

# ANALISIS DAN PERBANDINGAN IMPLEMENTASI METODE *SIMPLE QUEUE* DENGAN *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* (HTB) (STUDI KASUS MAKOSAT BRIMOB POLDA KALBAR)

Dulianto Helmy<sup>1</sup>, Heri Priyanto<sup>2</sup>, Anggi Srimurdianti S.<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika Universitas Tanjungpura<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup>helmy.gforce@gmail.com, <sup>2</sup>heripriyanto.stmt@gmail.com, <sup>3</sup>anggidianti@gmail.com

**Abstract** - Sat Brimob Polda Kalbar yang merupakan salah satu satuan kerja jajaran Polda Kalbar mengemban tugas sebagai satuan elit Kepolisian Daerah Kalimantan Barat untuk menanggulangi gangguan keamanan dalam negeri berkadar tinggi di wilayah hukum Polda Kalbar tentunya memerlukan jaringan internet untuk kepentingan instansi. Sering kali terjadi permasalahan pada jaringan internet antara lain yaitu pada saat pengiriman data terkadang koneksi menjadi *time-out* sehingga data yang dikirimkan lambat, rusak dan bahkan tidak sampai tujuan. Oleh karena itu dalam pemakaian satu jaringan dibutuhkan pengaturan akses atau *bandwidth* demi kelancaran akses internet. Pemakaian internet dengan jumlah pemakai (*user*) yang cukup banyak mengakibatkan *load* akses internet yang cukup tinggi. Jika akses internet tidak dikelola maka akan mengakibatkan pemakaian antar *user* yang tidak seimbang. Ada *user* yang memiliki koneksi yang cukup cepat, dan ada yang lambat, bahkan ada yang tidak dapat akses sama sekali.

*Hierarchical Token Bucket* (HTB) merupakan teknik penjadwalan paket yang sering digunakan pada router-router berbasis Linux. Dengan adanya penerapan manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada jaringan kantor Mako Sat Brimob, diharapkan adanya perbaikan *Quality of Service* (QoS) dan mampu memanfaatkan *bandwidth* yang tersedia pada saat keadaan *traffic* jaringan sedang tidak sibuk. Sehingga pada saat *traffic* jaringan dalam keadaan tinggi maka *client* akan mendapatkan alokasi *bandwidth* sesuai dengan nilai *limit-at*. Sedangkan pada saat *traffic* jaringan dalam keadaan rendah maka *client* akan mendapatkan alokasi *bandwidth* sesuai dengan nilai *max-limit*.

Parameter-parameter QoS yang diukur adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan *Mean Opinion Score* (MOS). Pengukuran terhadap parameter QoS yang telah dilakukan pada jaringan *simple queue* didapatkan nilai 3,00 dengan kategori "BAGUS" dalam standar TIPHON dan rata-rata *download* sebesar 0,92 Mbps dan *upload* sebesar 0,47 Mbps. Sedangkan pada *Hierarchical Token Bucket* (HTB) nilai QoS jaringan mengalami perbaikan positif menjadi 3,20 dengan kategori "BAGUS" dalam standar TIPHON dan nilai rata-rata *download* sebesar 4,17 Mbps dan *upload* sebesar 0,73 Mbps. Sehingga setelah menerapkan metode HTB pada jaringan kantor Makosat Brimob Polda Kalbar penggunaan *bandwidth* yang disediakan oleh ISP mampu digunakan secara

dinamis dengan menyesuaikan keadaan *traffic* jaringan.

**Keywords:** *Simple Queue*, HTB, *Quality of Service*, *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, *Jitter*, MOS.

## I. PENDAHULUAN

Sat Brimob Polda Kalbar yang merupakan salah satu satuan kerja jajaran Polda Kalbar mengemban tugas sebagai satuan elit Kepolisian Daerah Kalimantan Barat untuk menanggulangi gangguan keamanan dalam negeri berkadar tinggi di wilayah hukum Polda Kalbar tentunya memerlukan jaringan *internet* untuk kepentingan instansi. *Internet* diperlukan dalam rangka kelancaran informasi dan pelaporan baik dalam hubungan kerja secara horizontal dalam jajaran Sat Brimob Polda Kalbar, vertikal kepada satuan yang lebih atas dalam jajaran Kepolisian, maupun secara diagonal kepada instansi lain di luar Kepolisian.

