

Implementation of Bandwidth Management with Hierarchical Token Bucket (Htb), Per Connection Queue (Pcq) and Layer 7 Protocol Methods Using a Mikrotik Router

Implementasi Manajemen *Bandwidth* dengan Metode *Hierarchical Token Bucket (Htb)*, *Per Connection Queue (Pcq)*, dan *Layer 7* Protokol Menggunakan Router Mikrotik

I Wayan Desky Arianata¹, Gerson Feoh^{2*}, Putu Wida Gunawan³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Dhyana Pura, Bali, Indonesia

(*) Corresponding Author: gerson.feoh@undhirabali.ac.id

Article info

Keywords:

bandwidth management, HTB, PCQ, Layer 7 Protokol

Abstract

Computer Lab 3 of Universitas Dhyana Pura utilizes Internet as a resource for learning. However, the network in this computer lab has not implemented bandwidth management in distributing the Internet connection for the Clients using personal computers (PC). Without bandwidth management, many PCs tended to use the Internet with irregular connection bandwidth, which could render other PCs to not get adequate bandwidth. This might cause instability for each Client that could cause improper use of Internet, such as access to websites not supposed to be used for learning, which could cause ineffective use of Internet. To optimize the Internet access, bandwidth management using Hierarchical Token Bucket (HTB) method was needed to group the queue to be more structured, which was to be further supported by the Per Connection Queue (PCQ) method to equalize the Internet connection distributed to Clients, as well as Layer 7 Protocol method used to filter the web access control. Bandwidth management and web access control filtering are expected to enable all PC stations to access the Internet smoothly and with greater stability. Both are also expected to increase the effectiveness of learning in Computer Lab 3 of Universitas Dhyana Pura.

Kata kunci:

Manajemen *Bandwidth*, HTB, PCQ, Layer 7 Protokol

Abstrak

Laboratorium komputer 3 Universitas Dhyana Pura menggunakan *internet* sebagai sarana pembelajaran. Tetapi pada jaringan Laboratorium komputer 3 belum menerapkan manajemen *bandwidth* dalam membagi koneksi *internet* kepada komputer *Client*. Tanpa adanya manajemen *bandwidth* banyak komputer yang menggunakan *internet* secara tidak beraturan sehingga menyebabkan komputer yang lain tidak mendapat jatah *bandwidth*. Karena koneksi *internet* yang kurang merata, hal ini menyebabkan terganggunya kestabilan koneksi setiap *Client* sehingga berdampak pada terganggunya proses dalam pelajaran. Belum adanya manajemen *bandwidth* juga menyebabkan penggunaan *internet* yang tidak sesuai seperti akses *website* yang tidak semestinya dipakai dalam pelajaran membuat tidak efektifnya *internet*. Maka untuk memaksimalkan akses *internet* diperlukan manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket (HTB)* untuk pengelompokan *queue* yang

lebih terstruktur kemudian didukung oleh metode *Per Connection Queue* (PCQ) untuk meratakan koneksi *internet* yang diberikan kepada *Client* dan metode *Layer 7* Protokol digunakan untuk *filtering web access control*. Dengan adanya manajemen *bandwidth* dan *filtering web access control* diharapkan semua komputer dapat menggunakan *internet* dengan lancar dan stabil serta dengan adanya manajemen *bandwidth* dan *filtering web access control* diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dalam pengajaran di Laboratorium komputer 3 Universitas Dhyana Pura.

PENDAHULUAN

Teknologi jaringan komputer telah merambah ke berbagai bidang dan segi kehidupan. Hal tersebut dapat dilihat dari penggunaan jaringan komputer baik oleh instansi, kelompok maupun individu. Teknologi jaringan komputer menjadi hal yang sangat penting karena banyaknya kelebihan yang dimiliki antara lain mudah dan efisien. Namun demikian perlu adanya kinerja jaringan komputer yang mumpuni agar manfaatnya dapat dirasakan secara maksimal. Oleh sebab itu, operator jaringan di sebuah instansi/perusahaan bersama pihak *Internet Service Provider* (ISP) sebagai penyedia layanan jasa harus mampu menyediakan kinerja jaringan komputer yang baik sehingga dapat memberi kepuasan dan kenyamanan bagi pengguna layanan jaringan *internet*.

Penerapan manajemen *bandwidth* dalam suatu jaringan semakin di perlukan. Hal ini dapat dilihat dari hasil observasi awal jaringan *internet* tanpa manajemen *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* mengacu pada implementasi aturan dalam pembagian jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. Salah satu metode dalam penanganan manajemen *bandwidth* di jaringan ini menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB), didukung oleh metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Layer 7* Protokol pada mikrotik. Cara kerja dari metode HTB sendiri, membagi *bandwidth* kedalam beberapa kelas, yang mana terdapat dua kelas utama yaitu *parent* dan *child*, metode ini memungkinkan administrator untuk membagi *bandwidth* berdasarkan besar *bandwidth* yang diminta pelanggan. Dari penerapan metode HTB dapat diambil kesimpulan bahwa *bandwidth* yang didapat antar *user* menjadi lebih stabil dan merata Lukman et al., (2019). Implementasi manajemen *bandwidth* banyak bergantung pada sistem HTB. HTB memungkinkan kita membuat *queue* menjadi lebih terstruktur, dengan melakukan pengelompokan-pengelompokan yang bertingkat. Setelah melakukan metode HTB maka akan dilakukan metode PCQ untuk pembagian *bandwidth* secara dinamis dan merata pada *Client*. Metode PCQ merupakan metode yang bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi *bandwidth* secara merata ke sejumlah *Client* yang aktif. Setelah melakukan metode PCQ maka kita akan melakukan pencegahan akses ke beberapa *website* yang tidak di gunakan dalam pelajaran di laboratorium pada *Layer 7* protocol di mikrotik supaya terjaganya fokus mahasiswa saat belajar di laboratorium. Masalah yang terjadi di laboratorium komputer 3 adalah sulitnya mengawasi dan mengatur *bandwidth* tiap komputer sehingga pembagian *bandwidth* tiap komputer tidak merata.

Terkait dengan masalah di Laboratorium 3, penelitian dengan metode HTB sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Salah satunya pada penelitian dengan judul manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode HTB di Farid.net Lukman et al., (2019) dan penelitian lain dengan metode HTB dilakukan yang berjudul dengan membuat Analisis QoS pada Jaringan *Internet* di Universitas Bina Insan Lubuklinggau Menggunakan Metode HTB oleh Armanto and Daulay, (2020) dengan membuat Analisis QoS Pada Jaringan *Internet* di Universitas Bina Insan Lubuklinggau Menggunakan Metode HTB. Berdasarkan perkembangan penelitian diatas metode HTB dengan menggunakan *Router* Mikrotik

mampu memberikan manajemen *bandwidth* yang lebih baik pada jaringan. Dari penelitian terdahulu diatas bisa menjadi solusi untuk laboratorium 3, maka penulis tertarik menerapkan HTB dalam studi kasus Laboratorium Komputer 3 Universitas Dhyana Pura Karena Jaringan Laboratorium Komputer 3 Universitas Dhyana Pura belum memiliki sistem yang dapat menangani kejadian tersebut sehingga pembagian *bandwidth* dalam penerapannya tidak bisa membagi secara optimal dan merata ke setiap perangkat komputer yang terhubung.

