

# PERBANDINGAN MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN METODE HFSC, PRIQ DAN CBQ PADA PFSENSE

Rendy Hafiz Syahputra

D3 Manajemen Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Rendyhafiz15@gmail.com

## Abstrak

Di era globalisasi teknologi semakin canggih, seperti halnya teknologi yang memanfaatkan internet. Internet saat ini telah menjadi kebutuhan di beberapa bidang, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan jaringan. Ketika akses ke internet semakin banyak akan muncul permasalahan baru yaitu alokasi sumber daya yang tidak merata untuk semua pengguna atau aplikasi. Diperlukan suatu mekanisme untuk mengelola akses tersebut sehingga semua pengguna mendapatkan alokasi sumber daya seperti *bandwidth*. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan manajemen *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* bertujuan untuk menghindari penggunaan *bandwidth* yang tidak seimbang dan semua pengguna bisa mendapatkan bagian *bandwidth* masing-masing. Pada penelitian ini mengimplementasikan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan PfSense, dengan metode HFSC, PRIQ dan CBQ. Berdasarkan pengujian dengan perbandingan hasil *download* dan *upload* dari tiga *user*; pada metode HFSC *bandwidth* yang ada akan terbagi ke setiap *user* yang menggunakan jaringan, sedangkan pada metode PRIQ, *bandwidth* yang ada akan terbagi ke setiap *user* sesuai dengan tingkat prioritas paket yang lebih tinggi dan lebih rendah. Untuk metode CBQ, *bandwidth* yang ada akan terbagi ke setiap *user* sesuai tingkat prioritas paket yang lebih tinggi dan lebih rendah, paket yang lebih rendah dapat meminjam *bandwidth* lain yang tersedia dari antrian yang lebih tinggi, namun tidak dapat melebihi paket antrian yang lebih tinggi.

**Kata Kunci:** PfSense, Manajemen Bandwidth, HFSC, PRIQ, CBQ.

## Abstract

In the age of globalization, technology is increasingly sophisticated, as is the technology used by the Internet. The Internet has become a necessity in several fields, especially for applications that require networks. When access to the Internet comes more and more new problems, it is the unequal allocation of resources for all users or applications. A mechanism is needed to manage access so that all users obtain a resource allocation such as *bandwidth*. One solution to this problem is with *bandwidth* management. *Bandwidth* management aims to avoid unbalanced use of *bandwidth*, and all users can get their share of *bandwidth*. In this study, we implemented *bandwidth* management using PfSense, with the HFSC, PRIQ, and CBQ methods. Based on tests comparing the results of downloads and uploads of three users; In the HFSC method, the existing *bandwidth* will be divided for each user who uses the network, while in the PRIQ method, the available *bandwidth* will be divided for each user according to the highest and highest packet priority level. low. For the CBQ method, the available *bandwidth* will be divided for each user according to the highest and lowest priority level of the packet, the lowest packet can borrow other available *bandwidth* from the highest queue, but not may exceed the highest tail packet..

**Keywords:** PfSense, Bandwidth Management, HFSC, PRIQ, CBQ.

## PENDAHULUAN

Jaringan komputer adalah suatu sistem yang terdiri dari dua atau lebih perangkat komputer yang saling terhubung satu sama lain yang dirancang untuk dapat bekerja sama dengan tujuan agar dapat berkomunikasi dengan melalui media transmisi atau media komunikasi sehingga dapat berbagi data, aplikasi maupun berbagai perangkat keras dan dapat memberikan layanan antara komputer satu mengimplementasikan teknik *QoS* pada kernelnya.

Manajemen *bandwidth* merupakan cara pengaturan *bandwidth* supaya terjadi pemerataan pemakaian *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* adalah proses mengukur dan mengontrol jaringan /internet dengan tujuan untuk mengatur *bandwidth* sesuai yang diinginkan. Manajemen *bandwidth* diperlukan untuk membagi

dengan lainnya [1]. Pada setiap jaringan yang mempunyai banyak *client*, diperlukan sebuah mekanisme pada *bandwidth*. Pengaturan *bandwidth* bertujuan menghindari penggunaan *bandwidth* yang tidak seimbang sehingga semua *client* bisa mendapatkan jatah *bandwidth* masing-masing. Komputer dengan sistem operasi *Linux* dapat digunakan sebagai *router* atau *gateway* dengan cara

kapasitas *bandwidth* yang tersedia dalam jaringan untuk setiap *client* dan aplikasi. Dengan menerapkan manajemen *bandwidth* diharapkan para pengguna mendapat *bandwidth* secara merata dan sesuai dengan kebutuhan walaupun pengguna jaringan banyak.

*RouterOS*-PfSense menggunakan metode PRIQ (*Priority Queuing*) HFSC (*Hierarchical Fair Service*

*Curve*), CBQ (*Class Based Queuing*). PRIQ (*Priority Queuing*) mengatur prioritas koneksi, HFSC (*Hierarchical Fair Service Curve*) untuk pengaturan *bandwidth*.

Penerapan Manajemen *bandwidth* juga mempunyai banyak cara seperti yang telah dilakukan pada penelitian [2] dan [3], pada penelitian tersebut menerapkan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan Mikrotik, namun belum begitu banyak yang menggunakan Pfsense. Pfsense adalah sistem operasi turunan FreeBSD. Pfsense sendiri bisa digunakan atau disesuaikan sebagai *firewall* atau *router* dan mempunyai fitur yang lengkap, kemudahan penggunaan dan tidak terlalu menambah pengeluaran karena sifatnya yang *opensource*. Pfsense dilengkapi tampilan yang sederhana dengan *web gui administrator* memudahkan untuk pengoprasiannya, meskipun bagi pengguna yang baru belajar routing dan *firewall* pada jaringan lokal ataupun internet. Pfsense *software* yang layak digunakan sebagai *alternatif router, firewall, load balancing*, ataupun *web proxy*.

