

Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode PCQ (*Per Connection Queue*) dan HTB (*Hierarchical Token Bucket*)

Fatwahadi Ilham Pamungkas

¹Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo KM.05, Makassar dan 90231, Indonesia
E-mail : fatwa0090@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : xx – xx – 20xx Direvisi : xx – xx – 20xx Diterbitkan : xx – xx – 20xx Kata Kunci: Internet, Manajemen Bandwidth, Metode PCQ dan HTB	Pada saat ini internet merupakan sesuatu yang tidak bisa di pisahkan dari kehidupan sehari-hari. Segala informasi yang di perlukan bisa didapatkan melalui internet. Banyak tempat yang bisa dikunjungi untuk sekedar mengakses internet, misalkan sekolah, kafe, kampus, mall dan tempat umum lainnya. Namun tidak jarang kita jumpai bahwa kecepatan setiap <i>user</i> dalam satu jaringan tidaklah sama, karena itu perlu dilakukan manajemen <i>bandwidth</i> (pengelolaan jaringan). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa yang mana kualitas pembagian jaringan secara merata dengan menggunakan metode PCQ (<i>Per Connection Queue</i>) dan HTB (<i>Hierarchical Token Bucket</i>). Disini saya memilih metode PCQ (<i>Per Connection Queue</i>) lebih optimal dan lebih mudah digunakan sesuai dengan kebutuhan yang saya inginkan. Hal ini dikarenakan <i>bandwidth</i> akan terbagi secara merata dan sesuai dengan skenario yang diterapkan <i>bandwidth management</i> dan tidak menyebabkan <i>client</i> saling merebut <i>bandwidth</i>. Karena setiap <i>client</i> mendapatkan <i>bandwidth</i> sebesar 2M. Berikut hasil dari analisis yang dimasukkan ke dalam rumus parameter <i>Delay</i> pada manajemen <i>bandwidth</i> dengan menggunakan metode PCQ yaitu 0.28 ms, <i>Jitter</i> mendapatkan 0.28 ms sedangkan <i>Throughput</i> 142.129559 bytes / s, Dengan menggunakan metode PCQ pembagian <i>bandwidth</i> ke setiap <i>client</i> rata mendapatkan <i>bandwidth</i> yang sudah diberikan sebesar 2M.

1. Pendahuluan

Pada saat ini internet merupakan sesuatu yang tidak bisa di pisahkan dari kehidupan sehari-hari. Segala informasi yang di perlukan bisa didapatkan melalui internet. Banyak tempat yang bisa dikunjungi untuk sekedar mengakses internet, misalkan sekolah, kafe, kampus, *mall* dan tempat umum lainnya. Namun tidak jarang kita jumpai bahwa kecepatan setiap *user* dalam satu jaringan tidaklah sama, karena itu perlu dilakukan manajemen *bandwidth* (pengelolaan jaringan).

Pada metode perbandingan yang menggunakan HTB dan PCQ untuk mengetahui kecepatan dan membagi jaringan pada setiap *client* saat menggunakan jaringan internet. Agar setiap pengguna jaringan pada *client* dapat merasakan jaringan yang stabil untuk bermain game, *search*, dan bermedia sosial.

Manajemen *Bandwidth* sangat penting untuk mengendalikan pemakaian *bandwidth* yang akan digunakan oleh *user*, jika tidak di kendalikan, maka akan terjadi pemakaian *bandwidth* yang berlebihan oleh satu atau beberapa *user*. pemakaian yang berlebihan tersebut akan menyebabkan *user* yang lain mendapatkan alokasi *bandwidth* yang kecil atau dalam kata lain akan mengalami *loading* yang lama dalam mengakses *internet*. pada akhirnya, jaringan tidak dapat memberikan *service* (layanan) secara maksimal kepada seluruh *user*. Keadaan ini akan bertambah parah jika ternyata jaringan memiliki alokasi *bandwidth internet* yang terbatas.

Masalah ini berdasarkan penelitian terhadap pengguna jaringan internet adalah terdapat perbedaan kebutuhan terhadap koneksi. Karena setiap kebutuhan mempunyai prioritas masing-masing, tentunya sebagai admin jaringan mempertimbangkan untuk kemudian menentukan skala prioritas.

Penelitian terkait manajemen *bandwidth* telah banyak dilakukan yaitu oleh (Rofiq, 2013), dengan judul Perancangan manajemen *bandwidth internet* menggunakan metode *Fuzzy Sugeno*. Penelitian berikutnya oleh (Mirsantoso et al., 2015), dengan judul Implementasi dan analisa *Peer Connection Queue* (PCQ) sebagai kontrol penggunaan *internet* pada laboratorium komputer. (Lisnawita, 2016), dengan judul Manajemen *bandwidth* menggunakan *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Penelitian berikutnya oleh (Syukur, 2018), dengan judul Analisa manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Peer Connection Queue* (PCQ) dengan autentikasi Radius. Penelitian berikutnya oleh (Catur & Hamzah, n.d.), Analisis Perbandingan Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode PCQ (*Per Connection Queue*) dan HTB (*Hierarchical Token Bucket*).

Adapun penelitian diatas yang telah dilakukan terdahulu yaitu penelitian dari, (Catur & Hamzah, n.d.) Analisis Perbandingan Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode PCQ (*Per Connection Queue*) dan HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dari penelitian tersebut membahas masalah *sub-stream* yang dimana membagi *bandwidth* dan menghitung kecepatan jaringan *client* pada saat menonton youtube .

Sedangkan, peneltian yang saya lakukan yaitu membagi sebuah *bandwidth* secara merata ke *client* dengan menggunakan metode PCQ dan HTB untuk dibandingkan yang mana lebih mudah yang akan digunakan. Semisal *bandwidth* yang diberikan sebesar 2M maka setiap *client* akan mendapatkan *bandwidth* sebesar 2M tidak melewati *bandwidth* yang sudah diberikan. Dengan menggunakan dua metode PCQ dan HTB kami akan bandingkan dan melihat proses yang mana lebih mudah digunakan untuk membagi sebuah jaringan internet secara merata ke setiap *client*.