Laboratorium 3 komputer Universitas Dhyana Pura merupakan laboratorium untuk media praktikum pembelajaran programing dan multimedia yang sering menggunakan *internet*. Jaringan *internet* Laboratorium Universitas Dhyana Pura menggunakan Router Mikrotik yang menerapkan *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP). Berdasarkan wawancara yang penulis lakukan kepada Kepala Bagian *Information and Communications Technology* (ICT) Universitas Dhyana Pura, ditemukan bahwa sulitnya mengakses *internet* ketika jumlah *user* pada saat beban puncak karena pembagian *bandwidth* yang tidak sesuai untuk setiap *user* mengakibatkan kecepatan *download*, *upload* dan *browsing* tidak merata kepada setiap *user*. Berdasarkan permasalahan diatas, maka diperlukan sebuah penerapan manajemen *bandwidth* yang dapat membantu mengatasi permasalahan sekaligus memudahkan dalam pengelolaan koneksi dalam jaringan.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis tertarik mengajukan penelitian dengan judul” Implementasi Manajemen *Bandwidth* dengan Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB), *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Layer 7* Protokol Menggunakan Router Mikrotik Studi Kasus: Laboratorium Komputer 3 Universitas Dhyana Pura”

METODE

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode pengumpulan data premier dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapatkan melalui data paket *tracer* dan proses wawancara di departemen *Information and Communications Technology* (ICT) Universitas Dhyana Pura

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan melalui jurnal penelitian sebelumnya dan informasi dari *internet* mengenai metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB), *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Layer 7* Protocol. Metode Analisis dan Perancangan

Metode Analisa dan Perancangan

Penelitian ini menggunakan metode analisis dan perancangan dengan konsep SDLC. Dengan tahap analisis, desain, implementasi, testing dan *maintenance*.

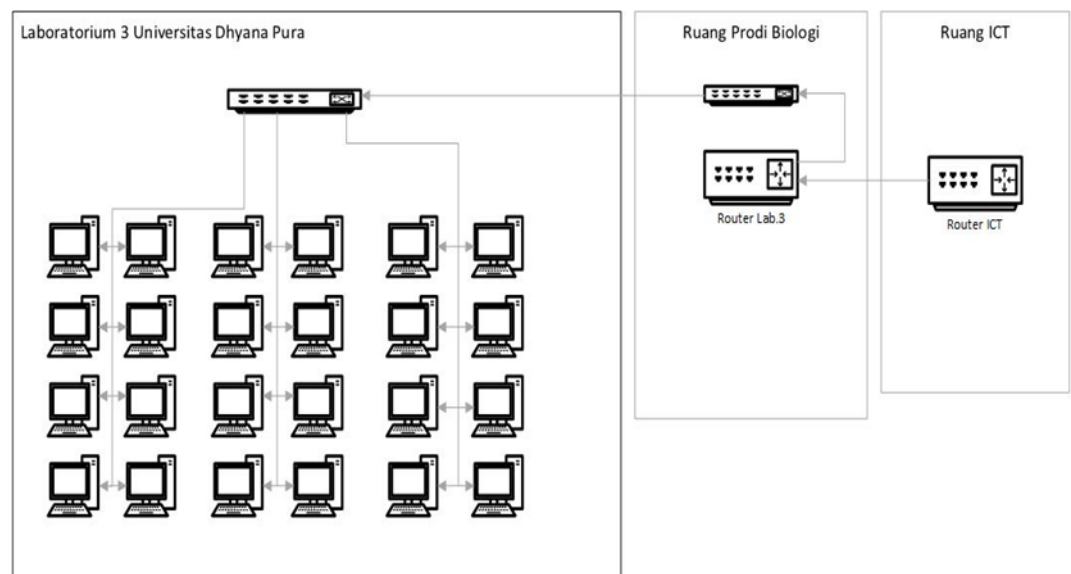
Analisis Kebutuhan Penelitian

Tahap analisis ini menggunakan hasil dari pengumpulan data dari Implementasi yang akan dibuat. Kebutuhan implementasi pada tahap ini didefinisikan menjadi kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional sistem.

1. Kebutuhan sistem fungsional:
 - a. *Input* yaitu, Manajemen *bandwidth* dengan HTB, PCQ dan *Layer 7* Protocol.
 - b. *Proses* yaitu, Penerapan HTB, PCQ dan *Layer 7* Protocol di Mikrotik
 - c. *Output* yaitu, *Bandwidth* total Laboratorium Komputer 3 dan Kuota *bandwidth* masing-masing *Client*.
2. Kebutuhan sistem non-fungsional:
 - a. Kebutuhan perangkat keras
 - Spesifikasi *Router* (Mikrotik)
 - Mikrotik RB951Ui-2HnD 5Port
 - b. Kebutuhan perangkat lunak
 - *Winbox* v3.18
 - Command Prompt

Desain Topologi Jaringan

Desain topologi jaringan Laboratorium komputer 3 Universitas Dhyana Pura adalah sebagai berikut. Jaringan *internet* di hubungkan dari ruangan *Information Communication Technology* (ICT) menggunakan *Router* Mikrotik melalui kabel *Fiber* ke hub pembagian *internet* yang ada di gedung D, kemudian mengarah ke *Router* Mikrotik kusus Laboratorium komputer 3 menggunakan Kabel *Local Area Network* (LAN) kemudian dihubungkan ke hub untuk pembagian jaringan ke masing-masing komputer yang ada diruangan Laboratorium komputer 3 dengan gambar 1.



Gambar 1. Desain Topologi Jaringan Laboratorium 3 Universitas Dhyana Pura

Implementasi Manajemen *Bandwidth*

1. Melakukan upaya manajemen *bandwidth* pada jaringan komputer di laboratorium komputer Universitas Dyana Pura dengan metode HTB, PCQ dan *Layer 7* Protocol.

- Melakukan penelitian tentang pengaruh manajemen *bandwidth* dengan metode HTB terhadap *user* yang melakukan *download*, *upload* dan *browsing* di laboratorium komputer Universitas Dhyana Pura.

Testing Manajemen *Bandwidth*

- Pengujian *download*, *upload* dan *browsing* pada masing-masing *Client* yang sudah di bagi oleh *winbox* perPC
- Memonitoring *Client* pada *winbox* apakah sudah sesuai dengan pengaturan pembagian *bandwidth* yang sudah ditentukan oleh admin

Maintenance Manajemen *Bandwidth*

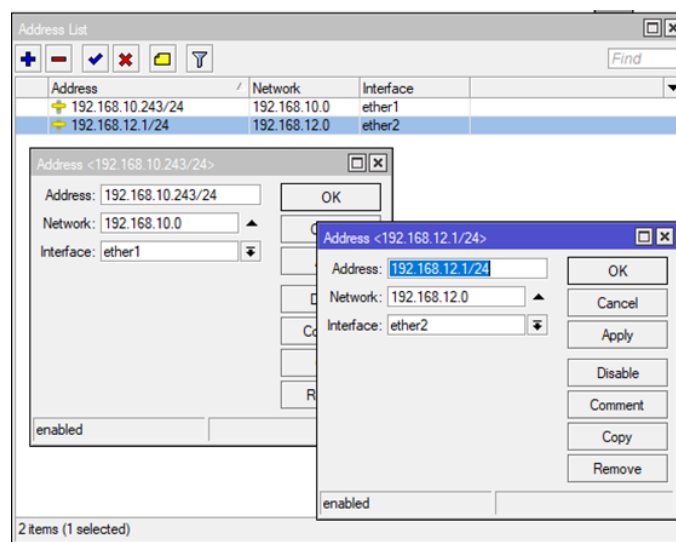
Melakukan penyesuaian *bandwidth* pada *winbox* bila belum sesuai dengan manajemen *bandwidth* yang sudah ditentukan seperti ada penambahan PC *Client* atau *Bandwidth*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