*Traffic shaping* adalah salah satu fitur yang terdapat pada Pfsense suatu istilah yang mengacu pada subsistem antrian *paket* dalam suatu jaringan atau perangkat jaringan. Secara singkat *traffic shaping* adalah suatu usaha mengontrol trafik jaringan sehingga *bandwidth* lebih optimal dan performa jaringan lebih terjamin. Pfsense juga mempunyai fitur untuk *memonitoring* aktivitas *bandwidth* yang dilakukan oleh user dan mengelolah *bandwidth* dengan menggunakan metode HFSC, PRIQ dan CBQ, metode tersebut terdapat pada fitur *Traffic Shaping*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan Pfsense, dan melakukan perbandingan manajemen *bandwidth* dengan metode HFSC, PRIQ dan CBQ pada Pfsense.

## KAJIAN PUSTAKA

Studi dalam implementasi manajemen *bandwidth* telah terdapat pada beberapa penelitian. Penelitian-penelitian tersebut melakukan implementasi yang pada umumnya melakukan uji coba menggunakan *router*. Penerapan Manajemen *Bandwidth* dengan menggunakan Mikrotik RouterBoard sebagai *router* yang mengelola *bandwidth* jaringan. Mikrotik merupakan sebuah perangkat jaringan komputer yang berbasis Linux yang digunakan untuk router pada jaringan [2]. Pada Penelitian [3] sama dengan Penelitian diatas menerapkan Manajemen *Bandwidth* menggunakan Mikrotik, mengkonfigurasi mikrotik melalui Winbox dan membagi *bandwidth* dengan menggunakan Winbox dengan cara mengkonfigurasi Mikrotik melalui komputer *client*. Dari penelitian diatas Mikrotik masih menggunakan Aplikasi lain untuk mengkonfigurasi atau mengoperasikan jaringan.

## Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah suatu sistem yang terdiri

dari dua atau lebih perangkat komputer yang saling terhubung satu sama lain yang dirancang untuk dapat bekerja sama dengan tujuan agar dapat berkomunikasi dengan melalui media transmisi atau media komunikasi sehingga dapat berbagi data, aplikasi maupun berbagai perangkat keras dan dapat memberikan layanan antara komputer satu dengan lainnya, ada 3 jenis jaringan komputer yang dijelaskan sebagai berikut.

1. LAN (*Local Area Network*)  
Merupakan jaringan yang mencakup wilayah kecil, salah satu contoh adalah jaringan komputer yang berada di lingkungan sekolah, kampus atau kantor.
2. MAN (*Metropolitan Area Network*)  
Merupakan sebuah jaringan yang berada di dalam satu kota dengan kecepatan transfer data tinggi yang menghubungkan beberapa kantor tetapi masih dalam satu wilayah kota.
3. WAN (*Wide Area Network*)  
Merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang sangat luas, salah satu contoh dari WAN adalah jaringan antar wilayah, daerah, kota atau bisa jadi antar negara. [4]

## Bandwidth

*Bandwidth* adalah suatu nilai konsumsi transfer data yang dihitung dalam bit/detik atau yang biasanya disebut dengan bit per second (bps), antara *server* dan *client* dalam waktu tertentu. Definisi *bandwidth* yaitu luas atau lebar cakupan frekwensi yang dipakai oleh sinyal dalam medium transmisi. Jadi dapat disimpulkan *bandwidth* adalah kapasitas maksimum dari suatu jalur komunikasi yang dipakai untuk mentransfer data dalam hitungan detik. Fungsi *bandwidth* adalah untuk menghitung transaksi data dari aplikasi yang membutuhkan *bandwidth* yang berbeda-beda. [5].

## Manajemen Bandwidth

Pada setiap jaringan yang terdapat banyak *client*, diperlukan sebuah mekanisme pengaturan *bandwidth* dengan tujuan menghindari penggunaan *bandwidth* yang tidak seimbang sehingga semua *client* bisa mendapatkan jatah *bandwidth* masing-masing. QOS (*Quality of services*) atau dikenal dengan manajemen *Bandwidth*, merupakan metode yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. [6]

## Pfsense

Pfsense adalah sistem operasi turunan FreeBSD. Pfsense sendiri bisa digunakan sebagai *firewall* atau *router*. Pfsense dapat memberikan kemudahan bagi penggunaan dengan sifatnya yang *opensource* dan tampilan web gui administrator yang memudahkan pengguna dalam mengoperasikan Pfsense [7]. Pfsense bersifat *opensource* atau GPL GNU, sebuah software yang layak digunakan sebagai *alternatif router, firewall, load balancing*, ataupun *web proxy*. Selain itu masih banyak lagi fitur yang diberikan Pfsense.

## Traffic Shaping

*Traffic shaping* salah satu fitur yang terdapat pada

Pfsense, *traffic shaping* adalah suatu usaha mengontrol trafik jaringan sehingga *bandwidth* lebih optimal dan performa jaringan lebih terjamin [6]. PfSense juga mempunyai fitur untuk memonitoring aktivitas *bandwidth* yang dilakukan oleh user dan mengelolah bandwidth dengan menggunakan metode HFSC, PRIQ dan CBQ, metode tesebut terdapat pada fitur *Traffic Shaping*.

*HFSC (Hierarchical Fair Service Curve)* adalah disiplin antrian atau penjadwalan paket yang bekerja berdasarkan pada konsep dari sebuah *service curve* yang mendefinisikan persyaratan QoS dari satu kelas trafik atau satu sesi dalam *bandwidth* dan prioritas. Dalam arsitektur tersebut, setiap kelas dalam hierarki diasosiasikan dengan sebuah layanan *curve*. Model ideal *Fair Service Curve* dan pendekatan model HFSC:

- *real-time*, digunakan untuk mengontrol bandwidth minimum yang diperlukan oleh antrian. Paket-paket antrian pertama-tama akan menggunakan parameter *realtime*.
- *link-share*, digunakan untuk menetapkan batas minimum *bandwidth* antrian utama (*parent queue*) yang dibagikan kepada antrian-antrian dibawahnya.
- *Upper-limit*, digunakan untuk menentukan batas maksimum *bandwidth* yang diijinkan untuk antrian. HFSC dapat menggunakan parameter ini terhadap *scheduler* apapun yang sedang digunakan [8]