Sering kali terjadi permasalahan pada jaringan *internet* antara lain yaitu pada saat pengiriman data terkadang koneksi menjadi *time-out* sehingga data yang dikirimkan lambat, rusak dan bahkan tidak sampai tujuan. Pemakaian *internet* dengan jumlah pemakai (*user*) yang cukup banyak mengakibatkan *load* akses *internet* yang cukup tinggi. Jika akses *internet* tidak dikelola maka akan mengakibatkan pemakaian antar *user* yang tidak seimbang. Untuk mengatasi *over load* pada akses *internet* tersebut, maka perlu adanya manajemen *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* dilaksanakan agar dapat mengatur penggunaan *bandwidth* sehingga jika ada *user* yang mengakses *internet* dengan kapasitas *bandwidth* yang sangat besar, maka *user* lain tidak akan terganggu. Karena setiap *user* sudah mempunyai kapasitas *bandwidth* masing-masing untuk mengakses *internet*.

Saat ini Sat Brimob Polda Kalbar sudah menggunakan mikrotik untuk melakukan limitasi *bandwidth* sederhana dengan menggunakan *simple queue*. Namun metode yang digunakan saat ini dengan konfigurasi yang sangat sederhana dirasa masih kurang. Karena masing-masing *user* telah dibatasi secara statis nilai maksimal *upload* dan *download*, sehingga apabila *traffic* jaringan dalam keadaan tinggi ataupun *traffic* jaringan dalam keadaan rendah maka *user* akan tetap mendapat batasan *bandwidth* yang sama yang telah ditetapkan oleh *admin* jaringan.

Untuk dapat mengatur penggunaan *bandwidth* di Mako Sat Brimob, maka penulis akan menerapkan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada router mikrotik. Dengan adanya penerapan manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket*

(HTB) pada jaringan kantor Mako Sat Brimob, diharapkan dapat memanfaatkan *bandwidth* yang tersedia dengan menyesuaikan dengan status *traffic* jaringan sedang sibuk dan tidak sibuk.

Maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara agar manajemen *bandwidth* jaringan mampu memanfaatkan *bandwidth* yang tersedia pada saat keadaan dimana *traffic* jaringan sedang tidak sibuk?
2. Bagaimana hasil *Quality of Service* (QoS) jaringan setelah penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB)?

Tujuan dari penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah untuk menganalisis *Quality of Service* (QoS) dan mengimplementasikan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada jaringan Mako Sat Brimob Polda Kalbar. Dengan menerapkan metode ini diharapkan penggunaan *bandwidth* pada jaringan mampu memanfaatkan *bandwidth* yang tersedia pada saat keadaan *traffic* jaringan sedang tidak sibuk. Sehingga pada saat *traffic* jaringan dalam keadaan tinggi maka *client* akan mendapatkan alokasi *bandwidth* sesuai dengan nilai *limit-at*. Sedangkan pada saat *traffic* jaringan dalam keadaan rendah maka *client* akan mendapatkan alokasi *bandwidth* sesuai dengan nilai *max-limit*.

## II. URAIAN PENELITIAN

### 2.1 Mikrotik

Menurut Riadi dan Wicaksono (2011) [2], mikrotik adalah sistem operasi independen berbasis *Linux* khusus untuk komputer yang difungsikan sebagai *router*. Mikrotik didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks.