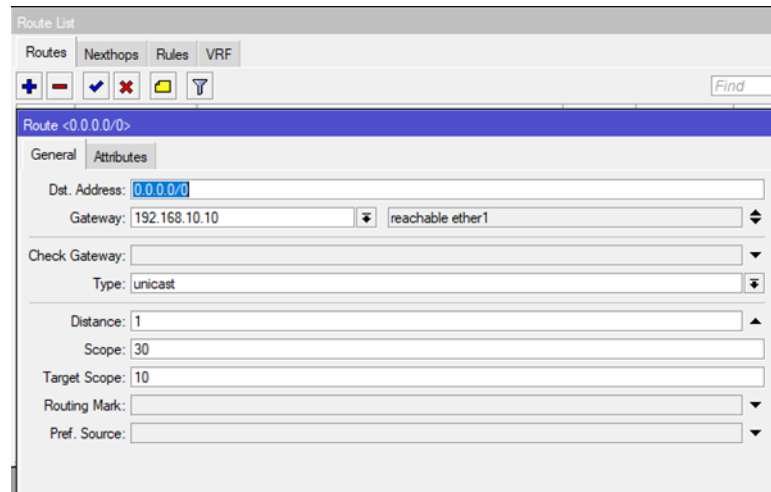
Setup mikrotik HTB dengan PCQ

Pada penelitian ini peneliti menggunakan koneksi *internet* yang di berikan oleh server pusat sebesar 20 Mb dan mikrotik *Routerboard* model 951ui 2hnd, yang peneliti gunakan dalam penelitian ini hanya port 1 dan port 2. Port 1 digunakan sebagai penerima *internet* dan port 2 sebagai penyalur *internet* kepada *Client*, port 1 menggunakan Ip Adress 192.168.10.243/24 sedangkan port 2 menggunakan Ip Adress 192.168.12.1/24 dengan setingan *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) kepada *Client* seperti pada gambar 2.



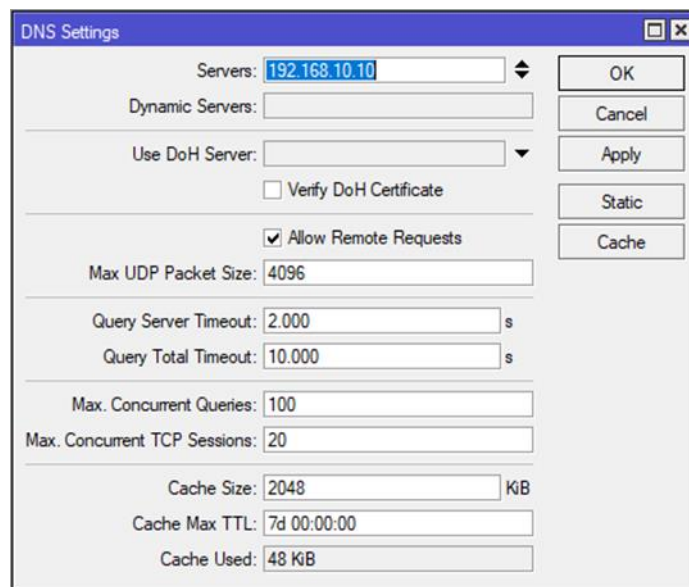
Gambar 2. Ip Address Port 1 dan Port

Gateway yang digunakan adalah 192.168.10.10 seperti pada gambar 3.



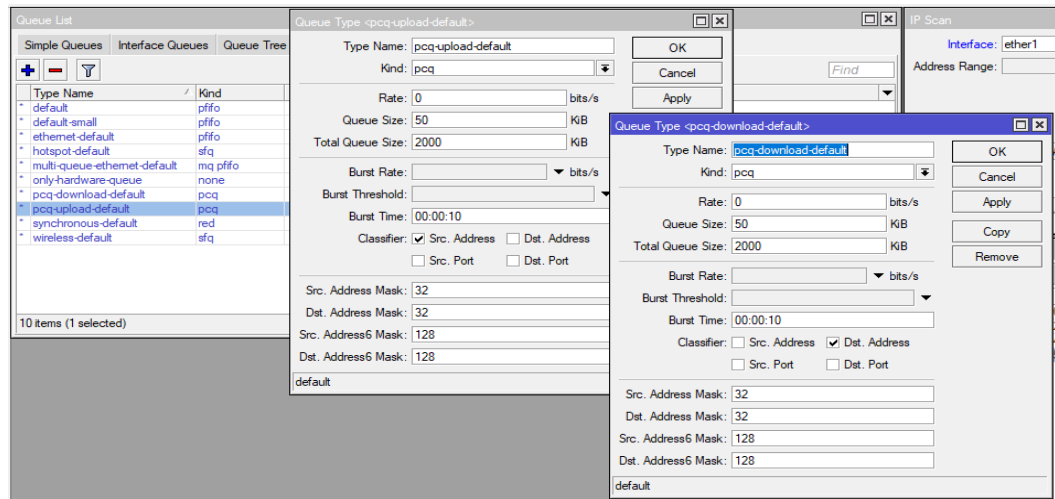
Gambar 3. Gateway yang Digunakan pada Mikrotik

DNS yang digunakan adalah 192.168.10.10 seperti pada gambar 4.



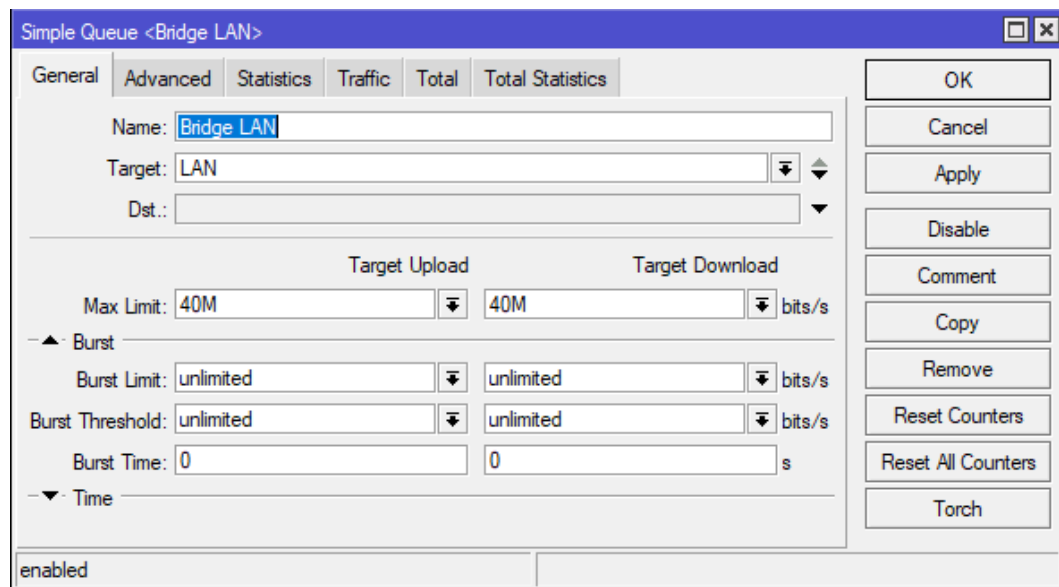
Gambar 4. DNS yang Digunakan pada Mikrotik

Pada mikrotik sudah disediakan metode PCQ dengan nama *pcq-download-default* dan *pcq-upload-default* yang berada pada menu *queue types* pada *queue list*. *Pcq-download-default* digunakan untuk pembagian *download* secara merata sedangkan *pcq-upload-default* digunakan untuk pembagian *upload* secara merata. Bisa dilihat pada gambar 5.



