

# Analisa QoS dengan Simple Queue, Queue Tree, dan Hierarchical Token Bucket (Studi Kasus Pro Net Bangkinang)

Dafwen Toresa<sup>1</sup>, Lisnawita<sup>2</sup>, Fuad Renadi<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer<sup>1, 2, 3</sup>

Universitas Lancang Kuning, Jl. Yos Sudarso Km.8 Rumbai, Riau<sup>1, 2, 3</sup>

Email: dafwen@unilak.ac.id<sup>1</sup>, lisnawita@unilak.ac.id<sup>2</sup>, renadi@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstract** - Bandwidth management at internet service providers is something that must implement, because to avoid bandwidth struggles between clients so that it can provide a more equitable bandwidth ration. The methods used in bandwidth management include Simple Queue, Queue Treed and Hierarchical Token Bucket (HTB) In this method, the rule will arrange in a hierarchy consisting of parent rules and child rules. The parent rule will be the parent of all child rules below it. QoS analysis applied to Mikrotik RB951 and Ubuntu Linux-based computers then compares the results of QoS (Quality of Service) between the two devices. Researchers conducted QoS testing for ten days, two times a day, namely day and night. The best results in this study are using the Queue Tree method with an average value of throughput, delay and jitter with a value of 13, surpassing Simple Queue, and Linux Ubuntu HTB-Tools which still has the same amount of 12.

**Keywords** - Simple Queue, Queue Tree, Hierarchical Token Buket, Qos, Bandwidth

**Intisari** - Manajemen *bandwidth* pada penyedia layanan *internet* adalah suatu hal yang harus diterapkan, karena untuk menghindari perebutan *bandwidth* antar *client* sehingga dapat memberikan jatah *bandwidth* yang lebih adil. Metode yang digunakan dalam melakukan manajemen *bandwidth*, diantaranya *Simple Queue*, *Queue Treedan Hierarchical Tocken Bucket (HTB)* Dalam metode ini rule akan diatur secara hirarki yang terdiri dari rule *parent* dan rule *child*. Rule *parent* akan menjadi induk dari semua rule *child* dibawahnya. Analisa *QoS* diterapkan pada *Mikrotik RB951* dan komputer berbasis *Linux Ubuntu*, kemudian membandingkan hasil *QoS (Quality of Service)* antara kedua perangkat tersebut. Peneliti melakukan pengujian *QoS* selama sepuluh hari, dua waktu dalam 1 harinya, yaitu waktu siang dan malam. Hasil terbaik pada penelitian ini adalah edngan menggunakan metode *Queue Tree* dengan nilai rata-rata dari troughput, delay dan jitter dengan nilai 13, mengungguli *Simple Queue*, dan *Linux Ubuntu HTB-Tools* yang masih memiliki nilai yang sama yaitu 12.

**Kata Kunci** – *Simple Queue*, *Queue Tree*, *Hierarchical Token Buket*, *Qos*, *Bandwidth*

## I. PENDAHULUAN

Semakin pesat berkembangnya usaha-usaha mandiri dalam bidang penyedia layanan internet akan semakin kompleks juga kebutuhan dalam manajemen jaringan, khususnya manajemen *bandwidth* komputer *client* pada penyedia layanan internet atau warnet. Salah satu manajemen yang cukup penting yaitu manajemen *bandwidth* pada masing-masing komputer *client* dari *router* ataupun dari komputer *server*. Dalam proses perkembangannya di Warnet Pro Net khususnya dalam bidang jaringan komputer membutuhkan konfigurasi yang tepat. Penelitian ini dengan cara menganalisa jaringan *Mikrotik* dan *Linux* yang dapat memberikan gambaran kepada pihak pengelola jaringan komputer untuk senantiasa memilih yang terbaik dengan keamanan jaringan serta manajemen yang mudah. Wartnet Pro Net saat

ini sudah menggunakan *mikrotik* dalam pembagian *bandwidth* ke komputer *client*, tetapi saat ini masih menggunakan *simple queue* pada pembagian *bandwidth*. Supaya lebih kompleks dan terstruktur serta *client* dapat mengakses internet dengan baik maka penelitian ini menganalisis metode Simple Queue dan *HTB* pada pembagian *bandwidth* ke komputer *client*.

Penelitian oleh [1][2][3] Implementasi Manajemen Bandwidth dengan metode Hierarchical Token Bucket memberikan pembagian jatah bandwidth yang adil sehingga manajemen bandwidth lebih optimal. Penelitian oleh [4][5] Menggunakan HTB di dapat jitter, troughput, delay dengan nilai terbaik, dan sangat cocok untuk meningkatkan validitas pengiriman data. Penelitian oleh [6] Menggunakan Metode queue tree ini sistem jaringannya berjalan dengan baik dan diimplementasikan pada kampus Pradnya Paramita Malang. Sehingga Pembagian Bandwidth bagi mahasiswa dapat merata disesuaikan dengan kebutuhannya. [7] Penelitian oleh [8][9][10] Pada HTB ini digunakan untuk membatasi akses menuju ke port/IP tertentu tanpa mengganggu trafik bandwidth pengguna lain, dalam menangani masalah manajemen bandwidth dengan nilai rata-rata throughput  $\pm 1.56$  Mbps, rata delay  $\pm 0.00428146$  second dan persentase packet loss  $\pm 0.03553\%$ . Penelitian oleh [11] Pada SMKN N I Sukadana dalam Penerapan QoS dengan menggunakan metode Simple Queue, untuk nilai Throughput masih buruk dengan indeks 0. Jika mengikuti standar TIPHON maka pada Ruang Tata Usaha yaitu 367 Kbps didapat 77 Kbps dan indeks 2, pada Ruang Admin Jaringan dengan indeks 2 dengan Throughput 754 Kbps.