### 2.2 Manajemen *Bandwidth*

Rofiq (2013) [3] menyatakan bahwa, *bandwidth* adalah suatu ukuran rentang frekuensi maksimum yang dapat mengalir data dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu. *Bandwidth* merupakan besaran yang menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui sebuah *network*. Rofiq (2013) [3] menyatakan bahwa, manajemen *bandwidth* adalah sebuah proses penentuan besarnya *bandwidth* kepada tiap pemakai dalam jaringan komputer. Besarnya *bandwidth* akan berdampak kepada kecepatan transmisi data. Dengan manajemen *bandwidth*, *admin* dapat mengatur agar *user* tidak menghabiskan *bandwidth* yang disediakan oleh provider. Pada dasarnya *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kapasitas, maka umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya latency yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi.

Untuk proses manajemen *bandwidth*, pada mikrotik terdapat dua tipe *queue*, yaitu:

#### a. *Simple Queue*

*Simple Queue* merupakan salah satu teknik antrian pada sistem manajemen *bandwidth* pada *router* mikrotik. Teknik antrian ini memiliki kemudahan dalam konfigurasinya dan memiliki pembagian *bandwidth* yang paling sederhana pula. Pembagian *bandwidth* diatur secara statis sehingga berapapun jumlah *user* yang *online* maka *bandwidth* yang diterima juga tetap, bahkan cenderung berkurang.

#### b. *Queue Tree*

*Queue Tree* merupakan teknik antrian pada sistem manajemen *bandwidth* pada *router* mikrotik. Teknik antrian ini memiliki konfigurasi yang cukup rumit dibandingkan dengan *simple queue*.

Berikut ini merupakan gambar algoritma teknik antrian *queue tree*:



Gambar 2.1 Algoritma teknik antrian *queue tree*

Proses algoritma teknik antrian *queue tree* adalah sebagai berikut:

1. *Mark Packet*, bertugas untuk menandai paket data yang akan diproses ke antrian.
2. *Firewall*, bertugas untuk menyeleksi paket sesuai dengan klasifikasi kelasnya.
3. *Mangle*, bertugas untuk pembatasan *bandwidth*.

### 2.3 *Hierarchical Token Bucket* (HTB)

Saniya, Yoga. dkk (2013) [4] menyatakan bahwa *Hierarchical Token Bucket* (HTB) adalah metode manajemen *bandwidth* yang digunakan untuk membatasi akses menuju alamat IP tertentu tanpa mengganggu trafik *bandwidth* pengguna lain. *Hierarchical Token Bucket* (HTB) merupakan teknik penjadwalan paket yang sering digunakan pada *router-router* berbasis *Linux*. HTB adalah salah satu teknik penjadwalan yang digunakan pada *queue tree*. *General Scheduler* HTB menggunakan mekanisme *Deficit Round Robin* (DRR) dan pada blok umpan baliknya *Estimator* HTB menggunakan *Token Bucket Filter* (TBF). HTB memungkinkan kita membuat *queue* menjadi lebih terstruktur, dengan melakukan pengelompokan-pengelompokan bertingkat.

Pada antrian HTB mempunyai parameter-parameter penyusun antrian yaitu sebagai berikut:

#### 1. *Rate*

*Rate* menentukan *bandwidth* maksimum yang dapat digunakan oleh setiap *class*, jika *bandwidth* melebihi nilai *rate* maka paket data akan dipotong.

#### 2. *Ceil*

*Ceil* diatur untuk menentukan peminjaman *bandwidth* antar *class* (kelas), peminjaman *bandwidth* dilakukan kelas paling bawah ke kelas di atasnya. Teknik ini disebut dengan *link sharing*. Pada HTB terdapat parameter *ceil*, sehingga kelas akan selalu mendapatkan *bandwidth* di antara base *link* dan nilai *ceil link*nya. Parameter ini dapat dianggap sebagai *Estimator* kedua, sehingga setiap kelas dapat meminjam

bandwidth selama bandwidth total yang diperoleh memiliki nilai di bawah nilai *ceiling*.