2. Metode

a. Pengertian PCQ

PCQ pada *queue type* adalah salah satu *feature* dari MikroTik untuk membantu *manage traffic rate* dan *traffic packet*. Dalam OS mikrotik, PCQ adalah program untuk Mengelola jaringan Lalu Lintas Kualitas Layanan (QoS). Tujuan utama dari metode ini adalah untuk melakukan *bandwidth sharing* otomatis dan merata ke multi *client*. Kerja prinsip PCQ dengan menerapkan *simple queue* atau *queue trees* dimana hanya ada satu klien aktif yang menggunakan *bandwidth*, sementara klien lain berada dalam posisi idle maka klien aktif tersebut dapat menggunakan *bandwidth* maksimum yang tersedia, tetapi jika klien lain aktif, maka *bandwidth* yang maksimal dapat digunakan oleh kedua klien (*bandwidth* atau jumlah klien yang aktif) sehingga *bandwidth* dapat terdistribusi secara adil untuk semua klien. Pada prinsipnya, penggunaan metode antrian untuk menyeimbangkan *bandwidth* yang digunakan pada beberapa klien.

Dalam OS mikrotik, PCQ adalah program untuk mengelola jaringan Lalu Lintas Kualitas Layanan (QoS). Tujuan utama dari metode ini adalah untuk melakukan *bandwidth sharing* otomatis dan merata ke multi *client*. Kerja prinsip PCQ dengan menerapkan *simple queue* atau *queue trees* dimana hanya ada satu klien aktif yang menggunakan *bandwidth*, sementara klien lain berada dalam posisi idle maka klien aktif tersebut dapat menggunakan *bandwidth* maksimum yang tersedia, tetapi jika klien lain aktif, maka *bandwidth* yang maksimal dapat digunakan oleh kedua klien (*bandwidth* atau jumlah klien yang aktif) sehingga *bandwidth* dapat terdistribusi secara adil untuk semua klien (Mirsantoso et al., 2015) .

b. Pengertian HTB

HTB adalah aplikasi yang berfungsi untuk mengatur pembagian *bandwidth*, pembagian dilakukan secara hirarki 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 bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah . Ada tiga tipe kelas dalam HTB, yaitu : root, inner, dan leaf. Root class berada paling atas, dan 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 (Aliansyah et al., 2015)

c. Internet

Perkembangan teknologi saat ini sangatlah cepat, terutama dibidang jaringan komputer, seiring berkembangnya jaringan *internet* sekarang dengan mudahnya kita mendapatkan *internet* gratis, hampir semua institusi maupun lembaga organisasi dan pendidikan menggunakan layanan *internet* ini, karena *internet* bukanlah termasuk hal yang mewah lagi, dan bahkan saat ini sudah menjadi kebutuhan pokok, akan tetapi tak dapat dipungkiri ada dampak positif dan dampak negatif dari perkembangan teknologi yang satu ini, dampak yang positifnya kita dengan mudah mengakses

informasi dengan cepat hanya hitungan detik dunia sudah ada di genggaman kita, tapi dampak negatifnya salah satunya khususnya bagi peserta didik kadang tanpa adanya filterisasi situs maka dengan mudahnya mereka membuka situs-situs yang melanggar norma, dan tentunya itu dapat merusak moral generasi kita (Lisnawita, 2016).

d. Bandwidth

Bandwidth atau bit per *second* (bps) merupakan suatu nilai konsumsi transfer data dengan cara perhitungannya dalam bit/detik antara *server* dan *client* dalam waktu tertentu. *Bandwidth* juga disebut sebagai luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi. Sehingga *Bandwidth* dapat dikatakan sebagai kapasitas maksimum dari suatu jalur komunikasi yang dipakai untuk mentransfer data dalam hitungan detik.

Pengukuran *Bandwidth* jaringan menggunakan jumlah bit yang dapat ditransmisikan dalam satu detik, atau bit per detik (bps atau b/s). Misalnya, perangkat jaringan dapat digambarkan memiliki kemampuan untuk melakukan pada 10 gigabit per detik.

Terdapat dua jenis *bandwidth* yaitu *bandwidth* digital dan *bandwidth* analog. Yang sering kita temui adalah *bandwidth* digital. Sedangkan pada *bandwidth* analog sendiri sering dijumpai oleh para penyedia layanan *internet* seperti ISP (*Internet Service Provider*) untuk menjelaskan besaran kecepatan koneksi *internet* yang akan ditawarkan (Martini et al., 2019).

Manajemen *Bandwith* salah satu cara untuk pengaturan penggunaan *bandwith* dalam distribusi kepada *user* atau *client* agar mendapat keadilan dalam penggunaan serta dapat memprediksi besar kuota yang dibutuhkan universitas, untuk menjalankan aplikasi sistem berbasis web, sistem informasi akademik universitas sehingga dapat memberikan pelayanan yang baik kepada mahasiswa, dosen dan karyawan dalam hal penggunaan *bandwith internet* (Ambarita et al., 2017).

e. Mikrotik

Mikrotik merupakan *operating system* yang di buat oleh mikrotik yaitu sebuah perusahaan yang didirikan pada tahun 1996 di Latvia. Perusahaan ini bergerak di jasa pelayanan *internet* atau *Internet service Provider*. Mikrotik dapat dikatakan sebagai suatu sistem operasi dan perangkat lunak yang digunakan untuk menjadikan sebuah komputer menjadi *router network*. Mikrotik mencakup berbagai fitur yang dibuat untuk *IP Network* dan jaringan *wireless*.