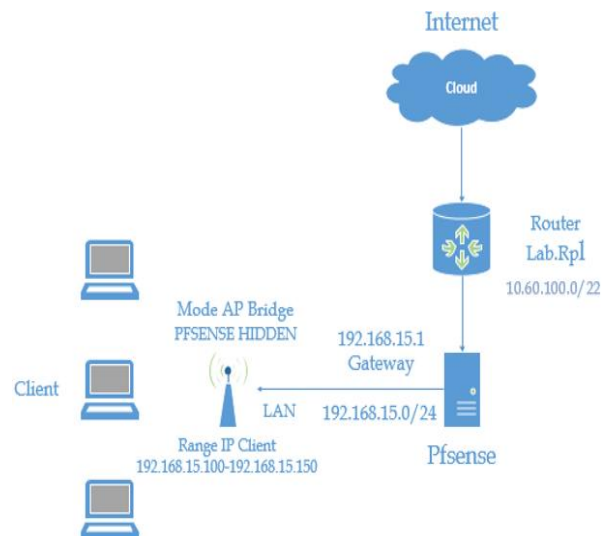
*PRIQ (Priority Queuing)* adalah kebijakan antrian yang membagi lalu lintas menjadi tingkat prioritas yang berbeda, dengan tingkat prioritas yang lebih tinggi selalu diunggulkan atas tingkat prioritas yang lebih rendah. Hal ini menjamin *latency* rendah untuk paket prioritas yang lebih tinggi. Semua paket pada tingkat prioritas tertinggi selalu diproses terlebih dahulu. Implementasi PRIQ pada Pfsense terdapat tujuh tingkatan, dengan tingkat tujuh menjadi prioritas tertinggidi hirarki tingkat prioritas [9].

*CBQ (Class Based Queuing)*, adalah disiplin antrian yang mengatur pemakaian *bandwidth* jaringan yang dialokasikan untuk tiap user. Prioritas bekerja dengan cara yang sama seperti pada PRIQ, Setiap kelas diberi batas *bandwidth*, dan paket dalam kelas diproses sampai batas *bandwidth* untuk kelas tercapai. Hal ini untuk memastikan bahwa paket yang memiliki prioritas lebih rendah-mendapatkan *bandwidth*. Dengan CBQ, prioritas antrian berkisar dari 0 hingga 7 dengan angka yang lebih tinggi menunjukkan prioritas yang lebih tinggi. Antrian dengan prioritas yang sama diproses, meskipun antrian rendah dapat meminjam dari antrian tinggi, jumlah *bandwidth* antrian rendah tidak dapat melebihi *bandwidth* dari kelas lebih tinggi.

## METODE REKAYASA

### Arsitektur Sistem

Berikut adalah topologi jaringan yang digunakan:



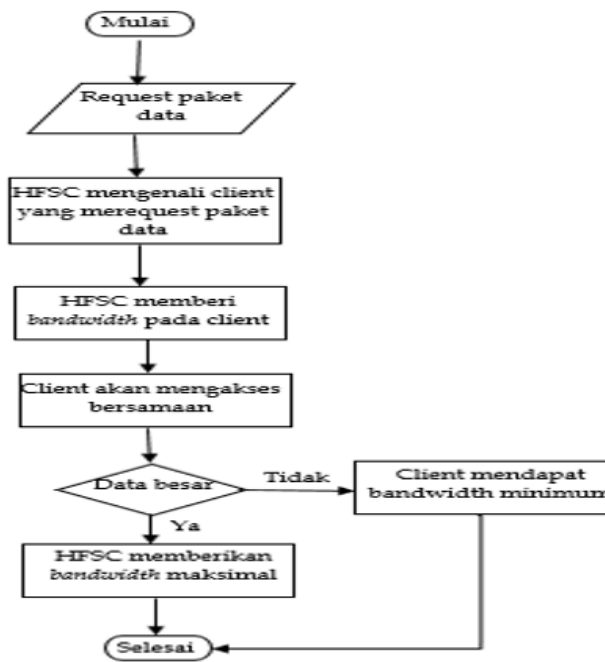
**Gambar 1. Topologi Jaringan**

Dari topologi diatas:

1. Router Lab.Rpl A10203 terhubung dengan jaringan internet dengan IP Address 10.60.100.0/22 yang mengarah pada PC PfSense dan memberikan alamat IP secara otomatis (DHCP).
2. PC PfSense tersebut dikonfigurasi sebagai mode router yang terhubung dengan router Lab.Rpl A10203. PC PfSense mendapat IP Address 10.60.100.139 dan sistem PfSense akan mengenali IP tersebut sebagai interface WAN.
3. Interface LAN PC PfSense dengan IP 192.168.15.1 dikonfigurasi sebagai DHCP yang mengarah pada access point TP-LINK WA710ND mempunyai Network 192.168.15.0/24. Sehingga client mendapat IP address dengan range 192.168.15.100-192.168.15.150.
4. Mode yang digunakan access point TP-LINK WA710ND yaitu Mode AP-Bridge sebagai access point atau pemancar yang bisa melayani client atau bisa disebut PTMP (Point To Multi Point) secara otomatis (DHCP).

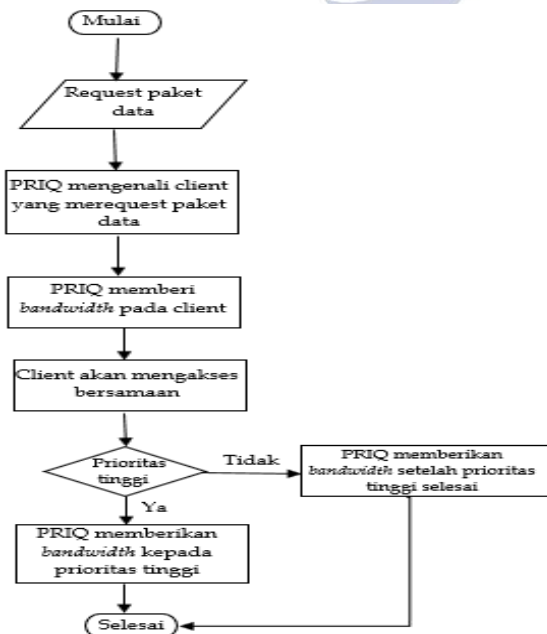
### Cara Kerja Manajemen Bandwidth

Gambar 2 menggambarkan bagaimana cara kerja metode HFSC. Client meminta akses untuk mendapatkan *bandwidth* yang diinginkan. Pfsense mengenali *client* yang melakukan permintaan paket data tersebut dan memberikan *bandwidth* yang akan digunakan oleh *client* tersebut. HFSC akan memberikan batas maksimal dan batas minimal *bandwidth* yang akan digunakan.