Untuk menentukan nilai *limit-at* dan *max-limit*, berikut ini adalah rumus perhitungan *limit-at* dan *max-limit*:

## 2.4 Quality of Service (QoS)

Arifin (2012) [1] menyatakan bahwa, *Quality of Service (QoS)* merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. 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 di dalam suatu komunikasi. Berikut ini merupakan beberapa parameter QoS yang sering digunakan dalam mengukur performansi jaringan, yaitu :

### 1. Throughput

Yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

**Tabel 2.1 Throughput** (Yanto:2013) [5]

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

(Sumber : TIPHON)

### 2. Packet Loss

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah bandwidth cukup tersedia untuk aplikasi aplikasi tersebut. Jika terjadi kongesti yang cukup lama, *buffer* akan penuh, dan data baru tidak akan diterima. Nilai *packet loss* sesuai dengan versi TIPHON sebagai berikut :

**Tabel 2.2 Packet loss** (Yanto:2013) [5]

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

(Sumber : TIPHON)

### 3. Delay (Latency)

Adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Adapun komponen *delay* adalah sebagai berikut:

Menurut versi *TIPHON*, besarnya *delay* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

**Tabel 2.3 One-Way Delay/Latensi** (Yanto:2013) [5]

Kategori Latensi	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

(Sumber : TIPHON)

### 4. Jitter atau Variasi Kedatangan Paket

Hal ini diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan *jitter*. *Jitter* lazimnya disebut *variasi delay*, berhubungan erat dengan *latency*, yang menunjukkan banyaknya *variasi delay* pada transmisi data di jaringan. *Delay* antrian pada router dan switch dapat menyebabkan *jitter*. Terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai *peak jitter* sesuai dengan versi *TIPHON*, yaitu :

**Tabel 2.4 Jitter** (Yanto:2013) [5]

Kategori Degradasi	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

(Sumber : TIPHON)

### 5. Mean Opinion Score (MOS)

Kualitas sinyal yang diterima biasanya diukur secara subjektif dan objektif. Metoda pengukuran subyektif yang umum dipergunakan dalam pengukuran kualitas *speech coder* adalah ACR (*Absolute Category Rating*) yang akan menghasilkan nilai MOS (*Mean Opinion Score*). Tes subyektif ACR meminta pengamat untuk menentukan kualitas suatu *speech coder* tanpa membandingkannya dengan sebuah referensi. Skala rating MOS dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

**Tabel 2.5 MOS** (Yanto:2013) [5]

Kualitas Percakapan	Nilai	Indeks
Sangat Baik	5	4
Baik	4	3
Cukup	3	2
Kurang Baik	2	1
Buruk	1	0

(Sumber : TIPHON)

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Metode Analisis

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam menganalisis masalah, maka penulis menggunakan metode dan teknik penulisan sebagai berikut:

#### 1. Interview

*Interview* adalah usaha pengumpulan informasi yang dilakukan dengan mengajukan sejumlah pertanyaan secara lisan kepada *admin* jaringan Mako Sat Brimob Polda Kalbar yang berhubungan dengan data yang diperlukan untuk dianalisis kembali.

## 2. Observasi

Observasi adalah pengumpulan data yang langsung berkaitan dengan terjadinya suatu peristiwa dimana objek diteliti dan dicatat. Pada pelaksanaannya, observasi dilakukan terhadap *traffic* jaringan internet yang ada di Mako Sat Brimob Polda Kalbar.

## 3. Implementasi

Implementasi adalah penerapan terhadap suatu ilmu yang sudah diperoleh dan dipelajari. Dalam hal ini dilakukan implementasi yaitu menerapkan manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada jaringan Mako Sat Brimob Polda Kalbar. Serta melakukan analisis dan membandingkan QoS jaringan sebelum dan sesudah menerapkan metode HTB.

