

MANAJEMEN *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN METODE *SIMPLE QUEUE* & *QUEUE TREE* DENGAN TIPE PENJADWALAN PCQ PADA *HOTSPOT* MIKROTIK WISMA MUSLIM

Inggar Prihartini Eka Putri¹, Joko Triyono², Edhy Sutanta³

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

E-mail: ¹inggarpep@gmail.com, ²jack@akprind.ac.id, ³edhy_sst@akprind.ac.id

ABSTRACT

Wisma Muslim as a residence that provides hotspot facilities, to managing the network still requires bandwidth management and also microtic security to minimize attacks on the microtic. This study applies a simple queue and queue tree method with PCQ scheduling type. The test was carried out for 5 days using 10 s on a bandwidth capacity of 10 Mbps. The test was carried with video streaming activities. Increased security is also done by implementing youtube limits, single connection with IDM, disable ports, change ports, available from, and allowed addresses on the microtic. QoS parameters used are throughput, delay, packet loss, and jitter. From the test results using simple queue bandwidth management the average value of the index obtained by 3 and in the satisfactory category. While for bandwidth management using a queue tree the average value of the index obtained is 2.75 and in the unsatisfactory category. The application of security features also limits bandwidth usage and microtic privileges.

Keywords: *Simple Queue, Queue Tree, PCQ, Bandwidth Management, Mikrotik.*

INTISARI

Wisma Muslim sebagai hunian yang menyediakan fasilitas *hotspot*, dalam pengelolaan jaringannya masih memerlukan manajemen *bandwidth* dan juga keamanan mikrotik untuk meminimalisir serangan terhadap mikrotik. Penelitian ini menerapkan metode *simple queue* dan *queue tree* dengan tipe penjadwalan PCQ. Pengujian dilakukan selama 5 hari dengan menggunakan 10 *client* pada kapasitas *bandwidth* sebesar 10 Mbps. Pengujian dilakukan dengan aktivitas video *streaming*. Peningkatan keamanan juga dilakukan dengan menerapkan *limit youtube*, *single connection* dengan IDM, *disable port*, ubah *port*, *available from*, dan *allowed address* pada mikrotik. Parameter QoS yang digunakan adalah *throughput*, *delay*, *packet loss*, dan *jitter*. Dari hasil pengujian menggunakan manajemen *bandwidth simple queue* nilai rata-rata indeks yang didapatkan sebesar 3 dan dalam kategori memuaskan. Sementara untuk manajemen *bandwidth* menggunakan *queue tree* nilai rata-rata indeks yang didapatkan sebesar 2,75 dan dalam kategori kurang memuaskan. Penerapan fitur keamanan juga membatasi penggunaan *bandwidth* dan hak akses ke mikrotik

Kata Kunci: *Simple Queue, Queue Tree, PCQ, Manajemen Bandwidth, Mikrotik.*

PENDAHULUAN

Hotspot yang ada di Wisma Muslim merupakan layanan *internet* berbayar di sebuah provider layanan *internet* di Yogyakarta, yaitu BizNet. Akses *hotspot* untuk pengguna sendiri disalurkan kepada pengguna Wisma Muslim dengan cara membayar iuran setiap bulan dan tidak termasuk biaya sewa. Dalam pengelolaannya jaringan *internet* di Wisma Muslim dikelola oleh seorang administrator. Namun dalam penggunaannya masih terdapat permasalahan dari segi manajemen *bandwidth*. Hal ini mengakibatkan koneksi yang tidak stabil seperti *delay* dan *lagging*. Manajemen *bandwidth* yang diterapkan di Wisma Muslim menggunakan metode *queue tree*. Penelitian ini menerapkan metode *simple queue* dan *queue tree* menggunakan tipe penjadwalan *Per Connection Queue* (PCQ) pada *hotspot* Wisma Muslim. Selain itu juga dilakukan peningkatan keamanan jaringan mikrotik yang ada untuk meminimalisir serangan dari luar, mengingat keamanan jaringan ini merupakan hal penting dalam pengelolaan jaringan.