Berbeda dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, Pada Penelitian ini untuk analisa QoS menggunakan 3 metode yaitu *Simple Queue*, *Queue Tree*, dan *Hierarchical Token Bucket (HTB)* dimana penelitian ini menganalisa mana yang terbaik dari ke 3 metode tersebut.

## II. SIGNIFIKANSI STUDI

### A. Bandwidth

*Bandwidth* merupakan konsep pengukuran yang penting dalam jaringan. Banyaknya ukuran suatu data atau informasi yang dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain dalam sebuah network di waktu tertentu. *Bandwidth* juga dapat dipakai untuk mengukur baik aliran data analog maupun digital. *Bandwidth* disebut juga data transfer atau trafik adalah kapasitas atau daya tampung kabel *ethernet* agar dapat dilewati *traffic* paket data dalam jumlah tertentu. *Bandwidth* juga dikatakan data yang keluar masuk

### B. Management Bandwidth

*Bandwidth* manajemen adalah suatu cara yang dapat digunakan untuk manajemen dan mengoptimalkan berbagai jenis layanan *Quality of Service (QoS)* untuk menetapkan tipe-tipe lalu lintas jaringan. Sedangkan *QoS* adalah kemampuan untuk menggambarkan suatu tingkatan pencapaian didalam suatu sistem komunikasi data.

### C. Quality of Service (QoS)

*QoS* Merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diterapkan. Tujuan dari *QoS* adalah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. Performansi mengacu ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data didalam suatu komunikasi. [8]

*D. Tahapan Penelitian*

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis mengidentifikasi permasalahan, kendala apa saja yang ada di Warnet Pro Net. Misalnya banyak pelanggan yang mengadu karena lambatnya koneksi *internet*, terutama disaat banyak pelanggan lain. Admin warnet mengeluh karena *bandwidth* tidak terbagi secara optimal.

2. Analisa Masalah

Pada tahap analisa masalah, penulis menganalisa masalah tersebut, dan menentukan solusi apa yang akan diterapkan. Analisa yang pertama yaitu jaringan lambat, *bandwidth* tidak terbagi secara optimal, maka penulis akan melakukan manajemen *bandwidth* dengan *Simple Queue* dan *Queue Tree* pada *Hierarchical Token Bucket (HTB)* dengan Mikrotik, kemudian analisa yang kedua yakni dilakukan manajemen *bandwidth* menggunakan CPU yang berbasis *Linux* dengan *Hierarchical Token Bucket (HTB)*.

3. Analisa Sistem Manajemen Bandwidth

Pada tahap ini terdapat beberapa langkah kerja yang akan dilakukan yaitu implementasi *Simple Queue* dan *Queue Tree* dengan Mikrotik RB951 dan *Hierarchical Token Bucket (HTB)* dengan Linux Ubuntu.

4. Implementasi Metode

Tahap ini untuk manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode *Simple Queue* dan *Queue Tree* pada Mikrotik RB951 serta aplikasi *winbox* yang digunakan untuk *remote router* dan manajemen *bandwidth* pada metode HTB berbasis Linux.

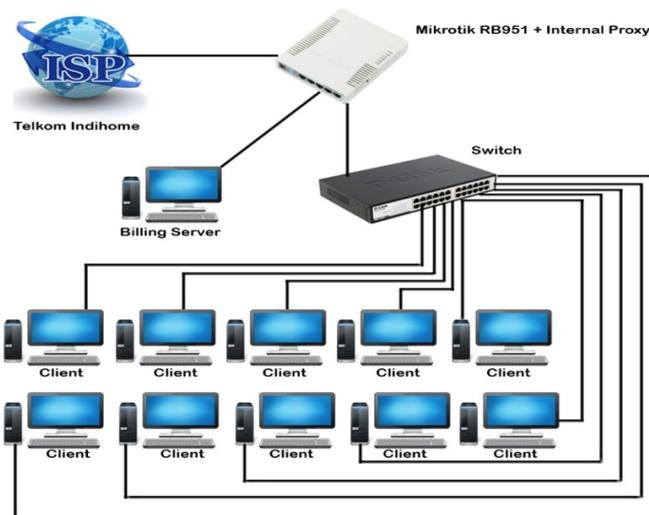
5. Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan kegiatan membandingkan antara implementasi yang diterapkan yakni manajemen *bandwidth*, dan *QoS* dengan Mikrotik RB951 dan HTB pada Linux ubuntu.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