Dalam keperluan administrasi jaringan komputer, desain mikrotik merupakan alat yang pas untuk merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil maupun skala besar atau kompleks. *Routerboard* merupakan produk miktortik yang terdapat dalam mikrotik. *Routerboard* merupakan sebuah mini PC yang terintegrasi dalam satu board yang tertanam processor, RAM, Memory, ROM. *Routerboard* juga menggunakan operating system mikrotik yang berfungsi untuk mengelola suatu jaringan (Martini et al., 2019).

a. Jenis-Jenis Mikrotik

Mikrotik terdiri atas dua jenis yaitu Mikrotik *RouterOS* dan Mikrotik *RouterBoard* :

- Mikrotik *RouterOS*

Kelebihan *Router* Mikrotik adalah mudah dalam pengoperasian. Disebut mudah bila kita bandingkan dengan *RouterOS* lain seperti Cisco dan lainnya. Kemudahan pengoperasian *Router* berbasis Mikrotik OS salah

satunya adalah berkat tersedianya fitur GUI. Jadi kita bisa *setup router* tidak hanya melalui tampilan text yang biasa digunakan *routerOS* lain, tapi juga bisa dilakukan melalui sebuah aplikasi *remote* berbasis GUI bernama *Winbox* (kiyai, 2017)

- Mikrotik *RouterBoard*

RouterBoard adalah satu piranti (*Hardware*) yang di desain serta di produksi oleh Mikrotik dan memakai *RouterOS* sebagai Sistem Operasinya. *RouterBoard* adalah satu piranti yang memiliki komponen seperti PC namun memiliki ukuran yang kecil seperti *Processor*, RAM, ROM serta *Memory Flash*. Sistem Operasi yang digunakannya spesial di keluarkan oleh Mikrotik yakni *RouterOS* (kiyai, 2017).

f. *Winbox*

Winbox adalah program spesifik mikrotik untuk microsoft windows yang memungkinkan router untuk dikonfigurasi dan dimonitor dari jarak jauh. Program ini juga dapat digunakan di linux dengan emulator wine tetapi itu tidak secara resmi didukung oleh mikrotik. Secara default, aplikasi *Winbox* terhubung ke perangkat RouterOS pada port *Transmission Control Protocol* (TCP).

Melakukan konfigurasi mikrotik menggunakan *winbox* lebih banyak digunakan karena selain penggunaannya yang mudah, kita juga tidak harus menghafal perintah-perintah console (Martini et al., 2019).

2.1 Menu *Winbox*

Interfaces => Menu *interface* merupakan gerbang trafik keluar atau masuk ke mikrotik. Secara default mikrotik hanya mengenali *interface* yang secara fisik memang ada. Kita dapat merubah nama *interface* tersebut dengan tujuan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi fungsi.

Bridge => Menu Bridge merupakan menu untuk menghubungkan dua segmen *network* terpisah bersama-sama dalam suatu protokol sendiri.

PPP => PPP (*Point to Point Protocol*), merupakan paket yang memuat protokol PPP. Paket ini diperlukan untuk fitur komunikasi serial menggunakan PPP, ISDN PPP, L2TP, dan PPTP serta komunikasi PPP on *Ethernet* (pppoe). Paket PPP digunakan untuk komunikasi *Wide Area Network* dengan menggunakan komunikasi serial.

Switch => Menu *Switch* ini merupakan penghubung beberapa alat untuk membentuk suatu *Local Area Network* (LAN)

Mesh => Menu Mesh ini digunakan untuk melakukan implementasi topologi Mesh.

IP => Menu IP digunakan untuk pengaturan IP yang terdiri dari ARP, *Accounting*, *Adresses*, DHCP *Client*, DHCP *Relay*, DHCP *Server*, DNS, *Server*, *Firewall*, Hotspot, *Neighbors*,

MPLS => Pada Menu MPLS ini kita dapat membuat *interface virtual* MPLS, VPLS dan juga beberapa fitur-fitur MPLS dapat kita setting pada menu ini. MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) merupakan sebuah teknik yang menggabungkan kemampuan manajemen *switching* yang ada dalam teknologi ATM dengan fleksibilitas *network layer* yang dimiliki teknologi IP. Fungsi MPLS yaitu

penyambungan dan pencarian jalur dalam jaringan computer. Sub Menu MPLS terdiri dari MPLS, Traffic Eng, VPLS.

Routing => Pada menu *routing* ini kita dapat melakukan berbagai fasilitas *routing* yang ada dan juga fitur-fitur pendukung *routing* yaitu : BFD, BGP, OSPF, RIP, Filters, MME, Prefix Lists.

System => Pada menu *System* ini terdapat sangat banyak menu yang dapat kita lakukan yang berhubungan dengan system dari Mikrotik itu sendiri.

Queues => Menu *Queues* ini adalah menu dimana kita dapat melakukan limite koneksi pada suatu jaringan baik berdasarkan *source address*, destinasi *address*, maupun berdasarkan paket yang telah dimark atau ditandai dari Mangle (intinya bisa kita pergunakan sesuai dengan kebutuhan jaringan yang kita pakai).

Files => Pada menu ini berfungsi untuk kita menyimpan file dalam OS Mikrotik seperti file-file HTML login page hotspot, files backup, files log dan files lain kita ingin kita simpan di sana.

Log => Pada menu log ini kita dapat melihat informasi LOG-LOG yang terjadi baik dan informasi-informasi dari log ini sangat kita butuhkan sebagian informasi bantuan disaat troubleshoot atau log informasi lain yang kita butuhkan.

Radius => Menu *Radius* ini berfungsi saat kita membuat *system* hotspot pada Mesin Mikrotik kita dan kita ingin *system* Hotspot tersebut terkoneksi dengan baik ke *server radius* terpisah maka kita confignya dari menu *Radius* ini.

Tools => Menu *Tools* adalah merupakan root menu dari beberapa *tools* yang dapat kita fungsikan yang ada pada OS Mikrotik.

New Terminal => Pada menu *new terminal* ini berfungsi sebagai console pada OS Mikrotik dalam arti text mode sama halnya dengan *Linux OS* yang berbasis *server mode text*. Jadi, semua menu yang ada pada OS Mikrotik kita dapat melakukan confignya melalui *new terminal* ini dengan perintah.

