, S., Faisal, I., Fauzi, A., Nadhif, M. F., Indriati, R., Sucipto, Fitria, T. S., Prihanto, A., Situmorang, H. P., Chandra, J. C., . M., Suharyanto, C. E., Firmansyah, B., Nurfiana, N., Ramanda, D., Malik, A., ... Yamin, M. (2019). Bandwith Menggunakan Metode Queue Tree dan PCQ (Per Connection Queueing). *SemanTIK*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.37058/innovatics.v2i2.1482>
- Irwansyah, I., Wiranata, A. D., Muryono, T. T., & Budiyantera, A. (2022). Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Jaringan Local Area Network (Lan) Menggunakan Metode Beckward Chaining Berbasis Web. *Infotech: Journal of Technology Information*, 8(2), 135–142. <https://doi.org/10.37365/jti.v8i2.150>
- Nurfiana, N., & Ramanda, D. (2019). Implementasi Metode Pcq-Queue Tree Pada Router Mikrotik Dan Monitoring Cacti Untuk Peningkatan Quality of Service. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Robotika*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.33005/jifti.v1i1.4>
- Prihantoro, C., Hidayah, A. K., & Fernandez, S. (2021). Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 13(2), 81. <https://doi.org/10.46964/justti.v13i2.750>
- Situmorang, H. P., & Chandra, J. C. (2019). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue Pada SMK Budi Mulia Tangerang. *Idealis*, 2(3), 202–208.
- Susilo, J., Hafidudin, H., & Latif, M. A. Y. (2018). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Di Desa Pedan Telkom Klaten Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Untuk Layanan Triple Play. *EProceedings of Applied Science*, 4(3).
- Zulfitria, Ansharullah, R. F. (2020). Penggunaan Teknologi dan Internet sebagai Media. *Umj.Ac.Id*.