*A. Perancangan Sistem Jaringan*

Rancangan topologi jaringan Warnet Pro Net Bangkinang menggunakan Mikrotik RB951 untuk manajemen *bandwidth* bisa dilihat Pada gambar dibawah:



GAMBAR 1. RANCANGAN TOPOLOGI PERTAMA WARNET PRO NET

1. *Rancangan Pembagian Bandwidth*

Sebelum melakukan manajemen *bandwidth* di *router mikrotik* dan *CPU* berbasis *Linux Ubuntu*, perlu ditentukan terlebih dahulu pembagian besaran *bandwidth* untuk masing-masing *client* dengan *bandwidth* yang tersedia pada *Warnet Pro Net* yakni sebesar 10 Mbps. Untuk pembagian bisa dilihat pada table I dibawah ini:

TABEL I  
RANCANGAN PEMBAGIAN BANDWIDTH

No	Nama Client	Bandwidth
1	Client 1	1 Mbps
2	Client 2	1 Mbps
3	Client 3	1 Mbps
4	Client 4	1 Mbps
5	Client 5	1 Mbps
6	Client 6	1 Mbps
7	Client 7	1 Mbps
8	Client 8	1 Mbps
9	Client 9	1 Mbps
10	Client 10	1 Mbps
11	Billing Server	2 Mbps

2. *Rancangan Pembagian IP*

*Internet Protocol (IP)* yang digunakan dalam konfigurasi *router mikrotik* dan *CPU* berbasis *Linux Ubuntu* menggunakan *IP* kelas C pda *client*, dikarenakan *IP* pada kelas ini dialokasikan untuk jaringan berskala kecil. Untuk rancangan pembagian *IP* adres bisa dilahit pada tabel II dibawah ini:

TABEL II  
RANCANGAN PEMBAGIAN IP ADDRESS

No	Nama Interface	IP Adress
1	Ether 1 ISP	173.16.10.5/24
2	Ether 2 Client	192.168.1.1/24
3	Ether 3 Billing Server	192.168.1.2
4	Client 1	192.168.1.3
5	Client 2	192.168.1.4
6	Client 3	192.168.1.5
7	Client 4	192.168.1.6
8	Client 5	192.168.1.7
9	Client 6	192.168.1.8
10	Client 7	192.168.1.9
11	Client 8	192.168.1.10
12	Client 9	192.168.1.11
13	Client 10	192.168.1.12

Setelah sistem telah selesai dirancang dan dikonfigurasi, kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem yang dibuat. Beberapa parameter QoS yang akan diukur adalah *throughput*,

*delay, jitter, dan packet loss.* Setelah data dari hasil pengujian didapatkan, maka selanjutnya akan dilakukan analisa yaitu perbandingan antara manajemen *bandwidth* pada HTB dengan Mikrotik yang meliputi *Simple Queue* dan *Queue Tree*, HTB dengan *Linux Ubuntu*.

Pengujian untuk mendapatkan nilai parameter menggunakan *Software Network Analyzer Wireshark*, kemudian dilakukan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai QoS berdasarkan standar *Tiphon*. Dalam pengujian ini dilakukan dengan komputer yang berlaku sebagai *client* pada saat melakukan *download*. Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan maka peneliti melakukan pengujian selama 10 hari, yang dilakukan pada 2 waktu dalam 1 hari. Waktu pertama yaitu waktu siang antara pukul 08.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB, dan waktu kedua yakni waktu malam antara pukul 20.00 WIB sampai pukul 00.00 WIB.

3. Hasil Penerapan Manajemen Bandwidth pada Mikrotik RB951

a. Manajemen Bandwidth dengan Simple Queue

Pengujian QoS pada *simple queue mikrotik* dilakukan selama 10 hari pada waktu siang yaitu antara pukul 08.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB, untuk hasil pengujian QoS pada *simple queue mikrotik* selama 10 hari pada waktu malam yaitu antara pukul 20.00 WIB sampai pukul 00.00 WIB dilihat pada tabel III dan tabel IV dibawah ini:

TABEL III  
HASIL PENGUJIAN QOS SIMPLE QUEUE WAKTU SIANG

Hari	Simple Queue Mikrotik			
Indeks	(Waktu Siang)			
Kategori	Troughput (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss(%)
<b>Hari 1</b>	10,18	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 2</b>	10,17	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 3</b>	6,46	10,9	10,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 4</b>	10,17	6,9	6,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 5</b>	6,34	11,7	11,7	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 6</b>	9,70	7,2	7,2	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 7</b>	10,16	6,9	6,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 8</b>	10,18	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 9</b>	10,18	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 10</b>	7,35	9,7	9,7	0

Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Rata-rata</b>	<b>9,08</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Kategori</b>	<b>Buruk</b>	<b>Sangat Bagus</b>	<b>Bagus</b>	<b>Sangat Bagus</b>