Make Supout.rif => Menu ini berfungsi untuk membuat sebuah backup dari OS Mikrotik namun beda dari backup biasanya yg mana dari backup ini kita dapat mengetahui informasi dari seri dari OS yang kita pakai dan biasanya backup dari ini dipergunakan untuk menganalisa permasalahan yang terjadi.

Manual => Menu ini berfungsi untuk membawa kita ke link manual penggunaan OS Mikrotik sama halnya menu help atau -h pada linux dan Windows.

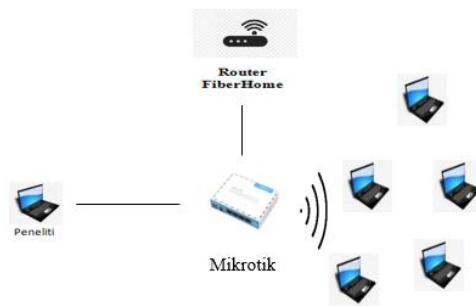
Exit => Menu ini berfungsi untuk menutup windows interface pada OS Mikrotik yang diakses melalui aplikasi winbox (Alif, 2017).

3. Hasil dan Pembahasan

1. Desain Topologi

Berikut desain topologi yang digunakan dalam menggunakan metode PCQ (*Per Connection Queue*).

Desain Topologi



Gambar 1.1 desain topologi

Dalam Perancangan Topologi diatas , Maka pengujian yang akan dilakukan sesuai dengan skenario topologi diatas untuk membagi *bandwidth* dengan menggunakan metode perbandingan pcq dan htb .

Disini bisa kita lihat pada gambar 2.4 peneliti sebagai admin untuk membagi *bandwidth* yang sudah di tentukan sebanyak 2M secara merata ke setiap lima *client*. IP *addressnya* 192.168.1.100/24 Jenis layanan yang digunakan ISP IM3 .

2. Percangan Sistem

Setelah dilakukannya desain topologi dan perancangan skenario, desain topologi diimplementasikan dengan skema jaringan yang telah ditentukan kemudian akan dilakukan manajemen *bandwidth* dengan cara memisahkan *bandwidth* antara pengguna *browsing* dengan *live streaming*. Jadi ketika pengguna sedang menggunakan layanan *video live streaming* dari Youtube dan pada saat yang bersamaan pengguna lain juga melakukan aktifitas *browsing*, maka diharapkan kedua aktifitas tersebut yang dilakukan secara bersamaan tidak saling mengganggu satu sama lain.

Dalam tahap ini rancangan yang dibuat diterapkan pada rumah pribadi yang dimana sebagai lokasi penelitian. Pada tahap ini akan dilakukan beberapa kegiatan seperti :

- Pembagian *bandwidth* ke *client* dengan menggunakan metode PCQ dan HTB.
- Instalasi Router Mikrotik.
- Konfigurasi PCQ (*Per Connection Queue*) Pada Mikrotik untuk manajemen *bandwidth*.
- Konfigurasi HTB (*Hirarchical Token Bucket*) Pada Mikrotik untuk manajemen *bandwidth* .

a. Setting Mikrotik untuk *bandwidth Management PCQ*

The screenshot shows the 'Queue Type <pcq-download>' configuration window. The 'Type Name' is 'pcq-download' and the 'Kind' is 'pcq'. The 'Rate' is set to 0 bits/s, 'Limit' is 50 KiB, and 'Total Limit' is 2000 KiB. The 'Burst Rate' is empty, 'Burst Threshold' is empty, and 'Burst Time' is 00:00:10. The 'Classifier' section has 'Src. Address' and 'Dst. Address' checked, while 'Src. Port' and 'Dst. Port' are unchecked. The 'Src. Address Mask' is 32, 'Dst. Address Mask' is 32, 'Src. Address6 Mask' is 64, and 'Dst. Address6 Mask' is 64. On the right side, there are buttons for OK, Cancel, Apply, Copy, and Remove.

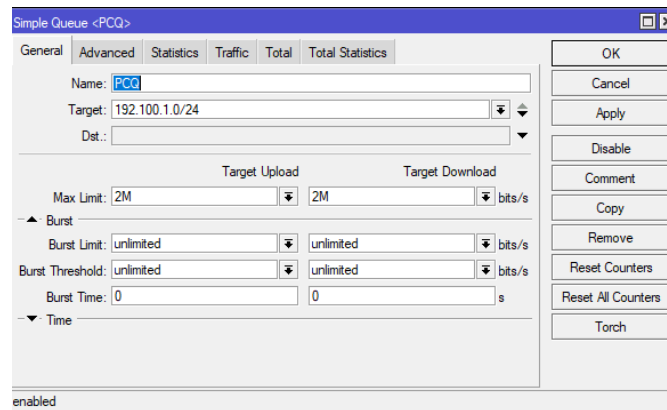
Gambar 1.2 Queue Type Download

Masuk ke konfigurasi *PCQ* pada *Queue Types*, untuk mengatur bandwidth *download* pada masing-masing *client* dengan konfigurasi *PCQ* type name=PCQ-Download untukdownload kind = pcq, rate = 0, limit = 50, total limit = 2000.

The screenshot shows the 'Queue Type <pcq-upload>' configuration window. The 'Type Name' is 'pcq-upload' and the 'Kind' is 'pcq'. The 'Rate' is set to 0 bits/s, 'Limit' is 50 KiB, and 'Total Limit' is 2000 KiB. The 'Burst Rate' is empty, 'Burst Threshold' is empty, and 'Burst Time' is 00:00:10. The 'Classifier' section has 'Src. Address' checked, while 'Dst. Address', 'Src. Port', and 'Dst. Port' are unchecked. The 'Src. Address Mask' is 32, 'Dst. Address Mask' is 32, 'Src. Address6 Mask' is 128, and 'Dst. Address6 Mask' is 128. On the right side, there are buttons for OK, Cancel, Apply, Copy, and Remove.