Gambar 2. Sistem kerja HFSC

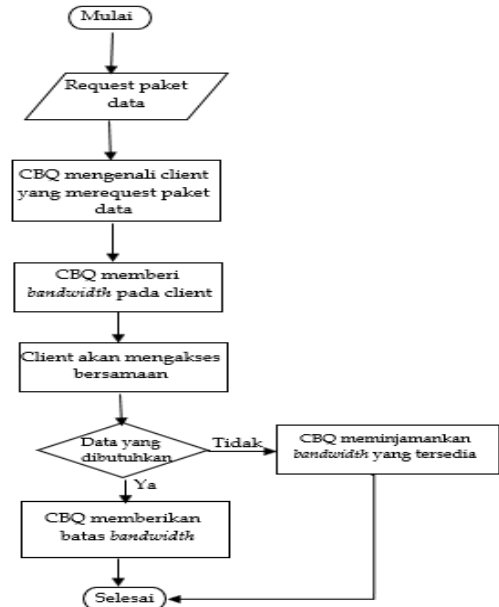
Gambar 3 menjelaskan bagaimana cara kerja metode PRIQ. Pfsense mengenali *client* yang melakukan permintaan paket data, dan memberikan *bandwidth* yang akan digunakan pada *client* tersebut dan PRIQ adalah antrian yang membagi lalu lintas menjadi tingkat prioritas yang berbeda, dengan tingkat prioritas yang lebih tinggi selalu diunggulkan atas tingkat prioritas yang lebih rendah.



Gambar 3. Sistem kerja PRIQ

Gambar 4 menjelaskan bagaimana cara kerja metode CBQ. *Client* akan merequest paket data pertama kali, *client* membutuhkan paket data tersebut untuk mendapatkan *bandwidth* yang diinginkan, Pfsense mengenali *client* yang melakukan permintaan paket

data tersebut dan memberikan *bandwidth* yang akan digunakan *client* tersebut. CBQ adalah antrian yang mendukung konsep pinjaman, yang berarti bahwa jika pinjaman dari antrian lain tersedia, maka antrian akan meminjam *bandwidth* lain yang tersedia dari antrian induknya.



Gambar 4. Sistem kerja CBQ

### Kebutuhan Perangkat

Tabel 1 berikut merupakan kebutuhan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat

Sistem Operasi	Versi CE-2.3.5-RELEASE-i386
Processor	Acer Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.60GHZ
RAM	2GB
HDD	250 GB
VGA	Intel HD Graphics
NIC (Ethernet Card) Realtek	Realtek PCI lan card up to 10/100 Mbps
Router Mikrotik RB950 2HND	Mikrotik router with wireless and usb connector, 4 ports with 1 ports for ADSL connection
Wireless Access Point TP-LINK WR840N	Wireless access point speed up to 150Mbps, PoE ports

### Skenario Pengujian

Skenario pengujian Manajemen *Bandwidth* akan dilakukan sebagai tahap uji coba sistem. Skenario pengujian dari sistem yang telah dibangun *bandwidth* dilakukan menggunakan 3 *client* yang secara bersamaan mengakses atau menggunakan jaringan. Pengujian terdiri dari: pengukuran kecepatan download melalui

## Perbandingan Manajemen Bandwidth dengan metode HFSC, PRIQ dan CBQ pada Pfsense

website speedtest, serta *upload* dengan ukuran file yang sama. Total *bandwidth* yang tersedia untuk *download* 1Mbps dan setiap *user* mendapatkan *bandwidth* 334 Kbps. Total *bandwidth* untuk *upload* 0.5 Mbps dan setiap user mendapatkan *bandwidth* 155 Kbps. Pengujian manajemen *bandwidth* dilakukan 4 tahap sebagai berikut:

1. Pengujian sebelum penerapan manajemen *bandwidth*.
2. Pengujian sesudah Manajemen *Bandwidth*:
  - a. Menggunakan metode HFSC
  - b. Menggunakan metode PRIQ
  - c. Menggunakan metode CBQ

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari skenario yang dibuat, apakah sistem dapat beroperasi dengan baik dan mampu untuk melakukan kinerja sesuai fungsinya.

Skenario pengujian *manajemen bandwidth* yang akan dilakukan antara lain:

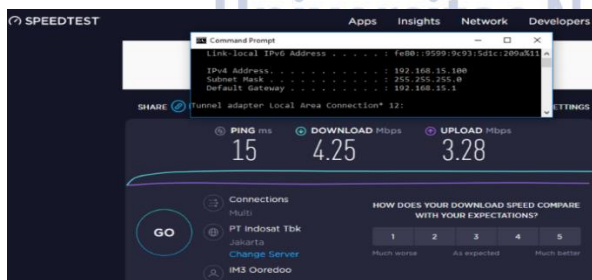
1. Pengujian penerapan *manajemen bandwidth*
  - a. Pengujian terdiri dari, pengukuran kecepatan melalui website secara *realtime*.
  - b. *Download file* dengan ukuran yang sama dengan ukuran diatas 1Mbps, serta *upload file* dengan ukuran diatas 500 Kbps.
  - c. Pengujian Upload file, dimonitoring menggunakan software DU Meter.
  - d. Pengujian manajemen *bandwidth* dilakukan dengan 2 tahap yaitu sebelum dan sesudah penerapan manajemen *bandwidth*.