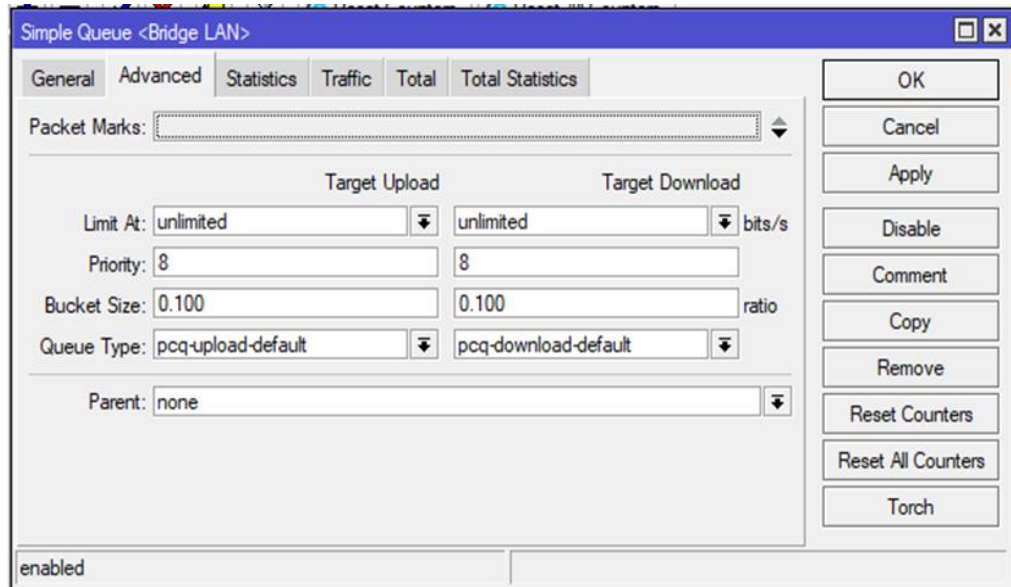
Gambar 5. Default Metode PCQ yang ada pada Mikrotik

Peneliti menggunakan port 2 sebagai *Parent* untuk menerapkan pembagian PCQ pada *Client* dengan pengaturan sebagai berikut. Pada simple *queue* peneliti membuat 1 *queue* dengan nama *Bridge LAN* dengan max limit 40 Mb, sesuai dengan gambar 6.



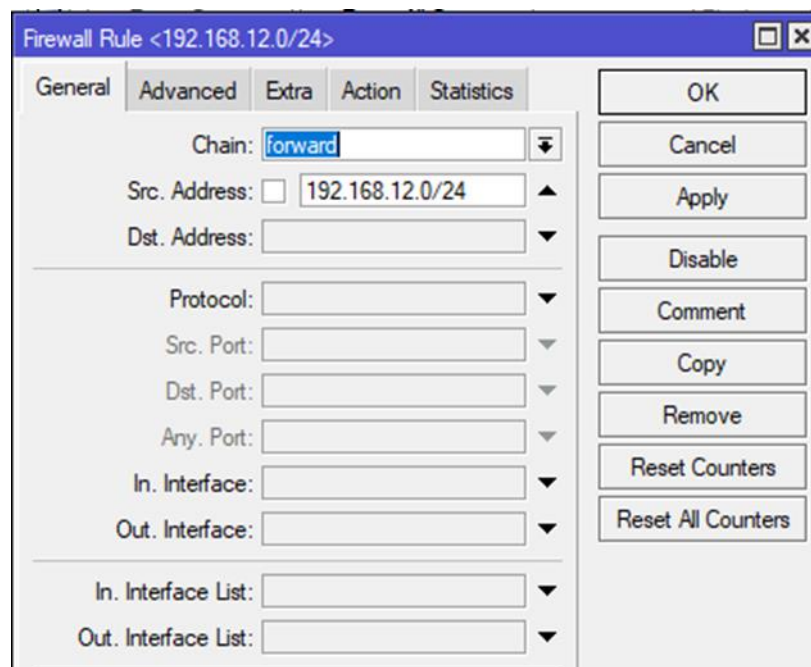
Gambar 6. Pengaturan Parent Bridge LAN pada Tab General

Pada tab *Advanced* menggunakan *pcq-download-default* pada target *download* dan *pcq-upload-default* pada target *download* seperti gambar 7.



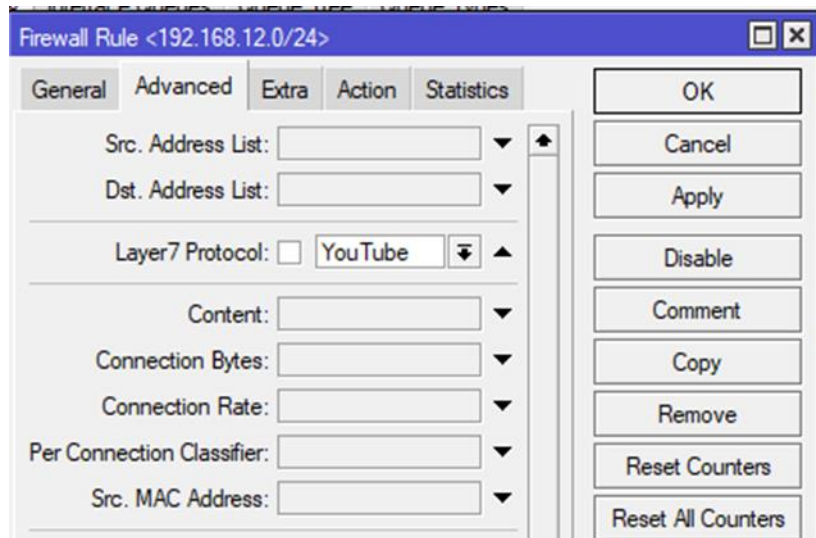
Gambar 7. Pengaturan *Parent Bridge LAN* pada Tab *Advanced*

Setup ke dua di lakukan pada *filter rule* di firewall untuk melakukan *drop* pada paket *youtube* supaya tidak bisa di akses. Pada *Tab General* pilih *Chain forward* dan *Src. Address 192.168.12.0/24* pada gambar 8.



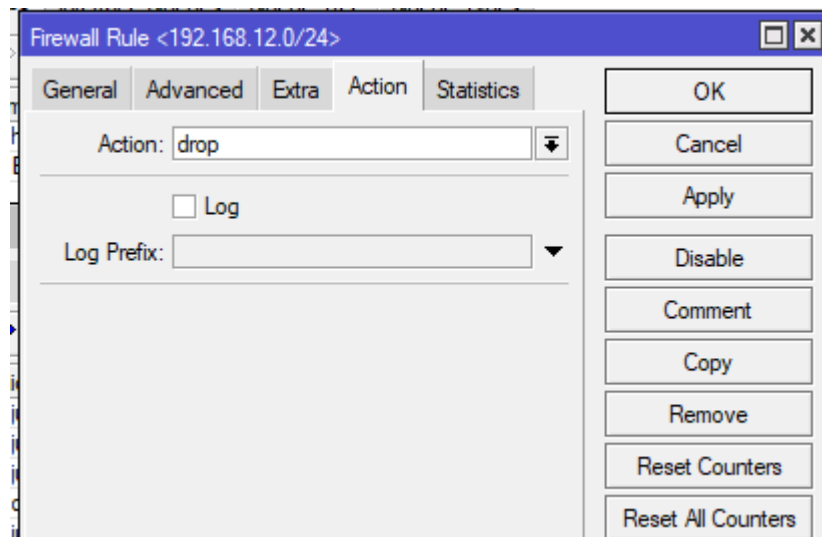
Gambar 8. Pengaturan pada *Tab General*

Pada tab *Advanced* untuk *Layer 7 Protocol* pilih *Youtube* yang telah di buat di *Regxp* seperti gambar 9.