TABEL IV  
HASIL PENGUJIAN QOS SIMPLE QUEUE WAKTU MALAM

Hari, Indeks		Simple Queue Mikrotik (Waktu Malam)		
Kategori	Troughput (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)
<b>Hari 1</b>	6,25	10,04	10,04	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 2</b>	7,82	8,2	8,2	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 3</b>	6,14	11,3	11,3	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 4</b>	10,18	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 5</b>	10,17	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 6</b>	10,17	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 7</b>	10,16	6,9	6,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 8</b>	10,18	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 9</b>	10,18	6,8	6,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 10</b>	9,68	7,2	7,2	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Rata-rata</b>	<b>9,08</b>	<b>7,7</b>	<b>7,7</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Kategori</b>	<b>Buruk</b>	<b>Sangat Bagus</b>	<b>Bagus</b>	<b>Sangat Bagus</b>

Berdasarkan *tabel III dan tabel IV*, dapat diketahui bahwa rata-rata pengujian *QoS* selama 10 hari pada *simple queue mikrotik* dalam waktu siang dan waktu malam mendapatkan hasil yang hampir sama, nilai *troughput* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam kurang dari 25% maka masuk kategori buruk, nilai *delay* selama 10 hari

pengujian pada waktu siang dan waktu malam dibawah 250 ms maka masuk kategori sangat bagus, nilai *jitter* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam mendapat nilai 8, dan 7,7 maka masuk kateogori bagus, nilai *packet loss* selama 10 hari pengujian waktu siang dan waktu malam mendapatkan nilai 0% maka masuk kategori sangat bagus.

*B. Manajemen Bandwidth dengan Simple Queue*

Pengujian QoS pada *queue tree mikrotik* selama 10 hari yang dilakukan pada waktu siang yaitu antara pukul 08.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB.dapat dilihat pada tabel V dibawah ini:

TABEL V  
HASIL PENGUJIAN QOS QUEUE TREE WAKTU SIANG

Hari, Indeks,	Queue Tree Mikrotik (Waktu Siang)			
	Troughput (%)	Delay(ms)	Jitter(ms)	Packet Loss (%)
<b>Hari 1</b>	54,85	1,4	1,4	0
Indeks	3	4	3	4
Kategori	Bagus	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 2</b>	61,73	1,3	1,3	0
Indeks	3	4	3	4
Kategori	Bagus	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 3</b>	16,45	4,9	4,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 4</b>	27,25	2,8	2,8	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 5</b>	8,02	9,7	9,7	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 6</b>	16,97	4,7	4,7	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 7</b>	53,74	1,5	1,5	0
Indeks	3	4	3	4
Kategori	Bagus	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 8</b>	43,22	1,9	1,9	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 9</b>	43,62	1,8	1,8	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 10</b>	4,77	16,1	16,1	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Rata-rata</b>	<b>33,06</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Kategori</b>	<b>Sedang</b>	<b>Sangat Bagus</b>	<b>Bagus</b>	<b>Sangat Bagus</b>

Berikut adalah tabel hasil pengujian QoS pada *queue tree mikrotik* selama 10 hari pada waktu malam yaitu antantara pukul 20.00 WIB sampai pukul 00.00 WIB. Bisa dilihat pada tabel VI dibawah ini:

TABEL VI  
HASIL PENGUJIAN QOS QUEUE TREE WAKTU MALAM

Hari, Indeks		Queue Tree Mikrotik (Waktu Malam)		
Kategori	Troughput (%)	Delay(ms)	Jitter(ms)	Packet Loss (%)
<b>Hari 1</b>	6,36	9,9	9,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 2</b>	7,76	7,8	7,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 3</b>	32,19	2,5	2,5	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 4</b>	37,70	2,1	2,1	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 5</b>	33,83	2,4	2,4	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 6</b>	54,46	1,5	1,5	0
Indeks	3	4	3	4
Kategori	Bagus	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 7</b>	39,90	2	2	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 8</b>	48,33	1,7	1,7	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 9</b>	33,97	2,4	2,4	0
Indeks	2	4	3	4
Kategori	Sedang	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 10</b>	7,99	9,8	9,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Rata-rata</b>	<b>30,24</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>
Indeks	2	4	3	4
<b>Kategori</b>	<b>Sedang</b>	<b>Sangat Bagus</b>	<b>Bagus</b>	<b>Sangat Bagus</b>

Berdasarkan *tabel V* dan *tabel VI* dapat diketahui bahwa rata-rata pengujian *QoS* selama 10 hari pada *queue tree mikrotik* dalam waktu siang dan waktu malam mendapatkan hasil yang hampir sama, nilai *troughput* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam mendapat hasil lebih dari 26% dan kurang dari 50% maka masuk kategori sedang, nilai *delay* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam dibawah 250 ms maka masuk kategori sangat bagus, nilai *jitter* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam mendapat nilai 4,2 dan 4,6 maka masuk kateogori bagus, nilai *packet loss* selama 10 hari pengujian waktu siang dan waktu malam mendapatkan nilai 0% maka masuk kategori sangat bagus. Hasil pengujian *QoS* pada *queue tree mikrotik* mendapatkan hasil yang lebih baik dari *simple queue mikrotik*.