Pengujian manajemen *bandwidth* dilakukan dengan 2 tahap, pertama pengujian sebelum diterapkannya manajemen *bandwidth* dan selanjut nya pengujian setelah diterapkannya manajemen *bandwidth*. Pengujian dilakukan secara bersamaan oleh 3 user dengan menggunakan 3 laptop.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian sebelum penerapan manajemen *bandwidth*

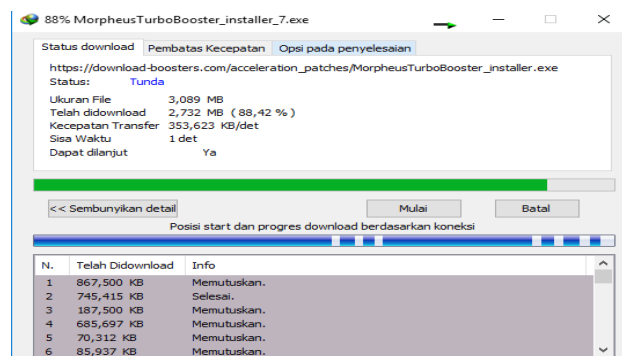
Sebelum penerapan manajemen *bandwidth* pengujian kecepatan melalui *speedtest via web*, didapatkan *download* 4.25 Mbps dan *upload* 3.28 Mbps.



Gambar 5. Hasil uji Koneksi SpeedTest

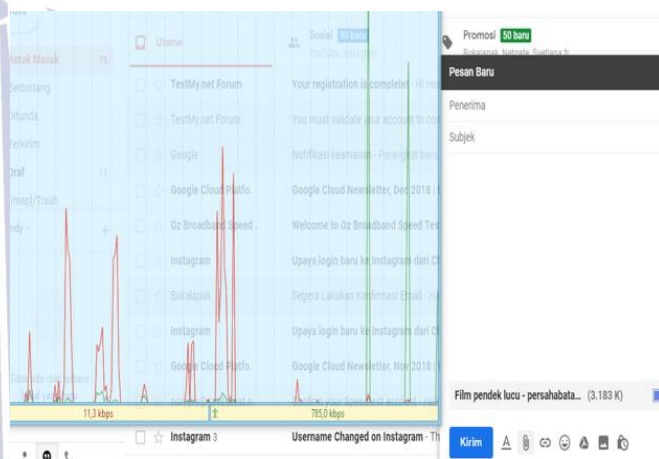
Gambar 6 merupakan proses uji coba *download file*

sebelum majemen bandwidth diimplementasikan di router. Hasil kecepatan *download* yang ditunjukkan aplikasi sebesar 353.623 KB/sec.



Gambar 6. Download file

Selanjut-nya uji coba *upload file* melalui *email*. File yang akan di *upload* sebesar 3Mb, pada gambar 7 terlihat di *grafik* kecepatan *upload* sebesar 785.0 kbps.



Gambar 7. Hasil uji coba *upload file* sebelum manajemen *bandwidth*

#### Pengujian sesudah manajemen *bandwidth* Metode HFSC

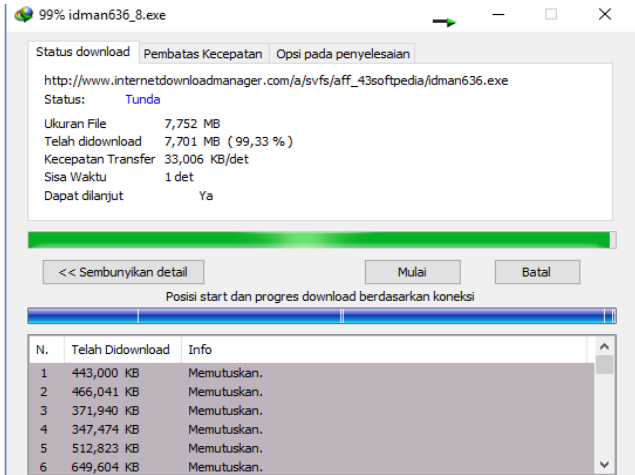
Gambar 8 merupakan pengujian penerapan HFSC melalui *speedtest via web*, didapatkan kecepatan *download* 0.80 Mbps dan *upload* 0.42 Mbps. Hasil kecepatan yang didapatkan tidak melewati batas kecepatan yang ditetapkan yaitu 1Mbps dan 0.5Mbps.



Gambar 8. Hasil Uji Koneksi,SpeedTest skenario HFSC

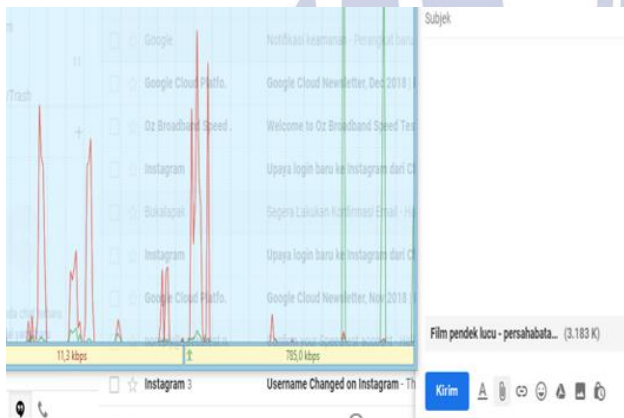
Gambar 10 menunjukkan hasil uji coba *download*

file setelah manajemen *bandwidth* dengan HFSC diterapkan pada *router*. Dari proses uji coba didapatkan *kecepatan download* sebesar 33.006 KB/sec.