Gambar 1.3 Queue Type Upload

Selanjutnya masuk ke konfigurasi *PCQ* pada *Queue Types*, untuk mengatur bandwidth *upload* pada masing-masing *client* dengan konfigurasi *PCQ* type name=PCQ- Upload untuk *upload* kind = pcq, rate = 0, limit = 50, total limit = 2000, classifier = src.address.



Gambar 1.4 Simple Queue PCQ (Per Connection Queue)

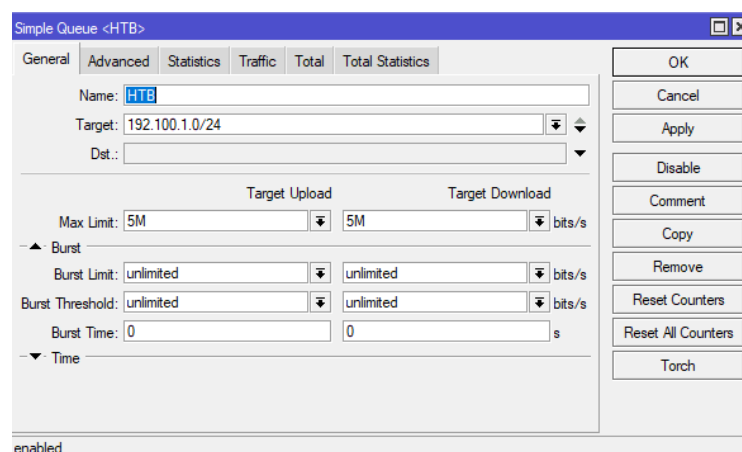
Selanjutnya ke bagian *Simple Queue* dimana disini kita dapat melimit *upload*, *download*, secara terpisah atau total (*upload+download*) sekaligus dalam satu *rule* dan memberikan *bandwidth* yang sama ke setiap *client*.

b. Setting Mikrotik untuk bandwidth Management HTB

Address	MAC Address	Client ID	Server	Active Address	Active MAC Address	Active Host Name	Expires After	Status
D 192.100.1.249	94:87:E0:0A:C3:7D	1:94:87:e0:a3:7d	dhcp1	192.100.1.249	94:87:E0:0A:C3:7D	Mi8-Mi8	00:01:42	bound
D 192.100.1.250	90:78:B2:8F:5E:6F	1:90:78:b2:8f:5e:6f	dhcp1	192.100.1.250	90:78:B2:8F:5E:6F	Redmi8-Redmi8	00:01:36	bound
D 192.100.1.251	7E:39:BE:1F:E2:FE	1:7e:39:be:1f:e2:fe	dhcp1	192.100.1.251	7E:39:BE:1F:E2:FE	vivo-1915	00:01:55	bound
D 192.100.1.252	40:A3:CC:08:9E:17	1:40:a3:cc:08:9e:17	dhcp1	192.100.1.252	40:A3:CC:08:9E:17	DESKTOP-VRB010E	00:01:20	bound
D 192.100.1.253	F0:03:8C:83:06:67	1:f0:3:8c:83:6:67	dhcp1	192.100.1.253	F0:03:8C:83:06:67	DESKTOP-TSA0UD4	00:01:42	bound
D 192.100.1.254	34:97:F6:75:44:3D	1:34:97:f6:75:44:3d	dhcp1	192.100.1.254	34:97:F6:75:44:3D	DESKTOP-521T0CJ	00:01:38	bound

Gambar 1.5 Client yang terkoneksi ke jaringan internet

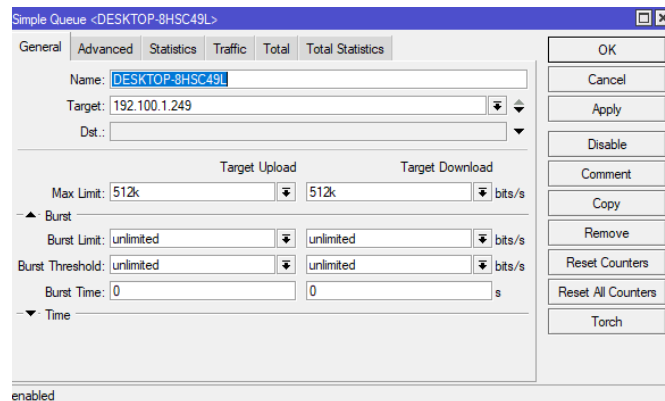
Kita dapat melihat pada gambar 2.21 client yang terhubung ke jaringan internet memiliki *ip address* yang berbeda. Selanjutnya kita akan membuat *simple queue* pada htb.



Gambar 1.6 Simple Queue HTB

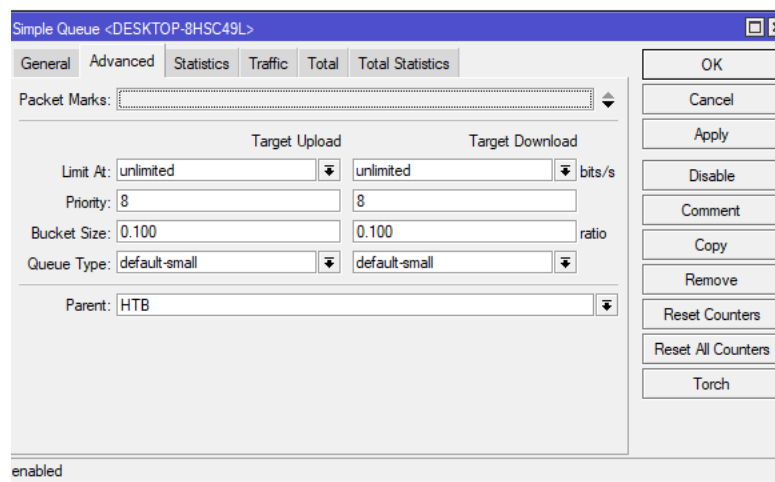
Pada gambar 2.22 Simple queue kita bisa membuat child terlebih dahulu seperti pada gambar 2.22 membuat *child* pertama kita tulis kan *ip address* target 192.100.1.0/24 kita beri limit sebesar 5M

untuk *upload* dan *download* pada *simple queue* kita tidak perlu memilih *interface* dan juga memilih *parent* pada *child queue* kita *aply* dan ok. Selanjutnya kita mencoba membuat *queue* untuk *parent*.