Permasalahan yang diangkat adalah bagaimana manajemen *bandwidth internet* yang tersedia bisa mencukupi setiap *user* dengan menerapkan metode *simple queue* dan *queue tree* menggunakan tipe penjadwalan PCQ. Serta bagaimana meningkatkan keamanan mikrotik untuk meminimalisir dari serangan luar.

Pada penelitian ini membatasi hal hal sebagai berikut :

1. Manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* dengan tipe penjadwalan PCQ.
2. Pengujian menggunakan metode *Quality of Service (QoS)* dengan parameter *throughput, delay, packet loss, dan jitter*.
3. Pengujian dilakukan selama 5 hari .
4. Pengujian menggunakan 10 *client*.
5. Pengujian dilakukan pada aktivitas *video streaming*.
6. Pengujian dilakukan pada ukuran *bandwidth* 10 Mbps.
7. Pengujian menggunakan *hotspot profiles*.
8. Fitur keamanan yang diterapkan menggunakan *limit youtube, single connection* dengan IDM, *disable port, ubah port, available from, dan allowed address* pada mikrotik.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *simple queue* dan *queue tree* menggunakan tipe penjadwalan PCQ pada *hotspot* Wisma Muslim, dan meningkatkan keamanan mikrotik untuk meminimalisir serangan pada perangkat mikrotik.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kualitas manajemen *bandwidth* dengan menerapkan metode *simple queue* dan *queue* menggunakan tipe penjadwalan PCQ.
2. Untuk meningkatkan manajemen *bandwidth* yang lebih baik.
3. Untuk meningkatkan kecepatan akses *internet* di Wisma Muslim.
4. Untuk membatasi penggunaan *bandwidth* yang berlebihan.
5. Untuk mengamankan perangkat mikrotik.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini menggunakan pustaka hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan, yaitu penelitian Mardiyana (2015), Siyamto (2019), dan Rohman (2019).

Penelitian Mardiyana (2015) menerapkan sebuah *firewall filter* untuk keamanan jaringan berbasis mikrotik. Penelitian ini dilakukan dengan merancang dan menerapkan konsep *firewall* berbasis mikrotik dengan tujuan mengurangi resiko ancaman yang mengganggu aktivitas di jaringan *internet* Laboratorium Komputer STIKOM Bali. Dari hasil penelitian, sistem yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan sistem khususnya dalam melakukan *packet filter* sesuai dengan kebutuhan pada Laboratorium Komputer STIKOM Bali dan juga mampu mengamankan jaringan pada Laboratorium Komputer dengan melakukan *filter* terhadap lalu lintas data yang melewati *router* sesuai dengan ketentuan yang telah dirancang. Penelitian Mardiyana sendiri masih merupakan rancangan sehingga perlu adanya implementasi pada jaringan *internet* yang ada.

Penelitian juga dilakukan oleh Siyamto (2019) dengan menggunakan metode *Quality of Service (QoS)* pada Taman *Internet* Kota Batam. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan hasil pengukuran QoS jaringan *Wireless Local Area Network (WLAN)* di Taman *internet* Kota Batam menunjukkan nilai rata-rata indeks 3.75, artinya kualitas jaringan *internet* berada pada kategori bagus. Sehingga pada garis besarnya, jaringan WLAN Taman *internet* Kota Batam sudah baik, sesuai kepentingan dan mampu melayani kebutuhan masyarakat Kota Batam sebagai pengguna layanan.

Selain itu sebelumnya juga telah dilakukan penelitian oleh Rohman (2019) yang menganalisis, merancang dan juga mengimplementasi manajemen *bandwidth* pada *hotspot* Wisma Muslim menggunakan *queue tree* karena pada saat itu belum adanya manajemen *bandwidth* pada jaringan *internet* di Wisma Muslim. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil rancangan dan juga manajemen *bandwidth* yang sesuai sehingga *user* bisa mendapatkan pembagian *bandwidth* yang adil. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan 4 *client* dan pengujian dilakukan dengan cara *speedtest bandwidth*.