Gambar 10. Proses download file skenario HFSC

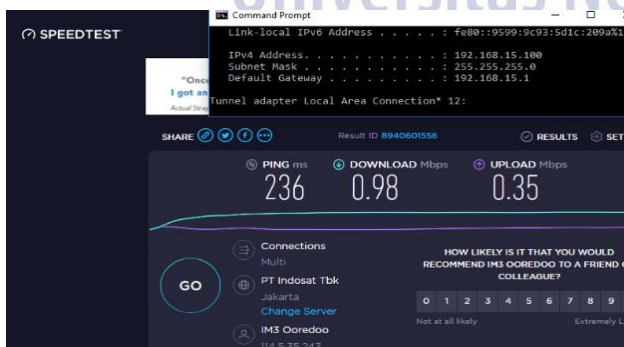
Selanjutnya uji coba *upload file* melalui *email*. File yang akan di *upload* adalah sebesar 3Mb. Dari gambar 11 dapat dilihat *grafik kecepatan upload* 318.8 kbps.



Gambar 11. Proses upload file skenario HFSC

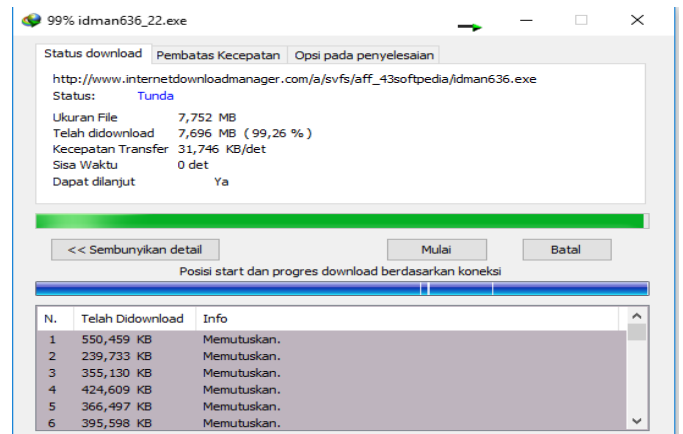
**Metode PRIQ**

Gambar 12 merupakan hasil pengujian kecepatan melalui *speedtest via web*, didapatkan kecepatan *download* 0.98 Mbps dan kecepatan *upload* 0.35 Mbps. Hasil ini tidak melewati batas kecepatan yang ditetapkan pada pengaturan dengan manajemen PRIQ, yaitu maksimal *download* 1Mbps dan maksimal *upload* 0.5Mbps.



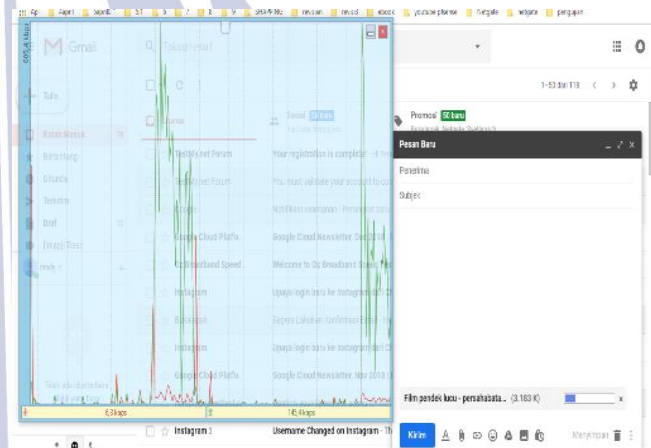
Gambar 12. Hasil Uji Koneksi,SpeedTest skenario

Gambar 13 merupakan hasil uji coba *download file* dengan metode *PRIQ*. Dari hasil uji coba didapat kecepatan *download* sebesar 31.746 KB/sec.



Gambar 13. Proses download skenario PRIQ

Selanjutnya uji coba *upload file* melalui *email*. File yang akan di *upload* sebesar 3Mb. Dari gambar 14 terlihat *grafik kecepatan upload* sebesar 145.4 kbps.



Gambar 14. Proses upload file skenario PRIQ

**Metode CBQ**

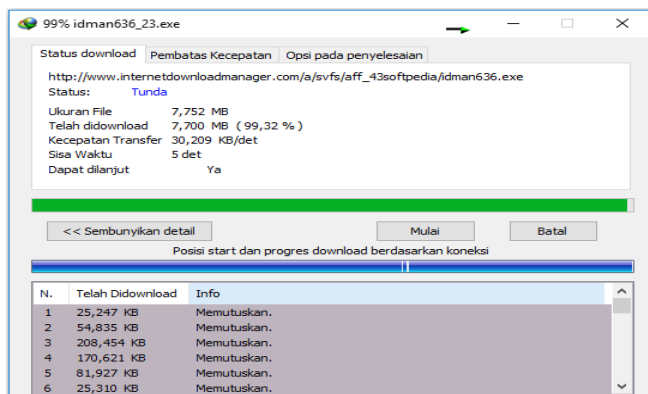
Gambar 15 merupakan hasil pengujian kecepatan melalui *speedtest via web*, didapatkan *download* 0.22 Mbps dan *upload* 0.39 Mbps. Hasil ini tidak melewati batas kecepatan yang ditetapkan pada pengaturan CBQ yaitu maksimal *download* sebesar 1Mbps dan *upload* sebesar 0.5Mbps.



Gambar 15. Hasil Uji Koneksi,SpeedTest skenario CBQ

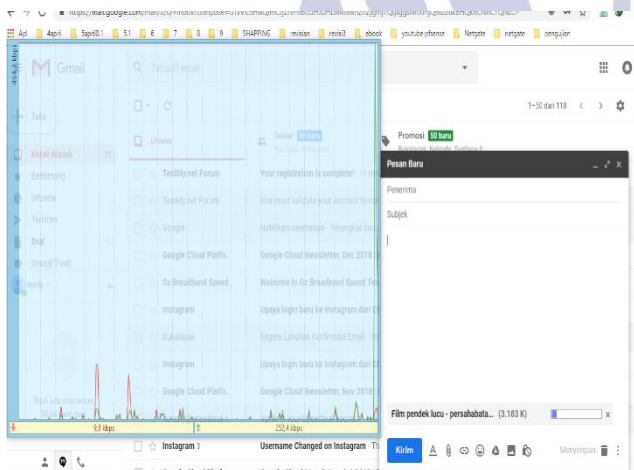
Perbandingan Manajemen Bandwidth dengan metode HFSC, PRIQ dan CBQ pada Pfsense

Gambar 16 merupakan hasil uji coba download file pada metode CBQ., Hasil kecepatan download yang didapat sebesar 33.209 KB/sec



Gambar 16. Proses download file skenario CBQ

Selanjutnya uji coba upload file melalui email. File yang akan di upload sebesar 3Mb. Dari gambar 20 terlihat grafik upload sebesar 318.8 kbps.