Gambar 1.7 Pembuatan parent untuk client

Pada gambar diatas kita bisa melihat nama yang diberikan itu sesuai nama *client* yang terkoneksi ke jaringan internet. kita harus memasukkan *ip address* dari setiap *client* yang terhubung ke jaringan internet. Kita bisa lihat *ip address client* yaitu 192.100.1.249 nama *client* DESKTOP-8HSC49L. selanjutnya cara memasukkan anggota ke dalam HTB seperti pada gambar di bawah ini.

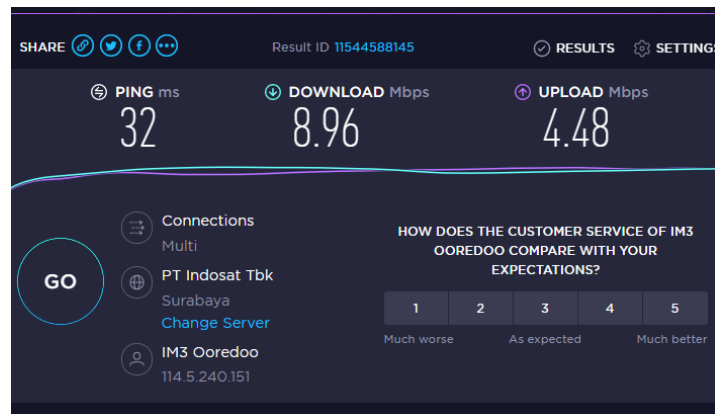


Gambar 1.8 Memasukkan Queue Client ke dalam Simple Queue HTB

Pada *simple queue* client kita pilih tab *Advance* kemudian kita pilih *parent* HTB sebagai *parent* dari *queue* ini kita *apply* dan klik ok. Begitupun setiap *client* yang akan masuk ke jaringan internet dengan menggunakan metode HTB.

3. Implementasi

2.1 Pembagian *Bandwidth* PCQ



Gamabar 1.9 Kecepatan Jaringan *Unlimited*

Disini bisa kita lihat pada gambar 1.9 yang dimana memiliki kecepatan *unlimited* dan disini kami belum menggunakan metode PCQ untuk membagi jaringan secara merata ke client . selanjut kami akan membagi jaringan secara merata seperti dibawah ini .

Address	MAC Address	Client ID	Server	Active Address	Active MAC Address	Active Host Name	Expires After	Status
D 192.100.1.249	94:87:E0:0A:C3:7D	1-94:87:E0:0A:C3:7D	dhcp1	192.100.1.249	94:87:E0:0A:C3:7D	MIO-MIO	00:01:42	bound
D 192.100.1.250	90:78:82:8F:5E:6F	1-90:78:82:8F:5E:6F	dhcp1	192.100.1.250	90:78:82:8F:5E:6F	Redmi8-Redmi8	00:01:36	bound
D 192.100.1.251	7E:39:BE:1F:E2:FE	1-7E:39:BE:1F:E2:FE	dhcp1	192.100.1.251	7E:39:BE:1F:E2:FE	vivo-1915	00:01:55	bound
D 192.100.1.252	40:A3:CC:D8:9E:17	1-40:A3:CC:D8:9E:17	dhcp1	192.100.1.252	40:A3:CC:D8:9E:17	DESKTOP-VRB010E	00:01:20	bound
D 192.100.1.253	F0:03:8C:83:06:67	1-F0:03:8C:83:06:67	dhcp1	192.100.1.253	F0:03:8C:83:06:67	DESKTOP-TSA0UD4	00:01:42	bound
D 192.100.1.254	34:97:F6:75:44:3D	1-34:97:F6:75:44:3D	dhcp1	192.100.1.254	34:97:F6:75:44:3D	DESKTOP-321T0CJ	00:01:38	bound

Gambar 1.10 *Client* yang terkoneksi ke jaringan

sebuah *client* yang terkoneksi di jaringan yang sudah kami konfigurasi menggunakan *router mikrotik* , selanjutnya kita membuat *bandwidth* seperti dibawah ini .

PCQ	192.100.1.0/24	2M	2M

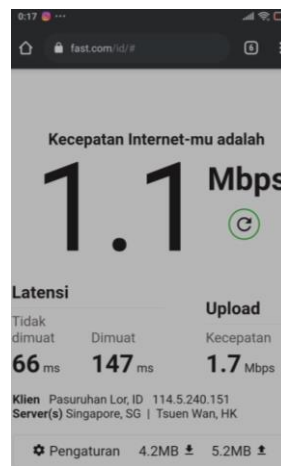
Gambar 1.11 Data yang diberikan 2M

disini memberikan data sebanyak 2M setiap client yang terhubung, memberikan kapasitas data jaringan sebanyak 2M merata ke setiap client, Selanjutnya kita melihat hasil kecepatan PCQ menggunakan *speed test* setiap *client* .



Gambar 1.12 Client pertama

Pada gambar 1.12 *client* pertama mendapatkan *download* 1.35Mbps dan *upload* 1.89 Mbps. selanjutnya kita ke *client* ke dua .



Gambar 1.13 Client kedua

Disini kita lihat di *client* ke dua dia mendapatkan 1.1 Mbps sedangkan *download* . selanjutnya kita ke *client* ke tiga



Gambar 1.14 Client ketiga

Pada Gambar 1.14 *client* ke tiga dia memperoleh sebesar 1.6Mbps .selanjut kita ke *client* melihat *bandwidth* yang dia dapatkan .