Simple queue adalah salah satu cara yang sangat mudah untuk membagi *bandwidth* dari skala kecil hingga menengah. *Simple queue* digunakan untuk mengatur *bandwidth upload* dan *download* tiap *user*. *Simple queue* mempunyai beberapa karakteristik yaitu:

1. Mampu membatasi trafik berdasarkan alamat IP.
2. Memiliki aturan yang sangat ketat.
3. Pengaturan lebih sederhana.
4. Satu antrian mampu membatasi trafik dua arah sekaligus (*upload/download*).
5. Jika menggunakan *queue simple* dan *queue tree* secara bersama-sama, *queue simple* akan diproses lebih dulu dibandingkan *queue tree*.

Simple Queue adalah cara pelimitan sederhana berdasarkan data *rate*, *simple queue* juga merupakan cara termudah untuk melakukan manajemen *bandwidth* yang diterapkan

pada jaringan skala kecil sampai menengah untuk mengatur pemakaian bandwidth *upload* dan *download* tiap *user*. (Towidjojo, 2016).

Queue tree adalah salah satu fitur yang terdapat dalam mikrotik yang digunakan untuk mengatur jumlah *bandwidth*. Berfungsi untuk mengimplementasikan fungsi yang lebih kompleks dalam *limit bandwidth*. Biasanya digunakan oleh admin warnet untuk membatasi satu arah koneksi untuk *download* dan *upload*. *Queue tree* adalah *pelimitan* yang sangat rumit karena *pelimitan* berdasarkan protokol, *port*, *IP Address*, bahkan kita harus mengaktifkan fitur *mangle* pada *firewall* jika ingin menggunakan *queue tree*. (Towidjojo, 2016).

Queue tree dirancang untuk menjalankan tugas yang lebih kompleks dan kita butuh pemahaman yang bagus tentang aliran trafik dan harus mengaktifkan fitur *mangle* pada *firewall*. Sedangkan *simple queue* kebanyakan digunakan untuk memudahkan konfigurasi. *Queue Tree* mempunyai beberapa karakteristik yaitu:

1. Lebih fleksibel dalam *pelimitan* berdasarkan protokol, *port*, *IP Address*.
2. Penanda trafik paket *Mangle*.
3. Mendukung penggunaan PCQ sehingga dapat membagi *bandwidth* secara merata.
4. Mengatur aliran paket satu arah.

Per Connection Queue (PCQ) merupakan pengaturan *bandwidth* yang menggunakan jumlah komputer sejumlah puluhan atau bahkan ratusan, hanya diperlukan satu atau dua konfigurasi *Queue*. Dengan menggunakan PCQ, maka tidak perlu mengganti-ganti konfigurasi manajemen *bandwidth* jika ternyata jumlah bertambah atau berkurang. Begitu juga dengan yang banyak, tidak akan direpotkan dengan membuat konfigurasi *leaf queue* yang banyak. Dengan menggunakan PCQ, jumlah mencapai ratusan, hanya dibutuhkan satu atau beberapa baris konfigurasi *queue* baik pada *simple queue* atau *queue tree* (Towidjojo, 2016). Pada saat sekumpulan *packet* atau *traffic* masuk kedalam konfigurasi *queue* yang menggunakan metode PCQ, maka yang pertama dilakukan PCQ adalah menggunakan pengelompokan untuk memisahkan seluruh aliran paket yang masuk menjadi beberapa *sub stream*. Jadi pada metode PCQ besarnya *bandwidth* akan dibagikan sesuai dengan jumlah paket yang masuk.

Quality of Services (QoS) adalah ukuran dari kemampuan jaringan dan sistem komputer untuk memberikan berbagai tingkat layanan untuk berbagai aplikasi pilihan dan terkait aliran paket data jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan dalam menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik tertentu yang melewati teknologi berbeda-beda. QoS yang memenuhi standar kualitas layanan yang baik sesuai dengan standar QoS versi TIPHON. Pada Tabel 1 diperlihatkan nilai persentase dari QoS.

Tabel 1 Persentase dan nilai dari QoS (TIPHON, 1999)

Nilai	Persentase	Indeks
3,8 – 4	95	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75	Memuaskan
2 – 2,99	50	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25	Jelek

Parameter-parameter dari Quality of Service (QoS) terdiri dari:

1. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam *bps* (*bit per second*) (TIPHON, 1999). Kategori *throughput* berdasarkan standar TIPHON seperti yang ada pada Tabel 2.