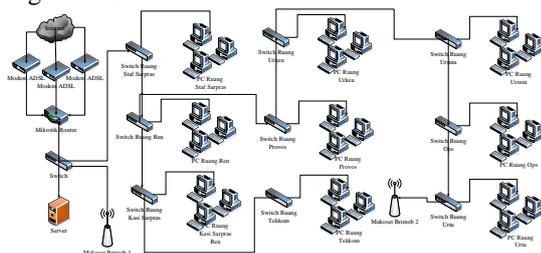
### 3.2 Analisis Kinerja Jaringan

Berikut ini adalah hasil analisis kinerja jaringan yang ada di Mako Sat Brimob Polda Kalbar:

1. Pemetaan jaringan yang dihasilkan pada analisis jaringan ini merupakan pemetaan sesuai dengan denah *layout* gedung Mako Sat Brimob Polda Kalbar dan sesuai dengan topologi jaringan yang telah ada.
2. Jaringan internet di Mako Sat Brimob Polda Kalbar telah menerapkan manajemen *bandwidth* dengan menerapkan limitasi *bandwidth* sederhana (*simple queue*).
3. Penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dirancang dengan melakukan pengecekan jumlah maksimal dan minimal *client* yang online secara bersamaan untuk memperhitungkan jumlah *limit-at* dan *max-limit*.
4. *Monitoring* beban puncak penggunaan internet pada Mako Sat Brimob Polda Kalbar sebagai bahan analisis beban puncak pada sibuk dan jam tidak sibuk.

### 3.3 Topologi Jaringan dan Arsitektur Jaringan

Gambaran topologi dan arsitektur jaringan Mako Sat Brimob Polda Kalbar secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.1.

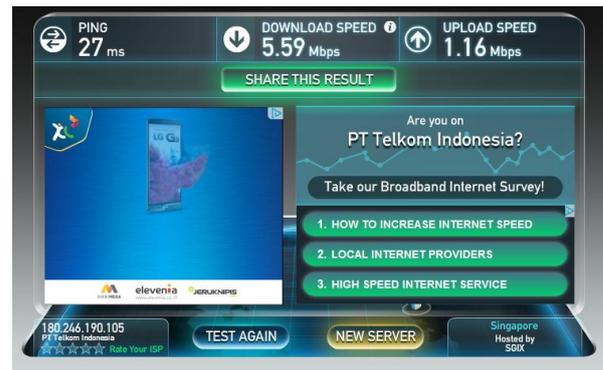


Gambar 3.1 Arsitektur jaringan secara keseluruhan

Berdasarkan gambar arsitektur jaringan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Pada jaringan Mako Sat Brimob menerapkan topologi pohon. Topologi pohon diterapkan karena topologi ini pada dasarnya memang cocok bila diterapkan pada jaringan perkantoran, karena topologi memiliki keunggulan dalam hal kinerja dalam jaringan dan lebih hemat biaya.
- b. Jaringan Mako Sat Brimob memiliki 3 line Speedy di mana masing masing line memiliki kapasitas *bandwidth up to 2 Mb*. Untuk pengecekan lebih lanjut, berikut merupakan hasil tes kecepatan *upload*

dan *download* melalui *speedtest.net* yang diambil pada hari Rabu tanggal 25 Juni 2014 pada pukul 11.00 WIB.



Gambar 3.2 Hasil pengukuran kecepatan jaringan internet Makosat yang diambil pada hari Rabu tanggal 25 Juni 2014 pada pukul 11.00 WIB.

### 3.4 Rencana Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan adalah dengan mengukur parameter QoS (*throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan MOS) pada jaringan sebelum dan sesudah pengimplementasian HTB pada *router* mikrotik pada saat jam kerja kantor dan pada saat di luar jam kerja kantor berdasarkan data-data yang telah diambil kemudian dibandingkan dengan standar versi TIPON sebagai acuan penilaian.