Gambar 17. Proses upload file skenario PRIQ

Perbandingan kecepatan bandwidth

Tabel 2 menunjukkan perbandingan hasil kecepatan download dan upload dari 3 user saat dilakukan uji coba skenario tanpa adanya manajemen bandwidth. Dari tabel 2 dapat dilihat perbedaan kecepatan sebelum penerapan manajemen bandwidth, yang berpengaruh kepada kecepatan download dan upload dari masing-masing user.

Table 2. Perbandingan kecepatan download dan upload sebelum manajemen bandwidth

User	Speedtest Download Upload	Kecepatan Download	Kecepatan Upload
User 1	4.25 Mbps/ 3.28 Mbps	353.623 KB/sec	785.0 kbps
User 2	4.68 Mbps/ 3.59 Mbps	117.257 KB/sec	846.6 kbps
User 3	4.61 Mbps/ 3.02 Mbps	223.609 Kb/sec	1.5 Mbps

Table 3. Perbandingan kecepatan sesudah manajemen bandwidth menggunakan metode HFSC.

User	HFSC		
	Speedtest Download Upload	Kecepatan Download	Kecepatan Upload
User 1	0.80 Mbps/ 0.42 Mbps	33.006 KB/sec	318.8 kbps
User 2	0.79 Mbps/ 0.41 Mbps	34.156 KB/sec	144.1 kbps
User 3	0.70 Mbps/ 0.30 Mbps	38.507 Kb/sec	65.4 kbps

Tabel 3 menunjukkan perbandingan hasil download dan upload dari tiga user dengan menggunakan metode HFSC. Bandwidth yang ada akan terbagi ke setiap user yang menggunakan jaringan.

Table 4. perbandingan kecepatan bandwidth menggunakan metode PRIQ

User	PRIQ		
	Speedtest Download Upload	Kecepatan Download	Kecepatan Upload
User 1	0.98 Mbps/ 0.35 Mbps	31.746 KB/sec	145.4 kbps
User 2	0.93 Mbps/ 0.45 Mbps	57.356 KB/sec	117.257 kbps
User 3	0.96 Mbps/ 0.45 Mbps	47.921 Kb/sec	131.2 kbps

Tabel 4 menunjukkan perbandingan hasil download dan upload dari tiga user dengan menggunakan metode PRIQ. Bandwidth yang ada akan terbagi ke setiap user dengan sesuai tingkat prioritas paket yang lebih tinggi dan lebih rendah.

Table 5. Perbandingan kecepatan bandwidth menggunakan metode CBQ.

User	CBQ		
	Speedtest Download Upload	Kecepatan Download	Kecepatan Upload
User 1	0.22 Mbps/ 0.39 Mbps	30.209 KB/sec	145.4 kbps
User 2	0.16 Mbps/ 0.33 Mbps	25.194 KB/sec	69.9 kbps
User 3	0.12 Mbps/ 0.20 Mbps	28.812 Kb/sec	29.3 kbps

Tabel 5 menunjukkan perbandingan hasil download dan upload dari tiga user dengan menggunakan metode PRIQ. Bandwidth yang ada akan terbagi ke setiap user dengan sesuai tingkat prioritas paket yang lebih tinggi dan lebih rendah, paket yang lebih rendah dapat meminjam

bandwidth lain yang tersedia dari antrian yang lebih tinggi, namun tidak dapat melebihi paket antrian yang lebih tinggi.

**Monitoring manajemen bandwidth**

**Ntop**

Ntop merupakan fitur yang terdapat di *pfsense*. Fitur ini merupakan fitur yang memonitoring aktivitas bandwidth dan user yang sedang berjalannya. Pada gambar 18 Local Hosts terdapat IP yang mengakses ke *Wifi PFSENSE HIDDEN*. IP: 192.168.15.103, ip tersebut adalah ip dari user pertama, 192.168.1.101 ip dari user kedua, 192.168.15.102 ip dari user ke tiga.

IP Address	Location	Flows	Alerts	Name
192.168.15.255	Local Host	0	0	192.168.15.255
192.168.15.103	Local Host	85	0	192.168.15.103
192.168.15.102	Local Host	80	0	DESKTOP-82QF2AA (DESKTOP-82QF2AA)
192.168.15.101	Local Host	14	0	Acer (ACER)
192.168.15.1	Local Host	128	0	pSense (pSense)
192.168.0.1	Local Host	0	0	192.168.0.1

Gambar 18. Local Host

Pada gambar 19 merupakan tampilan monitoring aktivitas user yang mengakses *wifi PFSENSE HIDDEN*. Pada gambar 19 *client* aktivitas yang mengakses jaringan akan dapat terlihat. Pada gambar dapat terlihat beberapa *client* yang menggunakan *wifi Pfsense hidden* dan dari aplikasi juga dapat terlihat aktivitas yang dilakukan oleh *client* tersebut.