C. Manajemen *Bandwidth* dengan HTB

Pengujian QoS pada *HTB-Tools Linux Ubuntu* selama 10 hari pada waktu siang yaitu antara pukul 08.00 WIB sampai pukul 16.00WIB. dapat dilihat pada tabel VII dibawah ini:

TABEL VII  
HASIL PENGUJIAN QOS LINUX WAKTU SIANG

<b>Hari, HTB Linux Ubuntu (Waktu Siang)</b>				
<b>Hari, Indeks</b>	<b>Troughput (%)</b>	<b>Delay(ms)</b>	<b>Jitter(ms)</b>	<b>Packet Loss(%)</b>
<b>Hari 1</b>	6,03	11,3	11,3	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 2</b>	9,55	7,1	7,1	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 3</b>	7,70	8,8	8,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 4</b>	7,23	9,5	9,5	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 5</b>	4,99	13,5	13,3	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 6</b>	7,83	8,8	8,8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 7</b>	9,51	7,3	7,3	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 8</b>	8,91	7,7	7,7	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 9</b>	8,36	8,2	8,2	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 10</b>	5,19	13,3	13,3	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Rata-rata</b>	<b>7,53</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Kategori</b>	<b>Buruk</b>	<b>Sangat Bagus</b>	<b>Bagus</b>	<b>Sangat Bagus</b>

Berikut adalah tabel hasil pengujian QoS pada *HTB-Tools Linux Ubuntu* selama 10 hari pada waktu malam yaitu antara pukul 20.00 WIB sampai pukul 00.00 WIB.

TABEL VIII  
HASIL PENGUJIAN QOS LINUX WAKTU MALAM

<b>Hari, HTB Linux Ubuntu (Waktu Malam)</b>				
<b>Hari, Indeks</b>	<b>Troughput (%)</b>	<b>Delay (ms)</b>	<b>Jitter(ms)</b>	<b>Packet Loss(%)</b>

<b>Hari 1</b>	8,31	8,2	8,2	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 2</b>	6,37	7,9	7,9	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 3</b>	8,6	8	8	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 4</b>	8,17	8,4	8,4	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 5</b>	7,66	9,09	9,09	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 6</b>	9,32	7,5	7,5	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 7</b>	9,40	7,3	7,3	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 8</b>	7,24	9,7	9,7	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 9</b>	10,24	6,1	6,1	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Hari 10</b>	6,26	11,1	11,1	0
Indeks	1	4	3	4
Kategori	Buruk	Sangat Bagus	Bagus	Sangat Bagus
<b>Rata-rata</b>	<b>8,1</b>	<b>8,3</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Kategori</b>	<b>Buruk</b>	<b>Sangat Bagus</b>	<b>Bagus</b>	<b>Sangat Bagus</b>

Berdasarkan *tabel VI* dan *tabel VIII* dapat diketahui bahwa rata-rata pengujian *QoS* selama 10 hari pada *HTB-Tools Linux Ubuntu* dalam waktu siang dan waktu malam mendapatkan hasil yang hampir sama, nilai *throughput* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam mendapat hasil kurang dari 25% maka masuk kategori buruk, nilai *delay* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam dibawah 250 ms maka masuk kategori sangat bagus, nilai *jitter* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan waktu malam mendapat nilai 9,5 dan 8,3 maka masuk kategori bagus, nilai *packet loss* selama 10 hari pengujian waktu siang dan waktu malam mendapatkan nilai 0% maka masuk kategori sangat bagus. Hasil nilai pengujian *QoS* menggunakan *HTB* pada *Linux Ubuntu* masih dibawah dari hasil *QoS* dari *mikrotik* dengan *queue tree*.

#### D. Analisa Perbandingan *QoS* Mikrotik dan Linux Ubuntu

Pengujian yang telah dilakukan pada siang hari menggunakan metode simple queue, queue tree, dan HTB tersebut, kemudian dilakukan perbandingan hasil antara ke tiga metode tersebut, sehingga hasilnya dapat dilihat pada tabel IX dibawah ini:

TABEL IX  
HASIL MIKROTIK DAN LINUX UBUNTU WAKTU SIANG

Perbandingan QoS Mikrotik dan Linux Ubuntu (Waktu Siang)												
Hari, Indeks, Kategori	Simple Queue Mikrotik				Queue Tree Mikrotik				HTB Linux Ubuntu			
	T	D	J	PL	T	D	J	PL	T	D	J	PL
<b>Hari 1</b>	10,18	6,8	6,8	0	54,85	1,4	1,4	0	6,03	11,3	11,3	0
Indeks	1	4	3	4	3	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BG	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 2</b>	10,17	6,8	6,8	0	61,73	1,3	1,3	0	9,55	7,1	7,1	0
Indeks	1	4	3	4	3	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BG	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 3</b>	6,46	10,9	10,9	0	16,45	4,9	4,9	0	7,70	8,8	8,8	0
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 4</b>	10,17	6,9	6,9	0	27,25	2,8	2,8	0	7,23	9,5	9,5	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	SD	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 5</b>	6,3	4	1,7	11,7	0	8,02	9,7	9,7	0	4,9	13,5	13,30
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 6</b>	9,70	7,2	7,2	0	16,97	4,7	4,7	0	7,83	8,8	8,8	0
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 7</b>	10,16	6,9	6,9	0	53,74	1,5	1,5	0	9,51	7,3	7,3	0
Indeks	1	4	3	4	3	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	SD	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 8</b>	10,18	6,8	6,8	0	43,22	1,9	1,9	0	8,91	7,7	7,7	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	SD	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 9</b>	10,18	6,8	6,8	0	43,62	1,8	1,8	0	8,36	8,2	8,2	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	SD	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Hari 10</b>	7,35	9,7	9,7	0	4,77	16,1	16,1	0	5,19	13,3	13,3	0
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	SD	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Rata-rata</b>	<b>9,08</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>33,06</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>0</b>	<b>7,53</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Kategori</b>	<b>BR</b>	<b>SB</b>	<b>BG</b>	<b>SB</b>	<b>SD</b>	<b>SB</b>	<b>BG</b>	<b>SB</b>	<b>BR</b>	<b>SB</b>	<b>BG</b>	<b>SB</b>