#### 1. Pengujian *throughput*

Perhitungan *throughput* didapat dari hasil *capture* data yang diambil dengan aplikasi Wireshark dan melalui perhitungan dengan persamaan berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

$$\% \text{Throughput} = \frac{\text{Throughput}}{\text{Alokasi bandwidth user}} \times 100\%$$

#### 2. Pengujian *packet loss*

Perhitungan *packet loss* didapat dari hasil *capture* data yang diambil dengan *command prompt* dan melalui perhitungan dengan persamaan berikut:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket Data Dikirim} - \text{Paket Data Diterima}}{\text{Paket Data Yang Dikirim}} \times 100\%$$

#### 3. Pengujian *delay*

Perhitungan *delay* didapat dari hasil *capture* data yang diambil dengan aplikasi Wireshark dan melalui perhitungan dengan persamaan berikut:

$$\text{Delay Rata - Rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet Yang Diterima}}$$

#### 4. Pengujian *jitter*

Perhitungan *jitter* didapat dari hasil *capture* data yang diambil dengan aplikasi Wireshark dan melalui perhitungan dengan persamaan berikut:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Paket Data Yang Diterima}} = \frac{(\text{Delay} - (\text{Rata} - \text{Rata Delay}))}{\text{Total Paket Data Yang Diterima}}$$

### 3.5 Hasil Analisis Perbandingan *Simple Queue* dengan *Hierarchical Token Bucket* (HTB)

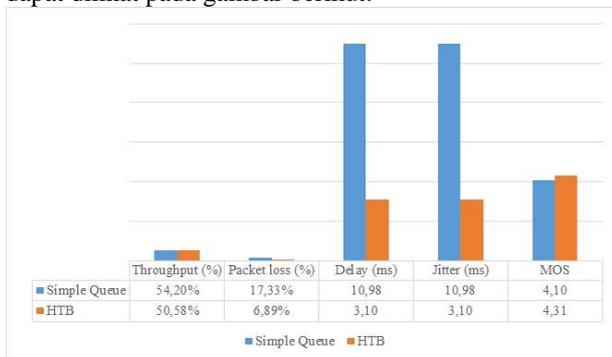
Berikut tabel perbandingan nilai akhir QoS *simple queue* dengan HTB berdasarkan standar TIPON:

PARAMETER QoS	SIMPLE QUEUE		HTB	
	INDEKS	KATEGORI	INDEKS	KATEGORI
Throughput	3	Bagus	3	Bagus
Packet loss	2	Sedang	3	Bagus
Delay	4	Sangat bagus	4	Sangat bagus
Jitter	3	Bagus	3	Bagus
MOS	3	Baik	3	Baik
<b>TOTAL RATA-RATA</b>	<b>3</b>	<b>Bagus</b>	<b>3,2</b>	<b>Bagus</b>

**Tabel 3.1** Perbandingan nilai akhir QoS

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai akhir QoS *simple queue* dalam standar TIPHON mempunyai nilai indeks **3** dengan kategori **Bagus**, sedangkan nilai akhir QoS HTB dalam standar TIPHON mempunyai nilai indeks **3,2** dengan kategori **Bagus**.

Secara umum perbandingan nilai akhir QoS *simple queue* dengan HTB tidak jauh berbeda. Namun apabila dibandingkan kembali dengan menggunakan nilai tiap-tiap parameter QoS berdasarkan klasifikasi waktu yang telah ditentukan akan sangat tampak perubahan dari tiap-tiap nilai parameter tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.3** Grafik perbandingan nilai tiap-tiap parameter QoS

Berdasarkan grafik di atas, dapat dianalisis bahwa:

#### 1. Throughput

*Throughput* digunakan untuk mengetahui jumlah paket yang diterima dalam keadaan baik terhadap waktu total transmisi yang dibutuhkan dari *server* hingga ke *user*. Berdasarkan data yang telah diambil dengan menggunakan aplikasi Wireshark, yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.13 di atas dapat dilihat nilai total rata-rata parameter *throughput* pada *simple queue* sebesar **54,20%** dengan kategori **“BAGUS”**. Sedangkan nilai total rata-rata parameter *throughput* pada *Hierarchical Token Bucket (HTB)* sebesar **50,58%** dengan kategori **“BAGUS”**.