Gambar 9. Pengaturan pada Tab *Advanced*

Pada *tab action* pilih *Action drop* untuk memblokir paket data yang di akses oleh *Client*. Pada gambar 10.



Gambar 10. Pengaturan pada Tab *Action*

Pembahasan

Metode HTB dan PCQ yang di terapkan pada *Router* ke *Client*

Pengujian metode HTB dan PCQ dilakukan menggunakan simple *queue* untuk membuat *queue parent* dan *child*, pada *parent* sudah di terapkan PCQ dan di berikan *bandwidth* sebesar 20Mb di bagi dengan 9 *child* atau *Client* di perkirakan akan mendapat *bandwidth* kurang lebih 2,20Mb pada masing-masing *Client* dan pengujian dilakukan pada

download dan *upload*. Komputer *Client* yang akan di pakai untuk pengujian memiliki spesifikasi sebagai berikut pada tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi komputer *Client* pada laboratorium 3

NAMA KOMPUTER	SPESIFIKASI
Kom1	Prosesor: Intel Core i 5/3330/3.00Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Gigabyte GA-B75M-HD3/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom5	Prosesor: core i 5/3470/3.20Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Intel H61/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom7	Prosesor: Intel Pentium/G2010/2.80Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Gigabyte GA-B75M-HD3/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom11	Prosesor: Intel Core i 5/3330/3.00Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Gigabyte GA-B75M-HD3/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom12	Prosesor: Intel Core i 5/3330/3.00Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/2GB Motherboard: Gigabyte GA-B75M-HD3/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom14	Prosesor: core i 5/3470/3.20Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Intel H61/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom15	Prosesor: Intel Core i 5/3330/3.00Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Gigabyte GA-B75M-HD3/ <i>ivyBridge</i> OS : Windows 7
Kom17	Prosesor: Intel Core i 5/7400/3.00Ghz/ <i>kabylake</i> RAM: DDR 4/4GB Motherboard: Gigabyte H110M-DS2/ <i>kabylake</i> HDD: OS : Windows 10
Kom20	Prosesor: core i 5/3470/3.20Ghz/ <i>ivyBridge</i> RAM: DDR 3/4GB Motherboard: Intel H61/ <i>ivyBridge</i> HDD: OS : Windows 7

1. Pengujian *download* pada *Client* sebelum dan sesudah menggunakan metode PCQ.

Pada pengujian *download* beban yang didapat dengan cara setiap *Client* mengakses video *youtube* dengan video resolusi 4K *Client* di menit pertama, ke dua dan ke tiga sebelum metode PCQ di aktifkan bisa dilihat pada gambar 11, 12 dan 13

Pada saat PCQ belum di aktifkan terlihat pada gambar 11 di menit pertama bahwa komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 5 yaitu 0 bps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 7 dan 11 mendapat *bandwidth* 3 Mbps.

#	Name	Target	Download Max Limit	Download	Total M
0	PCQ	ether2 - LabKom 3	20M	19.3 Mbps	
1	kom1	192.168.100.53	20M	1918.8 kbps	
2	kom5	192.168.100.62	20M	0 bps	
3	kom7	192.168.100.54	20M	3.0 Mbps	
4	kom11	192.168.100.61	20M	3.0 Mbps	
5	kom12	192.168.100.200	20M	583.8 kbps	
6	kom14	192.168.100.59	20M	2.4 Mbps	
7	kom15	192.168.100.56	20M	2.8 Mbps	
8	kom17	192.168.100.55	20M	2.2 Mbps	
9	kom20	192.168.100.52	20M	3.1 Mbps	

Gambar 11. Menit Pertama Sebelum PCQ Diaktifkan

Pada menit ke dua komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 5 yaitu 160 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 20 mendapat *bandwidth* 3.1 Mbps.

#	Name	Target	Download Max Limit	Download	Tc
0	PCQ	ether2 - LabKom 3	20M	16.9 Mbps	
1	kom1	192.168.100.53	20M	160.5 kbps	
2	kom5	192.168.100.62	20M	619.7 kbps	
3	kom7	192.168.100.54	20M	680.0 kbps	
4	kom11	192.168.100.61	20M	2.4 Mbps	
5	kom12	192.168.100.200	20M	1325.1 kbps	
6	kom14	192.168.100.59	20M	2.9 Mbps	
7	kom15	192.168.100.56	20M	2.9 Mbps	
8	kom17	192.168.100.55	20M	2.6 Mbps	
9	kom20	192.168.100.52	20M	3.1 Mbps	

Gambar 12. Menit ke Dua Sebelum PCQ Diaktifkan

Pada gambar 13 di menit ke tiga komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 17 yaitu 158 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 15 mendapat *bandwidth* 3.0 Mbps.

#	Name	Target	Download Max Limit	Download
0	PCQ	ether2 - LabKom 3	20M	18.4 Mbps
1	kom1	192.168.100.53	20M	359.0 kbps
2	kom5	192.168.100.62	20M	1660.0 kbps
3	kom7	192.168.100.54	20M	2.9 Mbps
4	kom11	192.168.100.61	20M	2.5 Mbps
5	kom12	192.168.100.200	20M	2.9 Mbps
6	kom14	192.168.100.59	20M	2.7 Mbps
7	kom15	192.168.100.56	20M	3.0 Mbps
8	kom17	192.168.100.55	20M	158 bps
9	kom20	192.168.100.52	20M	2.2 Mbps

Gambar 13. Menit ke Tiga Sebelum PCQ Diaktifkan

Pada pengujian *download Client* di menit pertama, ke dua dan ke tiga setelah menggunakan metode PCQ di aktifkan bisa dilihat pada gambar 14, 15 dan 16. Setelah PCQ di aktifkan Terlihat pada gambar 14 di menit pertama komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 7 yaitu 542,8 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 20 mendapat *bandwidth* 2,6 Mbps.

#	Name	Target	Download Max Limit	Download
0	PCQ	ether2 - LabKom 3	20M	17.8 Mbps
1	kom1	192.168.100.53	20M	1304.7 kbps
2	kom5	192.168.100.62	20M	2.4 Mbps
3	kom7	192.168.100.54	20M	542.8 kbps
4	kom11	192.168.100.61	20M	2.4 Mbps
5	kom12	192.168.100.200	20M	2.0 Mbps
6	kom14	192.168.100.59	20M	2.3 Mbps
7	kom15	192.168.100.56	20M	2.3 Mbps
8	kom17	192.168.100.55	20M	1795.0 kbps
9	kom20	192.168.100.52	20M	2.6 Mbps

Gambar 14. Menit Pertama Setelah PCQ Diaktifkan

Pada menit ke dua gambar 15 pada menit ke dua komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 14 yaitu 1121,2 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 12 mendapat *bandwidth* 2,4 Mbps.