**Keterangan:** T (Throughput), D (Delay), J (Jitter), PL (Packet Loss) BR (Buruk), SD (Sedang), BG (Bagus), SB (Sangat Bagus)

Berdasarkan tabel IX hasil *QoS Mikrotik* dengan *simple queue*, *queue tree* dan *Linux Ubuntu* dengan *HTB-Tools* maka dapat diperoleh data bahwa rata-rata hasil dari 10 hari pengujian pada waktu siang menampilkan bahwa *mikrotik* dengan *queue tree* mendapat nilai rata-rata tertinggi, terutama pada parameter *throughput* yang mempunyai selisih jauh dari *mikrotik* dengan *simple queue* dan *Linux Ubuntu* dengan *HTB-Tools*. Pada *simple queue* selama 10 hari pengujian, nilai *throughput* selalu dibawah 25%, maka menurut standar *Tiphon* mendapat predikat hasil buruk, sedangkan pada *delay* nilainya selalu dibawah 150 ms, maka

mendapat predikat sangat bagus, pada *jitter* nilainya berada pada *range* 0-75ms, maka mendapat predikat bagus, dan pada *packet loss* nilainya 0%, maka mendapat predikat sangat bagus.

Pada *queue tree* selama 10 hari pengujian, nilai *throughput* selalu berubah, namun dari hasil rata-rata mendapat nilai 33,06% maka menurut standar *Tiphon* mendapat predikat hasil sedang, sedangkan pada *delay* nilainya selalu dibawah 150 ms, maka mendapat predikat sangat bagus, pada *jitter* nilainya berada pada *range* 0-75ms, maka mendapat predikat bagus, dan pada *packet loss* nilainya 0%, maka mendapat predikat sangat bagus.

Pada *Linux Ubuntu* selama 10 hari pengujian, nilai *throughput* selalu dibawah 25%, maka menurut standar *Tiphon* mendapat predikat hasil buruk, sedangkan pada *delay* nilainya selalu dibawah 150 ms, maka mendapat predikat sangat bagus, pada *jitter* nilainya berada pada *range* 0-75ms, maka mendapat predikat bagus, dan pada *packet loss* nilainya 0%, maka mendapat predikat sangat bagus.

Berikut ini hasil Perbandingan Qos Pada mikrotik dan Linux Ubuntu yang dilakukan pada malam hari dapat dilihat pada tabel X dibawah ini:

TABEL X  
HASIL QOS MIKROTIK DAN LINUX UBUNTU WAKTU MALAM

Hari, Indeks, Kategori	Perbandingan QoS Mikrotik dan Linux Ubuntu (Waktu Malam)											
	Simple Queue Mikrotik				Queue Tree Mikrotik				HTB Linux Ubuntu			
Hari 1	T	D	J	PL	T	D	J	PL	T	D	J	PL
	6,25	10,04	10,04	0	6,36	9,9	9,9	0	8,31	8,2	8,2	0
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 2	7,82	8,2	8,2	0	7,76	7,8	7,8	0	6,37	7,9	7,9	0
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 3	6,14	11,3	11,3	0	32,19	2,5	2,5	0	8,6	8	8	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 4	10,18	6,8	6,8	0	37,70	2,1	2,1	0	8,17	8,4	8,4	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 5	10,17	6,8	6,8	0	33,83	2,4	2,4	0	7,66	9,09	9,09	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 6	10,17	6,8	6,8	0	54,46	1,5	1,5	0	9,32	7,5	7,5	0
Indeks	1	4	3	4	3	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 7	10,16	6,9	6,9	0	39,90	2	2	0	9,40	7,3	7,3	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 8	10,18	6,8	6,8	0	48,33	1,7	1,7	0	7,24	9,7	9,7	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 9	10,18	6,8	6,8	0	33,97	2,4	2,4	0	10,24	6,1	6,1	0
Indeks	1	4	3	4	2	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
Hari 10	9,68	7,2	7,2	0	7,99	9,8	9,8	0	6,26	11,1	1,1	0
Indeks	1	4	3	4	1	4	3	4	1	4	3	4
Kategori	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB	BR	SB	BG	SB
<b>Rata-rata</b>	<b>9,08</b>	<b>7,7</b>	<b>7,7</b>	<b>0</b>	<b>30,24</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>	<b>8,1</b>	<b>8,3</b>	<b>8,3</b>	<b>0</b>
<b>Indeks</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