Tabel 2 Kategori Throughput

Kategori	Persentase	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	<25	1

Rumus untuk mencari *throughput* adalah:

$$Throughput = \frac{Jumlah\ data\ yang\ dikirim}{Waktu\ pengiriman\ data} \dots\dots\dots persamaan (1)$$

2. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan paket untuk mencapai tujuan, karena adanya antrian, atau mengambil rute yang lain untuk menghindari kemacetan (TIPHON, 1999). Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau waktu proses yang lama. Kategori delay berdasarkan standar TIPHON seperti yang ada pada Tabel 3.

Tabel 3 Kategori Delay

Kategori	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Rumus untuk mencari delay adalah:

$$Delay = \frac{Total\ delay}{Total\ paket\ yang\ diterima} \dots\dots\dots persamaan (2)$$

3. Packet Loss

Packet loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan (TIPHON, 1999). Sebagaimana kategori pada Tabel 4.

Tabel 4 Kategori Packet Loss

Kategori	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

Rumus untuk mencari packet loss adalah:

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ data\ yang\ dikirim - Paket\ data\ yang\ diterima}{Paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\% \dots\dots persamaan (3)$$

4. Jitter

Jitter atau variasi kedatangan paket diakibatkan dalam antrian panjang, waktu pengolahan data, dan waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan jitter. Sebagaimana kategori pada Tabel 5.

Tabel 5 Kategori Jitter

Kategori	Peak Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 s/d 75 ms	3
Sedang	75 s/d 125 ms	2
Jelek	125 s/d 225 ms	1

Rumus untuk mencari jitter adalah:

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ delay}{Total\ paket\ data\ yang\ diterima - 1} \dots\dots\dots persamaan (4)$$

PEMBAHASAN

Pengujian Quality Of Service (QoS)

Setelah melakukan pengaturan pada mikrotik, dilakukan pengujian terhadap manajemen bandwidth. Pengujian ini menerapkan dua metode manajemen bandwidth yaitu simple queue dan queue. Pengaturan PCQ sudah dilakukan terlebih dahulu sehingga untuk pengujian hanya mengaktifkan rules simple queue dan queue tree secara bergantian. Pengujian ini dilakukan selama 5 hari dan melibatkan 10 client. Pengujian ini menggunakan video streaming yang diakses secara bersamaan oleh 10 client. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi WireShark dan hasil dari pengujian dihitung menggunakan Microsoft Excel. Metode yang digunakan untuk menentukan kualitas bandwidth adalah Quality Of Service dengan parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter.

1. Perhitungan Hasil Pengujian

Pengujian ini menggunakan standar TIPHON untuk memperoleh hasil *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Berikut ini pengolahan data yang dilakukan berdasarkan hasil pengujian *simple queue* hari pertama yang bisa dilihat pada Gambar 1:

Measurement	Captured	Displayed
Packets	5275	3 (0.1%)
Time span, s	25.414	12.331
Average pps	207.6	0.2
Average packet size, B	967	58
Bytes	5103217	175 (0.0%)
Average bytes/s	200 k	14
Average bits/s	1605 k	113

Gambar 1 Hasil Pengujian WireShark

a. *Throughput*

Dari hasil rata-rata pengujian sesuai standar TIPHON untuk hasil *throughput* menunjukkan nilai 20% yang berarti buruk karena mendapat indeks 1. Dengan menggunakan rumus (1) dapat dihitung nilai *throughput* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{5103217}{25,414s} \\
 &= 0,019 \times 1024 \\
 &= 20 \%
 \end{aligned}$$

b. *Delay*

Dari hasil rata-rata pengujian sesuai standar TIPHON untuk hasil *delay* menunjukkan nilai 0,005 ms yang berarti baik karena mendapat indeks 4. Dengan menggunakan rumus (2) dapat dihitung nilai *throughput* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \frac{25,414}{5275} \\
 &= 0,005 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