#	Name	Target	Download Max Limit	Download
0	PCQ	ether2 - LabKom 3	20M	17.2 Mbps
1	kom1	192.168.100.53	20M	1167.5 kbps
2	kom5	192.168.100.62	20M	1610.1 kbps
3	kom7	192.168.100.54	20M	2.2 Mbps
4	kom11	192.168.100.61	20M	2.2 Mbps
5	kom12	192.168.100.200	20M	2.4 Mbps
6	kom14	192.168.100.59	20M	1121.2 kbps
7	kom15	192.168.100.56	20M	2.2 Mbps
8	kom17	192.168.100.55	20M	2.0 Mbps
9	kom20	192.168.100.52	20M	2.1 Mbps

Gambar 15. Menit ke Dua Setelah PCQ Diaktifkan

Pada gambar 16 di menit ke tiga komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 1 yaitu 1497,8 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 17 mendapat *bandwidth* 2,8 Mbps.

#	Name	Target	Download Max Limit	Download
0	PCQ	ether2 - LabKom 3	20M	17.9 Mbps
1	kom1	192.168.100.53	20M	1497.8 kbps
2	kom5	192.168.100.62	20M	1756.6 kbps
3	kom7	192.168.100.54	20M	2.6 Mbps
4	kom11	192.168.100.61	20M	1725.1 kbps
5	kom12	192.168.100.200	20M	1664.2 kbps
6	kom14	192.168.100.59	20M	1866.5 kbps
7	kom15	192.168.100.56	20M	1862.7 kbps
8	kom17	192.168.100.55	20M	2.8 Mbps
9	kom20	192.168.100.52	20M	2.1 Mbps

Gambar 16 Menit ke Tiga Setelah PCQ Diaktifkan

2. Pengujian *upload* pada *Client* sebelum dan sesudah menggunakan metode PCQ.

Pada saat PCQ belum diaktifkan terlihat pada gambar 17 di menit pertama bahwa komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 20 yaitu 275,1 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 1, 7 dan 11 mendapat *bandwidth* 3,5 Mbps.

#	Name	Target	Packet Marks	Upload Avg. Rate	Upload
0	PCQ	ether2 - LabKom 3		20.1 Mbps	20.0 Mbps
1	kom1	192.168.100.53		3.8 Mbps	3.5 Mbps
5	kom5	192.168.100.62		814.5 kbps	1311.1 kbps
3	kom7	192.168.100.54		3.9 Mbps	3.5 Mbps
4	kom11	192.168.100.61		3.8 Mbps	3.5 Mbps
5	kom12	192.168.100.200		742.5 kbps	1001.4 kbps
6	kom14	192.168.100.59		342.2 kbps	291.3 kbps
7	kom15	192.168.100.56		752.4 kbps	872.1 kbps
8	kom17	192.168.100.55		762.4 kbps	791.3 kbps
9	kom20	192.168.100.52		241.4 kbps	275.1 kbps

Gambar 17. Pengujian *Upload* Menit Pertama Sebelum PCQ Diaktifkan

Pada gambar 18 di menit ke dua komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 14 yaitu 418,3 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 7 dan 11 mendapat *bandwidth* 5,1 Mbps.

#	Name	Target	Packet Marks	Upload Avg. Rate	Upload
0	PCQ	ether2 - LabKom 3		20.3 Mbps	26.7 Mbps
1	kom1	192.168.100.53		782.5 kbps	866.8 kbps
2	kom5	192.168.100.62		894.9 kbps	1094.0 kbps
3	kom7	192.168.100.54		3.8 Mbps	5.1 Mbps
4	kom11	192.168.100.61		3.8 Mbps	5.1 Mbps
5	kom12	192.168.100.200		822.6 kbps	1011.3 kbps
6	kom14	192.168.100.59		331.8 kbps	418.3 kbps
7	kom15	192.168.100.56		832.7 kbps	1011.4 kbps
8	kom17	192.168.100.55		832.7 kbps	1075.5 kbps
9	kom20	192.168.100.52		301.8 kbps	483.0 kbps

Gambar 18. Pengujian *Upload* Menit Kedua Sebelum PCQ Diaktifkan

Pada gambar 19 di menit ke tiga komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 20 yaitu 178,8 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 7 dan 11 mendapat *bandwidth* 4,4 Mbps.

#	Name	Target	Packet Marks	Upload Avg. Rate	Upload
0	PCQ	ether2 - LabKom 3		20.2 Mbps	20.8 Mbps
1	kom1	192.168.100.53		3.7 Mbps	1698.8 kbps
2	kom5	192.168.100.62		1086.5 kbps	1228.2 kbps
3	kom7	192.168.100.54		3.7 Mbps	4.4 Mbps
4	kom11	192.168.100.61		3.8 Mbps	4.4 Mbps
5	kom12	192.168.100.200		892.9 kbps	830.1 kbps
6	kom14	192.168.100.59		392.3 kbps	396.3 kbps
7	kom15	192.168.100.56		722.4 kbps	909.1 kbps
8	kom17	192.168.100.55		812.7 kbps	869.6 kbps
9	kom20	192.168.100.52		231.4 kbps	178.8 kbps

Gambar 19. Pengujian *Upload* Menit Ketiga Sebelum PCQ Diaktifkan

Pada pengujian *upload Client* di menit pertama, ke dua dan ke tiga setelah metode PCQ di aktifkan bisa dilihat pada gambar 20, 21 dan 22.

Pada gambar 20 dimenit ke pertama komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 12 dan 17 yaitu 327,5 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 1 dan 11 mendapat *bandwidth* 5,0 Mbps.

#	Name	Target	Packet Marks	Upload Avg. Rate	Upload
0	PCQ	ether2 - LabKom 3		20.1 Mbps	0 bps
1	kom1	192.168.100.53		3.5 Mbps	5.0 Mbps
2	kom5	192.168.100.62		985.4 kbps	1244.0 kbps
3	kom7	192.168.100.54		3.7 Mbps	4.9 Mbps
4	kom11	192.168.100.61		3.7 Mbps	5.0 Mbps
5	kom12	192.168.100.200		391.2 kbps	327.5 kbps
6	kom14	192.168.100.59		120.7 kbps	120.9 kbps
7	kom15	192.168.100.56		391.2 kbps	327.5 kbps
8	kom17	192.168.100.55		371.3 kbps	327.7 kbps
9	kom20	192.168.100.52		3.1 Mbps	4.4 Mbps

Gambar 20 Pengujian *Upload* Menit Pertama Setelah PCQ Diaktifkan

Pada gambar 21 di menit kedua komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 14 yaitu 418,3 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 7 dan 11 mendapat *bandwidth* 5,1 Mbps.

#	Name	Target	Packet Marks	Upload Avg. Rate	Upload
0	PCQ	ether2 - LabKom 3		20.2 Mbps	0 bps
1	kom1	192.168.100.53		3.6 Mbps	3.4 Mbps
2	kom5	192.168.100.62		975.4 kbps	783.5 kbps
3	kom7	192.168.100.54		3.6 Mbps	3.4 Mbps
4	kom11	192.168.100.61		3.6 Mbps	3.5 Mbps
5	kom12	192.168.100.200		341.0 kbps	372.3 kbps
6	kom14	192.168.100.59		321.7 kbps	149.2 kbps
7	kom15	192.168.100.56		351.2 kbps	390.8 kbps
8	kom17	192.168.100.55		371.1 kbps	372.2 kbps
9	kom20	192.168.100.52		3.0 Mbps	2.9 Mbps

Gambar 21 Pengujian *upload* menit kedua setelah PCQ Diaktifkan

Pada gambar 22 di menit ke tiga komputer dengan *bandwidth* terendah adalah komputer 15 yaitu 367,0 kbps dan komputer yang mendapat *bandwidth* tertinggi adalah komputer 1 mendapat *bandwidth* 4,8 Mbps.