Gambar 1.15 Client ke Empat

Pada *client* ke empat kita melihat bahwa *bandwidth* yang dia dapatkan sebesar 1.5Mbps . selanjutnya kita melihat ke *client* lima .



Gamabar 1.16 Client ke Enam

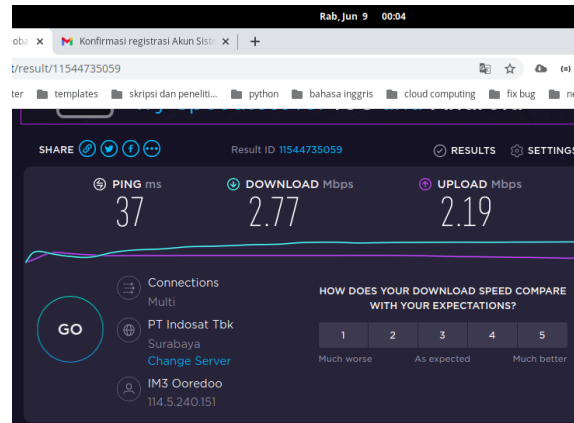
Bisa kita lihat pada gambar 1.16 *bandwidth* yang dia dapatkan *download* 1.64 Mbps dan *upload* 0.84Mbps. Hasil yang di dapatkan dengan menggunakan metode PCQ dengan memberikan bandwidth merata sebanyak 2M disini setiap client mendapatkan jaringan internet secara merata .

2.2 Pembagian *Bandwidth* HTB

Queue List					
Simple Queues					
#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	
0	HTB	192.100.1.0/24	5M	5M	
1	DESKTOP-8HSC...	192.100.1.249	512k	512k	
5	MI8	192.100.1.248	512k	512k	
6	Redmi8	192.100.1.250	512k	512k	
3	RedmiNot7	192.100.1.246	512k	512k	
2	lenovo-G410	192.100.1.247	3M	3M	

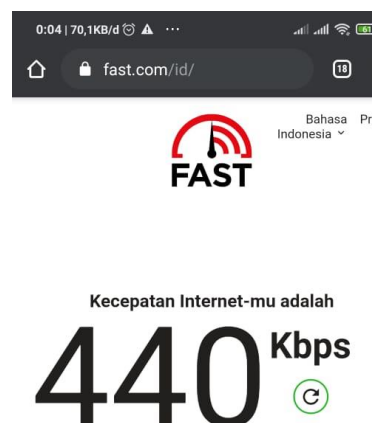
Gambar 1.17 Pembagian Bandwidth

Disini kita bisa lihat pada gambar 1.17 pada pembagian *bandwidth* yang diprioritaskan terhadap *client lenovo-G410* yang dimana besarann *bandwidth* yang diaterima sebesar 3M sedangkan *client* lainnya sebesar 512k ke semua *client*. Selanjutnya kita melihat *bandwidth* yang sudah dibagi kesemua *client* untuk menguji pembagian *bandwidth* yang telah dibagi ,seperti pada gambar dibawah



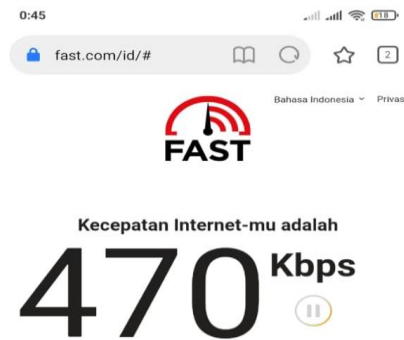
Gamabar 1.18 Bandwidth yang diterima client Lenovo-G410

Pada gambar 1.18 kita dapat melihat *bandwidth* yang dia terima sebesar *download* 2.77Mbps dan *upload* 2.19Mbps. *client lenovo-G410* mendapatkan *bandwidth* sebesar 3M sedangkan sebagian *client* mendapatkan *bandwidth* sebesar 512k . Selanjutnya kita melihat *bandwidth* yang diterima setiap *client*.



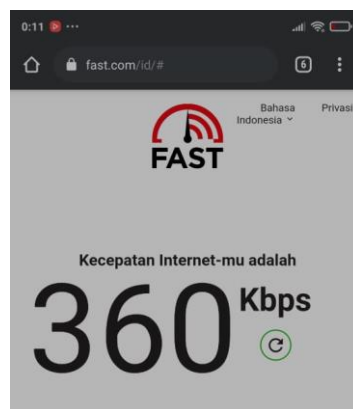
Gambar 1.19 Client Redminot7

dia mendapatkan pembagian *bandwidth* sebesar 512k , setelah kita uji dengan menggunakan *speed test* kita melihat bahwa dia tidak melewati *bandwidth* yang sudah diberikan sebelumnya .



Gambar 1.19 Client Redmi8

Pada *client* redmi8 mendapatkan *bandwidth* sebesar 470Kbps sesuai *bandwidth* yang ditentukan dari awal sebesar 512k .



Gambar 1.20 Client Mi8

Client Mi8 mendapatkan *bandwidth* sebesar 360Kbps tidak melewati pembagaian *bandwidth* yang sudah ditentukan sebesar 512k.



Gambar 1.21 Client Dekstop-8HSC

Client DEKSTOP-8HSC mendapatkan *bandwidth* sebesar 512k , setelah kita uji dengan menggunakan *speed tes* maka *client* mendapatkan *bandwidth* sebanyak *download* 0.45Mbps dan *upload* 0.50Mbps tidak melewati *bandwidth* yang sudah diberikan dari awal sebesar 512k.

4. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama perancangan sampai menganalisa dengan menggunakan metode PCQ, dan HTB maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Delay pada manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode PCQ dan HTB, kami memilih menggunakan metode PCQ karena memberikan *bandwidth* secara merata ke setiap *client*. Disini kita bisa melihat sebelum menggunakan metode PCQ yaitu $delay = 0.50$ ms, menggunakan metode PCQ hasil yang kita dapatkan $delay = 0.28$ ms, Sedangkan $delay$ yang didapatkan dengan menggunakan HTB yaitu $delay = 0.28$ ms.
 - b. *Jitter* pada manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode PCQ dan HTB lebih baik dari pada tidak menggunakan metode PCQ terlihat pada jumlah rakap yang tanpa menggunakan metode PCQ yaitu $Jitter = 0.49$ ms sedangkan sudah menggunakan metode PCQ $Jitter = 0.28$ ms. Merata ke semua *client*. Sedangkan $jitter$ yang didapatkan oleh HTB yaitu $Jitter = 0.27$ ms
 - c. Throughput pada manajemen *bandwidth* tanpa menggunakan metode PCQ dan HTB lebih kecil sehingga akses jaringan buruk sedangkan pada saat menggunakan metode PCQ agak lebih besar sehingga akses jaringan dapat lebih baik terlihat pada jumlah rakap yang tanpa menggunakan metode PCQ yaitu $Throughput = 5.02735538$ bytes / s sedangkan sudah menggunakan metode PCQ $Throughput = 142.129559$ bytes / s, Sedangkan menggunakan metode HTB $Throughput$ yang didapatkan yaitu $Throughput = 143.32409$ bytes / s.
2. Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa kualitas jaringan dengan menggunakan metode PCQ dibanding dengan metode HTB dapat lebih baik dari pada tanpa menggunakan metode PCQ dan HTB, hal ini dikarenakan *bandwidth* akan terbagi dengan merata sesuai dengan *client* yang ada dan *rule* yang sesuai sehingga tidak menyebabkan *client* saling merebut *bandwidth*.

4.1 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk dapat dikembangkan lagi dengan mengkombinasikan berbagai macam metode atau model manajemen *bandwidth* ataupun *routing*, serta bisa menggunakan variabel lain seperti pemakaian jaringan yang membutuhkan lebih banyak dimana membutuhkan lebih banyak *bandwidth* dan lakukan pengujian dengan jaringan yang stabil agar mempermudah untuk mengkalkulasikan QoS pada sebuah jaringan.

Daftar Pustaka

- AMIK BSI Purwokerto, A. M. L., & - AMIK BSI Purwokerto, Y. B. (2018). Analisis Sistem Pengelolaan, Pemeliharaan dan Keamanan Jaringan Internet Pada IT Telkom Purwokerto. *Evolusi : Jurnal Sains Dan Manajemen*, 6(2), 49–56. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v6i2.4427>
- Aliansyah, R., Kuanag, Y. N., Kom, M., Wijaya, A. I., & Handoko, L. B. (2015). Manajemen Bandwidth Dengan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Semarang. *Jurnal Teknik Informatika Udinus*, 1(1), 5–7.
- Alif. (2017). Penjelasan pada menu dan submenu winbox. *Www.Blog.Unnes.Ac.Id*.
- Ambarita, S., Pakpahan, J., & Sidharta, J. (2017). Management Journal. *Fundamental Management Journal*, 2(2), 65–72.
- Catur, I., & Hamzah, A. (n.d.). ANALISIS PERBANDINGAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE PCQ (PER CONNECTION QUEUE) DAN HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET). *Ejournal.Akprind.Ac.Id*. Retrieved July 13, 2021, from <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jarkom/article/view/2252>
- Fadlil, A., Riadi, I., Aji, S., & Dahlan, U. A. (2017). 5665-15020-1-Pb. 3(1).
- Fatriawans, R. (2017). Pengertian Jaringan Router. 1–5.
- Giska thalia putri, P. (2020). Pengertian DHCP Server dan Client, Fungsi dan Cara Konfigurasi DHCP Server. *Www.Pemikir-Generasi.Xyz*.
- Josua, M. (2019). Pengertian Jaringan Komputer Tanpa Kabel (Wireless Network). *Www.Kesekolah.Com*.
- kiyai, C. (2017). Pengertian, fungsi dan perbedaan Mikrotik RouterOS dan Mikrotik Router Board. *Www.Afm98.Blogspot.Com/*.
- kounang, F. (2017). Jaringan Komputer. *Www.Fabiokounang11.Blogspot.Com*.
- Lisnawita. (2016). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB). *Jurnal Teknologi & Komunikasi Digital Zone*, 7(1), 18–25.
- Martini, Mufida, E., & Krisnadi, D. A. (2019). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree (Studi Kasus Pada Universitas Pancasila). *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 5 No. 1(1), 19–23.
- Mirsantoso, Kalsum, T. U., & Supardi, R. (2015). Implementasi dan Analisa Per Connection Queue (PCQ) Sebagai Kontrol Penggunaan Internet Pada Laboratorium Komputer. *Jurnal Media Infotama*, 11(2), 139–148.
- Mulyana, H. (2013). PERANCANGAN APLIKASI PEMERIKSAAN IP ADDRESS AKTIF. 1.
- Pranata, Y. A., Fibriani, I., & Utomo, S. B. (2016). Analisis Optimasi Kinerja Quality of Service Pada Layanan Komunikasi Data Menggunakan Ns-2 Di Pt. Pln (Persero) Jember. *Sinergi*, 20(2), 149. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2016.2.009>
- Rendi. (2016). PENGERTIAN IP, NETWORK ADDRESS, MAC ADDRESS DAN BROADCAST. *Www.Bimatorfans.Blogspot.Com*.
- Rofiq, M. (2013). Perancangan Manajemen Bandwidth Internet Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 7(1), 1–15.
- Situmorang, H. P., & Chandra, J. C. (2019). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue Pada Smk Budi Mulia Tangerang. 202–208.
- Syukur, A. (2018). Analisis Management Bandwidth Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dengan Autentikasi RADIUS. *It Journal Research and Development*, 2(2), 78–89. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2018.vol2\(2\).1260](https://doi.org/10.25299/itjrd.2018.vol2(2).1260)