c. *Packet Loss*

Dari hasil rata-rata pengujian menunjukkan tidak ada *packet* yang hilang dan sesuai standar TIPHON untuk hasil *packet loss* menunjukkan nilai 0% yang berarti bagus karena mendapat indeks 4. Dengan menggunakan rumus (3) dapat dihitung nilai *throughput* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Packet Loss} &= \frac{5275-5275}{5275} \times 100 \% \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

d. *Jitter*

Dari hasil rata-rata pengujian sesuai standar TIPHON untuk hasil *jitter* menunjukkan nilai 0,005 ms yang berarti baik karena mendapat indeks 4. Dengan menggunakan rumus (4) dapat dihitung nilai *throughput* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jitter} &= \frac{0,0016177}{5275 - 1} \\
 &= -2.328,83 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Nilai minus pada *jitter* yang terjadi akibat adanya gangguan paket sehingga jarak antara 2 paket tidak sama, jika *delay* waktunya lebih banyak maka *jitter* akan bernilai positif, dan jika *delay* waktunya lebih sedikit maka nilai *jitter* akan bernilai negatif. Hasil Pengujian *Simple Queue*. Berikut ini hasil rata-rata pengujian *simple queue* dan *queue tree* selama 5 hari pengujian dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 1 Hasil Rata-Rata Pengujian *Simple Queue*

No	<i>Throughput</i> %	<i>Delay</i> ms	<i>Packet Loss</i> %	<i>Jitter</i> ms
1	27	0,00949	0,19	0,222624654
2	19	0,01068	0,07	0,000706255
3	22	0,0157	0,28	0,002504589
4	13	0,0136	0,34	0,003420725
5	26	0,00666	0,1	0,001884327
Avg.	21,4	0,01123	0,196	0,04622811

Tabel 7 Hasil Rata-Rata Pengujian *Queue Tree*

no	Throughput %	Delay ms	Packet Loss %	Jitter ms
1	14	0,01944	3,66	0,009194427
2	2,1	0,03479	2,84	0,01391915
3	3,6	0,02912	3,77	0,011813246
4	4	0,01876	8,43	0,007231527
5	4,9	0,02746	12,5	0,016835683
Avg.	5,72	0,02591	6,24	0,011798807

Pengujian Keamanan Mikrotik

Setelah melakukan pengaturan pada mikrotik untuk fitur keamanan, maka dilakukan pengujian untuk menguji apakah langkah konfigurasi sudah berhasil atau belum. Keamanan mikrotik yang diterapkan di *hotspot* Wisma Muslim juga tidak mempengaruhi manajemen *bandwidth* yang sudah diterapkan. Hasil pengujiannya sebagai berikut:

Pada Gambar 2 terlihat sebelum dilakukan pengaturan *limit* youtube penggunaan *bandwidth* pada *streaming* youtube mencapai 4,4 Mbps. Pada Gambar 3 bisa dilihat setelah dilakukan pengaturan *limit* youtube untuk penggunaan *bandwidth* hanya 996,9 Kbps atau hanya mencapai 1 Mbps saja sesuai *limit* yang ditentukan.

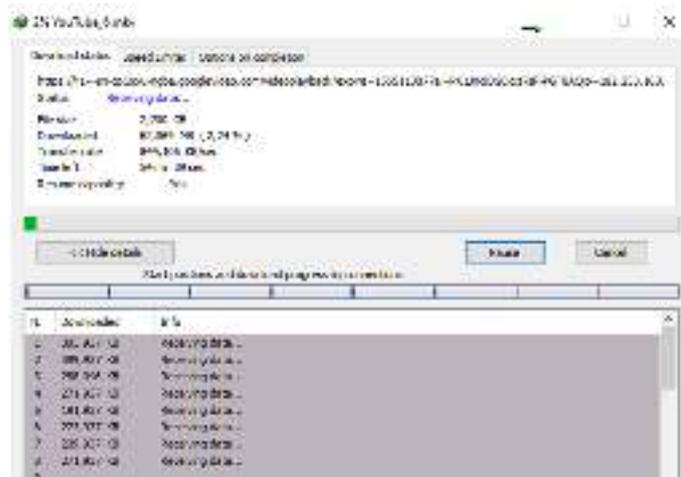
Total Bandwidth	bridge-hotspot	unlimited	unlimited	73.9 kbps	4.4 Mbps
client1	192.168.44.31	unlimited	unlimited	0 kbps	0 kbps
client2	192.168.44.43	unlimited	unlimited	73.9 kbps	4.4 Mbps
client3	192.168.44.18	unlimited	unlimited	0 kbps	0 kbps