#	Name	Target	Packet Marks	Upload Avg. Rate	Upload
0	PCQ	ether2 - LabKom 3		20.1 Mbps	12.2 Mbps
1	kom1	192.168.100.53		3.5 Mbps	4.8 Mbps
2	kom5	192.168.100.62		643.5 kbps	665.4 kbps
3	kom7	192.168.100.54		3.5 Mbps	4.8 Mbps
4	kom11	192.168.100.61		3.5 Mbps	4.7 Mbps
5	kom12	192.168.100.200		431.5 kbps	471.9 kbps
6	kom14	192.168.100.59		301.6 kbps	367.7 kbps
7	kom15	192.168.100.56		491.7 kbps	367.0 kbps
8	kom17	192.168.100.55		522.1 kbps	420.3 kbps
9	kom20	192.168.100.52		3.0 Mbps	4.2 Mbps

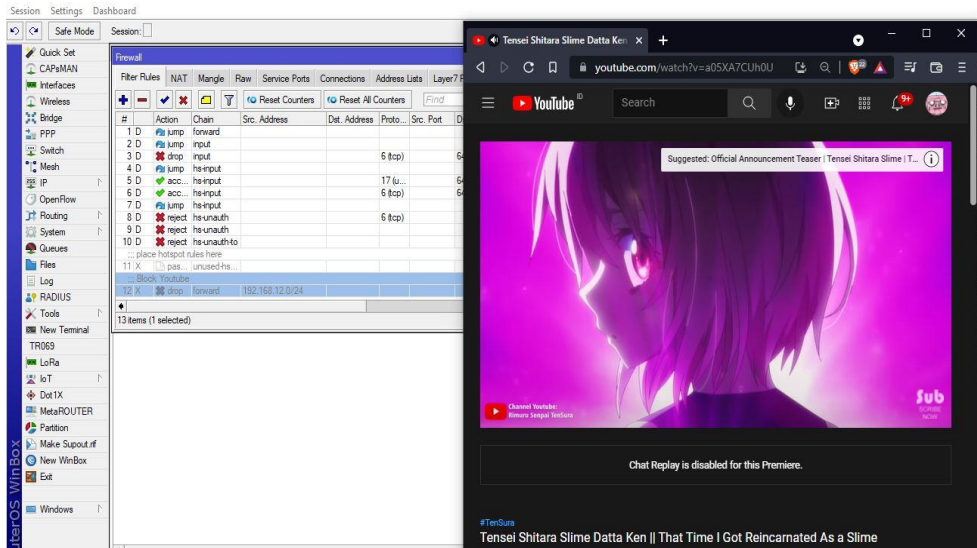
Gambar 22 Pengujian *Upload Client* di Menit ke Tiga

Pengujian Metode *Layer 7* Protocol

Layer 7 Protocol merupakan seperangkat peraturan atau prosedur dengan 7 lapisan atau disebut juga 7 layer OSI adalah sebuah model arsitektural jaringan yang dikembangkan oleh badan International Organization for Standardization (ISO) di Eropa pada tahun 1977. Pengujian metode *Layer 7* protocol dilakukan pada website *youtube*

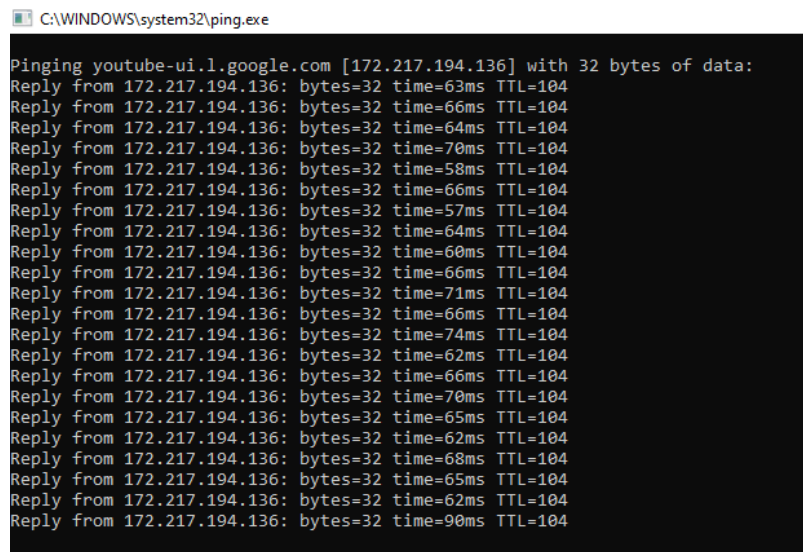
bertujuan untuk mencegah akses paket dari *youtube* ke komputer *Client* menggunakan firewall untuk drop paket dan wireshark untuk pembuktian apakah *youtube* berhasil di block seperti gambar 24, 25 ,26 dan 27 berikut ini.

Pada gambar 24 tampilan mikrotik dan *youtube* sebelum filter di aktifkan terlihat website *youtube* masih bisa di akses.



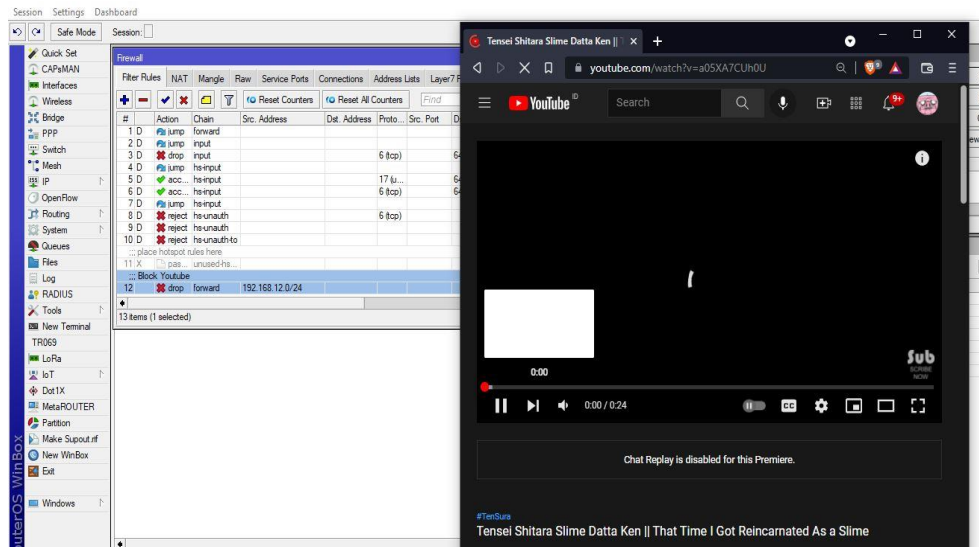
Gambar 24 Tampilan Mikrotik dan Youtube Sebelum Filter Diaktifkan

Pada gambar 25 Tampilan command prompt sebelum filter di aktifkan terlihat masih ada respond dari server *youtube*.