Nilai *throughput* pada *simple queue* lebih besar dibandingkan dengan nilai *throughput* pada HTB. Hal ini berkaitan dimana pada dasarnya *simple queue* memiliki nilai *max-limit* yang statis, sementara pada HTB nilai *max-limit* telah ditentukan pada *parent* dan *child*. Namun nilai *max-limit* pada HTB dapat digunakan oleh *user* secara optimal apabila jaringan dalam keadaan tidak sibuk, semnetara apabila kondisi jaringan dalam keadaan sibuk, maka seluruh *user* yang aktif akan berbagi bandwidth secara merata setelah nilai *limit-at* semua user sudah terpenuhi.

#### 2. Packet loss

*Packet loss* digunakan untuk mengetahui banyaknya jumlah paket yang hilang atau tidak sampai ke tujuan ketika melakukan pengiriman data dari sumber ke tujuan. Nilai *packet loss* sistem dipengaruhi oleh jumlah paket data dan jumlah paket data loss yang didapatkan dari *statistics command prompt*, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *simple queue* dan HTB.

Hasil analisis perbandingan *packet loss* pada *simple queue* maupun HTB ditunjukkan pada gambar 4.13 di atas, dimana parameter *packet loss* pada *simple queue* sebesar **17,33%** dengan kategori **“SEDANG”**, sedangkan nilai parameter *packet loss* pada HTB sebesar **6,89%** dengan kategori **“BAGUS”**. Dengan menerapkan HTB pada jaringan kantor Makosat Brimob mampu mengurangi nilai *packet loss* sebesar 10,44%.

#### 3. Delay

Hasil analisis perbandingan nilai *delay* pada *simple queue* dan HTB ditunjukkan pada gambar 4.13 di atas, dimana nilai parameter *delay* pada *simple queue* sebesar **10,98%** dengan kategori **“SANGAT BAGUS”**, sedangkan nilai parameter *delay* pada HTB sebesar **3,10%** dengan kategori **“SANGAT BAGUS”**. Dengan menerapkan HTB pada jaringan kantor Makosat Brimob mampu mengurangi nilai *delay* sebesar 7,88%. Nilai *delay* sangat berpengaruh terhadap seberapa besar bandwidth yang disediakan. Semakin besar bandwidth yang diberikan, maka akan semakin kecil nilai *delay* yang dihasilkan.

#### 4. Jitter

Hasil analisis perbandingan nilai *jitter* pada *simple queue* dan HTB ditunjukkan pada gambar 4.13 di atas, dimana nilai parameter *jitter* pada *simple queue* sebesar **10,98%** dengan kategori **“BAGUS”**, sedangkan nilai parameter *jitter* pada HTB sebesar **3,10%** dengan kategori **“BAGUS”**. Dengan menerapkan HTB pada jaringan kantor Makosat Brimob mampu mengurangi nilai *jitter* sebesar 7,88%. Nilai *jitter* sangat berpengaruh terhadap nilai *delay* dan seberapa besar bandwidth yang disediakan. Semakin besar bandwidth yang diberikan, maka akan semakin kecil nilai *jitter* yang dihasilkan.

#### 5. MOS

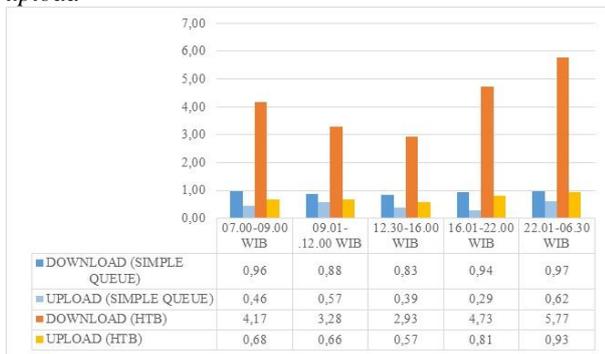
Hasil analisis perbandingan nilai *MOS* pada *simple queue* dan HTB ditunjukkan pada gambar 4.13 di atas, dimana nilai parameter *MOS* pada *simple queue* sebesar **4,01** dengan kategori **“BAIK”**. Sedangkan nilai parameter *MOS* pada HTB sebesar **4,31** dengan kategori **“BAIK”**. Setelah menerapkan HTB pada jaringan kantor Makosat Brimob mampu mengurangi nilai *jitter* sebesar 7,88%. Nilai *jitter* sangat berpengaruh terhadap nilai *delay* dan seberapa besar bandwidth yang disediakan. Semakin besar bandwidth yang diberikan, maka akan semakin kecil nilai *jitter* yang dihasilkan.