Gambar 2 Hasil pengujian sebelum limit youtube

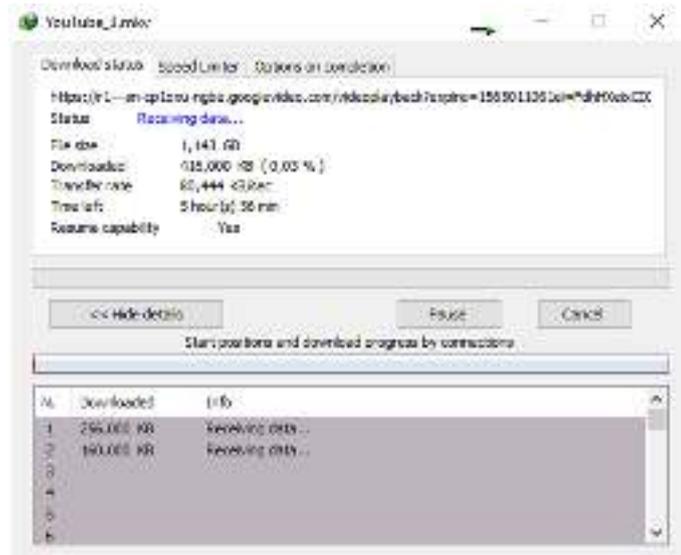
youtube	youtube	youtube	TV	105.4 kbps	192	15.5 KB	246 MB	29
client1	youtube	STREAMING	0 kbps	0	0 B	0 B		
client2	youtube	youtube	996.9 kbps	192	0 B	0 MB		

Gambar 3 Hasil pengujian sesudah limit youtube

Pada Gambar 4 terlihat penggunaan IDM untuk *download* sebelum dilakukan pengaturan *limit* IDM. *Single connection* pada IDM mencapai 8 *active connection*. Pada Gambar 5 dapat dilihat perbedaan saat mengakses IDM. Pengaturan pada mikrotik membatasi IDM untuk mengakses *bandwidth* dengan *limit* yang telah ditentukan yaitu hanya 2 *active connection*.



Gambar 4 Hasil Pengujian sebelum single connection



Gambar 5 Hasil Pengujian sesudah single connection

Pada Gambar 6 terlihat akses remote server ke port SSH tidak ditemukan karena port SSH sudah di *disable*.



Gambar 6 Hasil Pengujian Disable Port

Pada Gambar 7 terlihat akses remote server ke port SSH tidak ditemukan karena port SSH sudah diubah menjadi port 5589.



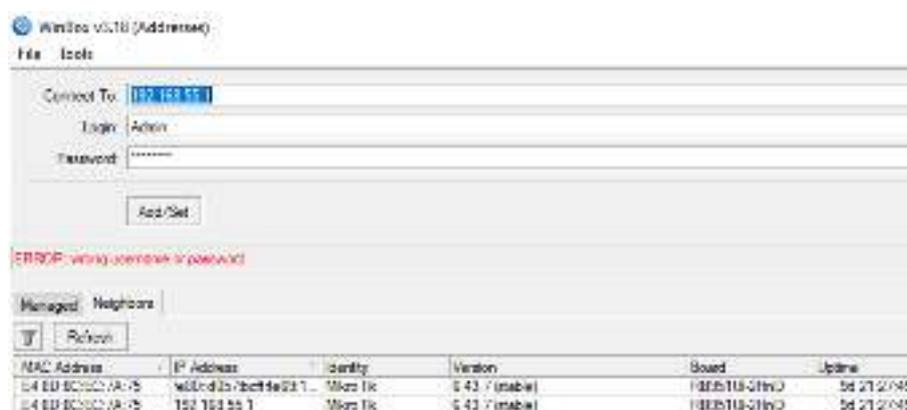
Gambar 7 Hasil Pengujian Ubah Port

Pada Gambar 8 dapat dilihat user dengan IP 192.168.44.31 bisa mengakses remote server.