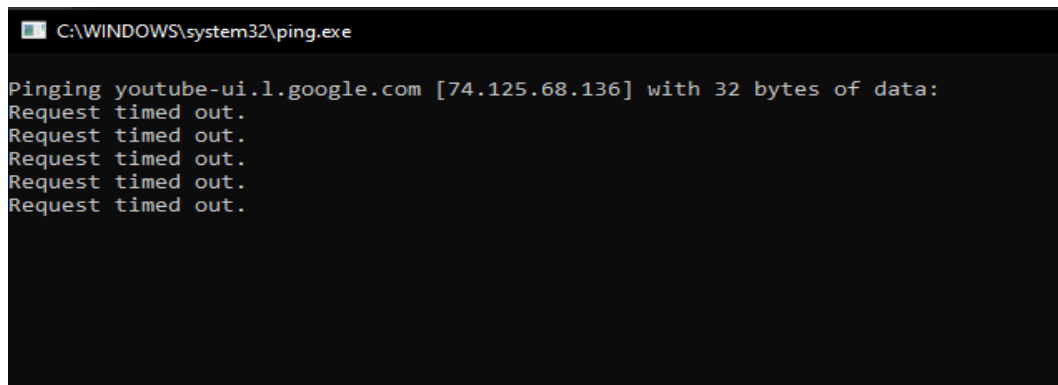
Gambar 25 Tampilan Command Prompt Sebelum Filter Diaktifkan

Saat filter diaktifkan terlihat pada Gambar 26 *youtube* bisa diakses tetapi tidak bisa melakukan *download* file video.



Gambar 26. Tampilan Mikrotik dan Youtube setelah Filter Diaktifkan

Pada command prompt gambar Gambar 27 terlihat komputer *Client* mendapatkan request timed out server *youtube* tidak merespon



Gambar 27. Tampilan command prompt setelah filter diaktifkan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Implementasi Manajemen *Bandwidth* dengan Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) menggunakan *Router* mikrotik maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan metode HTB yang di lengkapi dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Layer 7 Protocol* berhasil meningkatkan efektifitas jaringan komputer di laboratorium 3 komputer Universitas Dhyana Pura. Kesimpulan ini diambil dari perbandingan pemerataan hasil *download* dan *upload* pada komputer sebelum dan sesudah pengujian. Sebelum melakukan penerapan manajemen *bandwidth* bisa dilihat ada beberapa komputer tidak mendapatkan *bandwidth* secara maksimal yaitu 0 Mbps dan setelah menerapkan manajemen *bandwidth* ada peningkatan mendekati pemerataan yang di

harapkan yaitu 2.22 Mbps per *Client*, dan keberhasilan dalam penerapan *Layer 7 Protocol* untuk mencegah akses ke salah satu website yaitu *youtube* bila tidak di perlukan.

SARAN

Adapun beberapa saran yang diberikan kepada peneliti berikutnya apabila ingin mengembangkan sistem yang telah dibuat ini agar menjadi lebih baik adalah Implementasi Manajemen *Bandwidth* dengan HTB dapat di kembangkan lagi dengan menambah kriteria pendukung QOS dan pada *Layer 7 Protocol* bisa ditambahkan program lainnya yang mungkin mengurangi konsentrasi mahasiswa saat proses pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “IMPLEMENTASI MANAJEMEN *BANDWIDTH* DENGAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB)* MENGGUNAKAN *ROUTER MIKROTIK*”.

Penulis menyadari dalam pembuatan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan doa dari semua pihak, begitu banyak pengarahan dan bantuan dari semua pihak terutama pihak perusahaan yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas sehingga dapat melaksanakan penelitian ini dengan baik. Oleh karena itu penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, yang telah memberikan doa, semangat, dukungan, dan motivasi selama melakukan studi.
2. Bapak Gerson Feoh, S.Kom., MT sebagai Dosen Pembimbing
3. Bapak Putu Wida Gunawan, S.Si., M.Cs sebagai Dosen Pembimbing.
4. Bapak Agus Tommy Adi P K, ST., MT, sebagai Kepala departemen *Information and Communications Technology (ICT)* Universitas Dhyana Pura Bali
5. Semua teman – teman di Prodi Teknik Informatika Universitas Dhyana Pura angkatan 2015, 2016 & 2017
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang terlibat dalam penyusunan Skripsi ini sehingga dapat selesai dengan baik.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala bantuan yang diberikan kepada Penulis. Penulis menyadari sebagai manusia biasa yang banyak memiliki kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran, dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi Penulis dan umumnya bagi para pembaca. Akhir kata semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi berkat dan penyertaan-Nya kepada kita semua untuk bersyukur dan mencintai ilmu pengetahuan yang tentunya akan berguna bagi diri pribadi, keluarga serta masyarakat dan Negara. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, T. (2018) *Implementasi Manajemen Bandwidth Router Mikrotik Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Di Smk Bina Mandiri, Fakultas TeKnik Universitas Negeri Jakarta.*
- Andika, A. and Susanti, F. (2018) *Pengaruh Marketing Mix Terhadap Keputusan Pembelian Parfum di Azzwars Parfum Lubeg Padang.* INA-Rxiv. doi: 10.31227/osf.io/upgc3.
- Armanto, A. and Daulay, N. K. (2020) 'Analisis Quality of Service (QOS) Pada Jaringan *Internet* di Universitas Bina Insan Lubuklinggau Menggunakan Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB)', *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 3(1). doi: 10.32502/digital.v3i1.2471.
- Atmadja, N. P. (2015) *Implementasi Algoritma Hierarchy Token Bucket Untuk Manajemen Bandwidth Pada Studi Kasus CV. Kopi Bendoro Indonesia Cabang Pondok Labu.* Available at: <http://repository.upnvj.ac.id> (Accessed: 9 April 2021).
- Helmy, D., Priyanto, H. and Srimurdianti, A. S. (2015) *Analisis dan Perbandingan Implementasi Metode Simple Queue Dengan Hierarchical Token Bucket (HTB) (Studi Kasus Makosat Brimob Polda Kalbar), JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi).* Available at: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/11401> (Accessed: 9 April 2021).
- Kurnia, D. (2017) 'Analisis QOS Pada Pembagian *Bandwidth* Dengan Metode *Layer 7 Protocol*, PCQ, HTB dan Hotspot di SMK Swasta Al-Washliyah Pasar Senen', *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 2(2). doi: 10.24114/CESS.V2I2.6541.
- Lisnawita (2016) *Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket - Repository Universitas Lancang Kuning.* Available at: <https://repository.unilak.ac.id/292/> (Accessed: 9 April 2021).
- Lukman, L. *et al.* (2019) 'Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di Farid.net', *Creative Information Technology Journal*, 5(3). doi: 10.24076/citec.2018v5i3.237.
- Riadi, I. (2016) 'Optimalisasi Keamanan Jaringan Menggunakan Pemfilteran Aplikasi Berbasis Mikrotik Pendahuluan Landasan Teori', *JUSI, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta*, 1(1).
- Siregar, S. (2016) 'Analisa Algoritma Hierarchy Token Bucket Dalam Pembagian *Bandwidth Internet* Pada Setiap Komputer *Client* Berbasis Mikrotik Pada STMIK Budidarma', *Jurnal Ilmiah INFOTEK*, 1(1). Available at: <http://www.stmik-budidarma.ac.id/> (Accessed: 9 April 2021).
- Soba, S. K. T., Rachmawati, Y. and Raharjo, S. (2015) *Pada Implementasi Video*



Streaming, Jurnal Jarkom. Available at:
<https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jarkom/article/view/944> (Accessed:
9 April 2021).

Wulandari, R. (2016) *Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI)*, *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*. doi:
10.28932/JUTISI.V2I2.620.