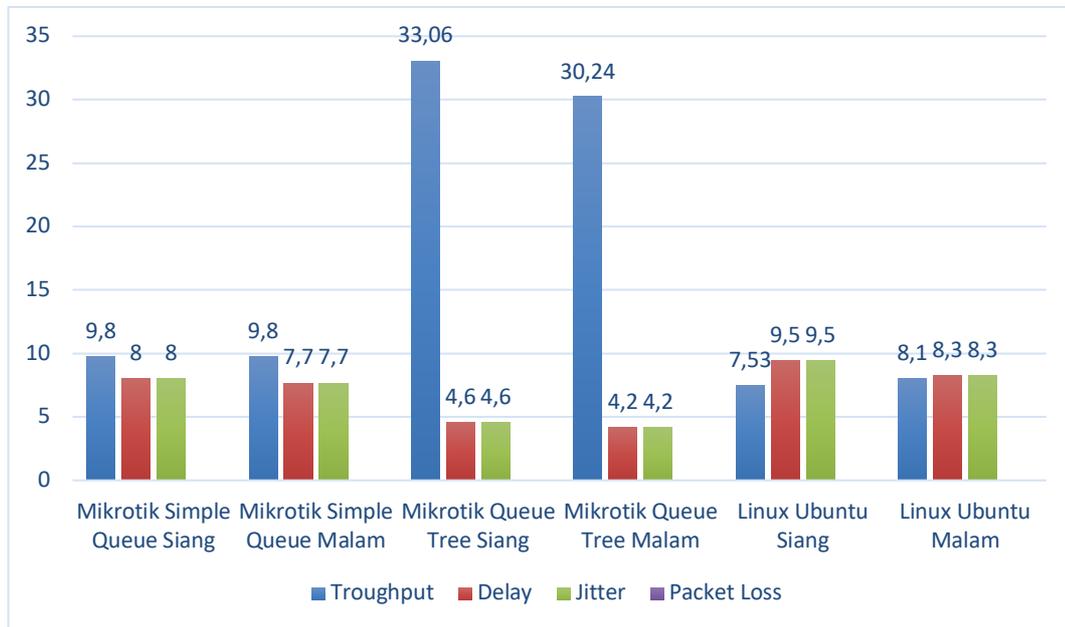
**Kategori** BR SB BG SB BR SB BG SB BR SB BG SB  
 Keterangan: T (Troughput), D (Delay), J (Jitter), PL (Packet Loss), BR (Buruk), SD (Sedang), BG (Bagus), SB (Sangat Bagus)

Berdasarkan tabel X hasil QoS Mikrotik dengan simple queue, queue tree dan Linux Ubuntu dengan HTB-Tools maka dapat diperoleh data bahwa rata-rata hasil dari 10 hari pengujian pada waktu malam menampilkan bahwa mikrotik dengan queue tree mendapat nilai rata-rata tertinggi, terutama pada parameter troughput yang mempunyai selisih jauh dari mikrotik dengan simple queue dan Linux Ubuntu dengan HTB-Tools.

Pada simple queue selama 10 hari pengujian, nilai troughput selalu dibawah 25%, maka menurut standar Tiphon mendapat predikat hasil buruk, sedangkan pada delay nilainya selalu dibawah 150 ms, maka mendapat predikat sangat bagus, pada jitter nilainya berada pada range 0-75ms, maka mendapat predikat bagus, dan pada packet loss nilainya 0%, maka mendapat predikat sangat bagus.

Pada queue tree selama 10 hari pengujian, nilai troughput selalu berubah, namun dari hasil rata-rata mendapat nilai 30,24% maka menurut standar Tiphon mendapat predikat hasil sedang, sedangkan pada delay nilainya selalu dibawah 150 ms, maka mendapat predikat sangat bagus, pada jitter nilainya berada pada range 0-75ms, maka mendapat predikat bagus, dan pada packet loss nilainya 0%, maka mendapat predikat sangat bagus.

Pada Linux Ubuntu selama 10 hari pengujian, nilai troughput selalu dibawah 25%, maka menurut standar Tiphon mendapat predikat hasil buruk, sedangkan pada delay nilainya selalu dibawah 150 ms, maka mendapat predikat sangat bagus, pada jitter nilainya berada pada range 0-75ms, maka mendapat predikat bagus, dan pada packet loss nilainya 0%, maka mendapat predikat sangat bagus.



GAMBAR 2. GRAFIK PERBANDINGAN NILAI RATA-RATA QOS 10 HARI PENGUJIAN

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa Metode Queue tree nilai rata-ratanya lebih tinggi dibandingkan dengan Simple Queue Tree dan HTb linux Sehingga bisa kita simpulkan simple queue mendapatkan hasil terbaik Untuk melihat lebih detil perbandingan ketiga metode tersebut dapat dilihat pada XI dibawah ini.