Gambar 8 Hasil Pengujian Available From

Pada Gambar 9 bisa dilihat user dengan IP 192.168.44.31 tidak bisa login ke router melalui winbox.



Gambar 9 Pengujian Allowed Address

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penerapan manajemen *bandwidth simple queue* menggunakan tipe penjadwalan PCQ didapatkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 21,4% dengan nilai indeks 1 yang berarti jelek. Nilai rata-rata *delay* yang didapatkan sebesar 0,01123 ms dengan nilai indeks 4 yang berarti sangat bagus. Nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan sebesar 0,196 % dengan nilai indeks 4 yang berarti sangat bagus. Nilai rata-rata *jitter* yang didapatkan sebesar 0,001884327 ms dengan nilai indeks 3 yang berarti bagus. Index rata-rata kualitas jaringan menggunakan manajemen *bandwidth simple queue* dengan tipe penjadwalan PCQ berdasarkan standar TIPHON adalah 3 yang berarti kualitas jaringan memuaskan.
2. Pada penerapan manajemen *bandwidth queue tree* menggunakan tipe penjadwalan PCQ didapatkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 5,72% dengan nilai indeks 1 yang berarti jelek. Nilai rata-rata *delay* yang didapatkan sebesar 0,02591 ms dengan nilai indeks 4 yang berarti sangat bagus. Nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan sebesar 6,24 % dengan nilai indeks 3 yang berarti bagus. Nilai rata-rata *jitter* yang didapatkan sebesar 0,011798807ms % dengan nilai indeks 3 yang berarti bagus. Index rata-rata kualitas jaringan menggunakan manajemen *bandwidth simple queue* dengan tipe penjadwalan PCQ berdasarkan standar TIPHON adalah 2,75 yang berarti kualitas jaringan kurang memuaskan.
3. Pada pengujian manajemen *bandwidth* di Wisma Muslim menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* dengan tipe penjadwalan PCQ diperoleh hasil yang berbeda. Pada Wisma Muslim dengan aktivitas video *streamingnya* yang padat lebih baik menggunakan manajemen *bandwidth* dengan metode *simple queue*.
4. Pada penerapan fitur keamanan mikrotik berupa *limit youtube*, *single connection* dengan IDM, *disable port*, ubah *port*, *available from*, dan *allowed address* pada

mikrotik membuat user mendapat pembatasan penggunaan *bandwidth* dan juga hak akses terhadap mikrotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Mahardika, B, Yuha., Sugiantoro, Bambang., (2017). Analisis *Quality Of Service* Jaringan Wireless Sukanet *Wifi* Di Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Kalijaga. *Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 10, No. 2, 2017.
- Mardiyana, I., G. (2015). Keamanan Jaringan Dengan *Firewall* Filter Berbasis Mikrotik Pada Laboratorium Komputer STIKOM Bali.
- Rohman, T. (2019). Analisis, Perancangan Dan Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan *Queue Tree* Pada *Hotspot* Mikrotik Di Wisma Muslim. *Skripsi*. IST AKPRIND Yogyakarta.
- Siyamto, Yuli (2018). Analisis Kualitas Layanan Jaringan WLAN Dengan Metode QoS Pada Taman *Internet* Kota Batam. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, Sekolah Tinggi Teknik *Ibnu sina – Batam*, Vol. 3, No. 2, 2017.
- Susanto, H. (2014). *Wireless Kung Fu: Networking & Hacking Edisi 2015*. Jakarta. Jasakom.
- TIPHON. 1999. *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON) General aspect of Quality of Service (Qos)*. *DTR/TIPHON-05006 (cb001cs.pdf)*.
- Towidjojo, R. (2016). *Mikrotik Kung Fu : Kitab 1* . Jakarta. Jasakom.