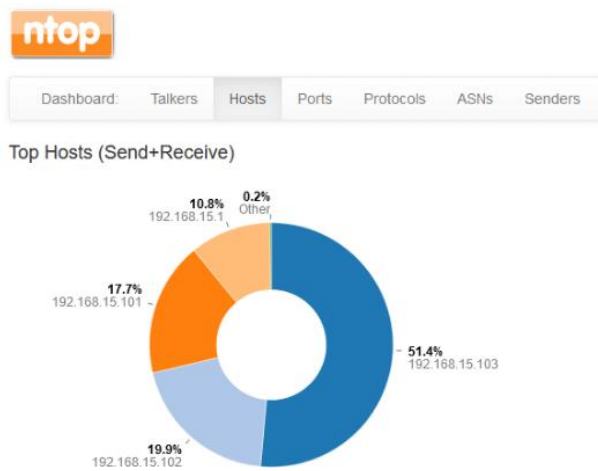
Application	L4 Proto	Client	Server	Duration
HTTP	TCP	192.168.15.103:52859	www.internettownloadmana .http	00:30
HTTP	TCP	Acer:50348	www.internettownloadmana .http	00:24
HTTP	TCP	192.168.15.103:52860	www.internettownloadmana .http	00:29
HTTP	TCP	Acer:50353	www.internettownloadmana .http	00:14
HTTP	TCP	DESKTOP-82QF2AA:54418	www.internettownloadmana .http	00:39
HTTP	TCP	DESKTOP-82QF2AA:54421	www.internettownloadmana .http	00:30
HTTP	TCP	DESKTOP-82QF2AA:54417	www.internettownloadmana .http	00:44

Gambar 19. Active flows

Pada gambar 20 merupakan tampilan fitur Pfsense untuk mengamati aktivitas bandwidth keluar-masuk yang digunakan oleh *client*, aplikasi yang dijalankan oleh *client* dan konsumsi bandwidth. Pada gambar terlihat *client* sedang melakukan aktivitas di *softpedia*.

Duration	Breakdown	Actual Thpt	Total Bytes	Info
30:30	Server	0 bit/s	1.68 MB	/a/svts/aff_43softpedia/
30:24	Server	497.01 kbit/s	1.36 MB	/a/svts/aff_43softpedia/
30:29	Server	0 bit/s	1.13 MB	/a/svts/aff_43softpedia/
30:14	Server	486.66 kbit/s	1.03 MB	/a/svts/aff_43softpedia/
30:39	Server	0 bit/s	954.24 KB	/a/svts/aff_43softpedia/
30:30	Server	0 bit/s	943.4 KB	/a/svts/aff_43softpedia/
30:44	Server	20.98 kbit/s	971.64 KB	/a/svts/aff_43softpedia/

Gambar 20. Active flows



Gambar 21. Top Host

Pada gambar 21 menu *Host* pada Pfsense menyediakan representasi diagram lingkaran dari *traffic* masing-masing pengguna. Fitur ini memberikan *aktivitas host* berdasarkan waktu akses dan konsumsi *bandwidth*. Grafik yang ditampilkan bersifat dinamis atau menampilkan data secara real-time untuk setiap *host*.

**PENUTUP**  
**Kesimpulan**

Setelah melakukan implemetansi Manajemen *bandwidth* menggunakan *PfSense* dengan metode HFSC, PRIQ, CBQ, dari konfigurasi dan pengujian maka didapatkan beberapa kesimpulan:

- Berdasarkan pengujian metode HFSC, perbandingan hasil *download* dan *upload* dari tiga *user*, *bandwidth* yang ada akan terbagi ke setiap *user* yang menggunakan jaringan.
- Pada metode PRIQ, hasil dari pengujian menunjukkan perbandingan hasil *download* dan *upload* dari tiga *user*, *bandwidth* yang ada akan terbagi ke setiap *user* sesuai dengan tingkat prioritas paket yang lebih tinggi dan lebih rendah.
- Metode CBQ menunjukkan perbandingan hasil *download* dan *upload* dari tiga, *bandwidth* yang ada akan terbagi ke setiap *user* dengan sesuai tingkat prioritas paket yang lebih tinggi dan lebih rendah, paket yang lebih rendah dapat meminjam *bandwidth* lain yang tersedia dari antrian yang lebih tinggi, namun tidak dapat melebihi paket antrian yang lebih tinggi.



## Saran

Saran untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya yaitu menerapkan implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan *Pfsense* terbaru yang akan datang karena sangat mungkin ada pembaruan pada fitur-fitur *pfsense* dalam mengimplementasi kan manajemen *bandwidth* tentunya banyak kekurangan dan kelemahannya dan menggunakan metode-metode seperti diatas juga masih ada kekurangan maupun kelebihan. Dalam mekanisme penerapan manajemen bandwidth pada Pfsense masih dapat dikembangkan lebih baik dan banyak lagi fitur-fitur yang lebih baik dari metode-metode yang digunakan oleh penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. Handryanto, "Kajian Penggunaan Mikrotik ROUTER OS™ Sebagai Router pada Jaringan Komputer," *Universitas Sriwijaya*, p. 26, 2009.
- [2] C. A. Pamungkas, "MANAJEMEN BANDWITTH MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTERBOARD DI POLITEKNIK INDONUSA SURAKARTA," *Politeknik Indonusa Surakarta*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [3] A. P. d. w. I. D. M. Pradibta, "MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN ROUTER MIKROTIK," *Universitas Braawijaya*, vol. 1, no. 1, pp. 28-41, 2017.
- [4] I. WORX, "Apa Itu LAN, MAN, WAN dan Bagaimana Cara Kerjanya?," 2017. [Online]. Available: <https://www.indoworx.com/apa-itu-lan-man-wan/>. [Diakses 20 8 2018].
- [5] k. Kirana, "Apa itu Bandwidth? Fungsi Bandwidth," 22 Agustus 2017. [Online]. Available: <https://www.jagoanhosting.com/pengertian-bandwidth/>.
- [6] I. Riadi, "OPTIMASI BANDWITTH MENGGUNAKAN TRAFFIC SHAPING," *Universitas Ahmad DAhlan Yogyakarta*, vol. 4, no. 1, pp. 374-375, 2010.
- [7] C. Bigtunes, "belajar bersama, pfsense," 2009. [Online]. Available: <https://www.pfsense.org/>. [Diakses 28 maret 2018].
- [8] T. Eugeneng, "A Hierarchical Fair Service Curve Algorithm for," 1999. [Online]. Available: <https://www.cs.cmu.edu/~hzhang/papers/SIGCOM97.pdf>. [Diakses 1 april 2018].
- [9] D. Zientara, dalam *Mastering PfSense*, D. Zientara, Penyunt., PACKT, 2016, pp. 155-158.