TABEL XI  
PERBANDINGAN QOS MIKROTIK DAN LINUX UBUNTU

**Hasil Perbandingan Nilai QoS  
Mikrotik dan Linux Ubuntu Berdasarkan Rata-rata 10 Hari Pengujian  
Pada Waktu Siang dan Malam**

Parameter	Mikrotik Simple Queue		Mikrotik Queue Tree		Linux Ubuntu HTB	
	(Siang)	(Malam)	(Siang)	(Malam)	(Siang)	(Malam)
	Rata-Rata					
Troughput	9,08	9,08	33,06	30,24	7,53	8,1
Indeks	1	1	2	2	1	1
Kategori	Buruk	Buruk	Sedang	Sedang	Buruk	Buruk
Delay	8	7,7	4,6	4,2	9,5	8,3
Indeks	4	4	4	4	4	4
Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus
Jitter	8	7,7	4,6	4,2	9,5	8,3
Indeks	3	3	3	3	3	3
Kategori	Bagus	Bagus	Bagus	Bagus	Bagus	Bagus
Packet Loss	0	0	0	0	0	0
Indeks	4	4	4	4	4	4
Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Sangat Bagus
Rata-rata	12	12	13	13	12	12
Indeks						
Total	12		13		12	
Rata-rata						

Berdasarkan tabel XI perbandingan nilai akhir rata-rata akhir *QoS* selama 10 hari pengujian pada waktu siang dan malam menampilkan hasil akhir secara keseluruhan yang meliputi *Mikrotik* dengan *simple queue* mendapat hasil 12, *queue tree* mendapat hasil 13, dan *Linux Ubuntu* dengan *HTB-Tools* mendapat hasil 12. Maka dapat disimpulkan hasil terbaik adalah pada *Mikrotik* dengan *Queue Tree* dengan nilai akhir 13.

#### IV. KESIMPULAN

Pengujian *QoS* selama 10 hari pada waktu siang dan malam menggunakan *tool Software Network Analyzer Wireshark* dengan melakukan perhitungan manual mendapatkan hasil bahwa manajemen *bandwidth* lebih optimal menggunakan *Queue Tree* pada *Mikrotik* dibandingkan dengan *Simple Queue* pada *Mikrotik* dan *HTB* pada *Linux Ubuntu*, karena hasil *QoS* pada *Queue Tree* yang didapat lebih besar, yaitu dengan hasil akhir nilai rata-ratanya 13, sedangkan *Simple Queue* pada *Mikrotik* dan *HTB* pada *Linux Ubuntu* hasil akhir rata-ratanya dengan nilai 12.

#### REFERENSI

[1] Wahyudi, “Manajemen Bandwidth Dengan Metoda Hierarchiecal Token Bucket Berbasis Mikrotik Dan,” *J. Ilm. Media Process.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 368–381, 2015.

- [2] S. R. Siregar, “Analisa Algoritma Hierarchy Token Bucket Dalam Pembagian Bandwidth Internet Pada Setiap Komputer Client Berbasis Analisa Algoritma Hierarchy Token Bucket Dalam Pembagian Bandwidth Internet Pada Setiap Komputer Client Berbasis Mikrotik,” *J. Ilm. Infotek*, Vol. 1, No. February 2016, Pp. 132–138, 2016.
- [3] Lisnawita, “Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket,” *J. Teknol. Inf. Komun. Digit. Zo.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 18–25, 2016.
- [4] D. Kurnia, “Analisis Qos Pada Pembagian Bandwidth Dengan Metode Layer 7 Protocol , Pcq , Htb Dan Hotspot Di Smk Swasta Al-Washliyah Pasar Senen,” *Cess (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 102–111, 2017.
- [5] C. P. Antodi, A. B. Prasetijo, And E. D. Widiyanto, “Penerapan Quality Of Service Pada Jaringan Internet Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket,” *J. Teknol. Dan Sist. Komput.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 23–28, 2017.
- [6] D. Setiawan And S. Setyowibowo, “Implementasi Quality Of Service Dengan Metode Queue Tree Keywords : , Queue Tree , Bandwidth Management , Network System,” *J. Teknol. Inf.*, Vol. 8, No. 2, Pp. 155–164, 2017.
- [7] At All Hardiman, “Analisis Perbandingan Qos (Quality Of Service) Pada Manajemen Bandwidth Dengan Metode Pcq (Per Connection Queue) Dan Htb (Hierarchical Token Bucket),” *Semantik*, Vol. 4, No. 1, Pp. 121–128, 2018.
- [8] M. F. Rohmah, “Perbandingan Performance Managemen Bandwidth Metode Hierarchical Token Bucket ( Htb ) Dan Per Connection Queue Menggunakan Mikrotik Rb450g,” Pp. 260–265, 2018.
- [9] S. Sari, Ira Puspita, “Analisis Penerapan Metode Antrian Hirarchical Token Bucket Untuk Management Bandwidth,” *J. Resti*, Vol. 2, No. 2, Pp. 522–529, 2018.
- [10] M. Purwahid, J. Triloka, And S. M. K. N. Sukadana, “Analisis Quality Of Service ( Qos ) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di Smk N I Sukadana,” *Jtksi*, Vol. 2, No. 3, Pp. 100–109, 2019.