### 3.6 Perbandingan Kecepatan Download dan Upload

Dari hasil rakpitulasi data yang telah diambil, perbandingan kecepatan *download* dan *upload* pada jaringan *simple queue* dan HTB dapat dilihat pada tabel berikut:

No	JAM	SIMPLE QUEUE		HTB	
		DOWN (Mbps)	UP (Mbps)	DOWN (Mbps)	UP (Mbps)
1	07.00-09.00 WIB	0,96	0,46	4,17	0,68
2	09.01-12.00 WIB	0,88	0,57	3,28	0,66
3	12.30-16.00 WIB	0,83	0,39	2,93	0,57
4	16.01-22.00 WIB	0,94	0,29	4,73	0,81
5	22.01-06.30 WIB	0,97	0,62	5,77	0,93
RATA-RATA		0,92	0,47	4,17	0,73

**Tabel 3.4** Perbandingan kecepatan *download* dan *upload*



**Gambar 3.5** Grafik perbandingan kecepatan *download* dan *upload*

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat dilihat bahwa kecepatan *download* rata-rata *simple queue* sebesar 0,92 Mbps dan *upload* sebesar 0,47 Mbps. Sementara nilai *download* rata-rata HTB sebesar 4,17 Mbps dan *upload* sebesar 0,73 Mbps.

Grafik *simple queue* terlihat lebih statis dibandingkan dengan grafik HTB, karena *simple queue* memiliki nilai *max-limit* yang sudah ditentukan per-*user*. Berbeda dengan HTB, memiliki grafik yang lebih dinamis sebagai bukti bahwa HTB mampu mengoptimalkan penggunaan bandwidth yang tersedia. HTB memiliki nilai *max-limit* pada *parent* maupun *child*, dan *user-user* yang ada pada level *child* bisa menggunakan bandwidth jaringan secara *full* disaat kondisi jaringan sedang tidak sibuk. Pada saat jaringan sedang dalam kondisi sibuk, *user* akan mendapatkan nilai kecepatan di bawah *max-limit* karena bandwidth akan dibagi secara merata kepada seluruh *user* yang sedang online secara bersamaan.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada jaringan *simple queue* nilai rata-rata *download* sebesar 0,92 Mbps dan *upload* sebesar 0,47 Mbps. Sedangkan pada jaringan yang sudah menerapkan Hierarchical Token Bucket (HTB) nilai rata-rata *download* sebesar 4,17 Mbps dan *upload* sebesar 0,73 Mbps. Sehingga setelah menerapkan metode HTB pada jaringan kantor Makosat Brimob Polda Kalbar penggunaan bandwidth yang disediakan oleh ISP mampu digunakan secara dinamis menyesuaikan dengan keadaan traffic jaringan.

2. Pengukuran terhadap parameter QoS yang telah dilakukan pada jaringan *simple queue* didapatkan nilai 3,00 dengan kategori “BAGUS” dalam standar TIPHON. Kemudian setelah dilakukan implementasi metode Hierarchical Token Bucket (HTB), nilai QoS jaringan mengalami perbaikan positif menjadi 3,20 dengan kategori “BAGUS” dalam standar TIPHON.

##### 4.2 Saran

Adapun hal-hal yang menjadi saran sebagai pertimbangan untuk pengembangan jaringan Makosat Brimob Polda Kalbar agar menjadi lebih baik lagi adalah sebagai berikut :

1. Pada saat pengujian sistem manajemen bandwidth, hendaknya menggunakan koneksi internet yang stabil untuk mengurangi adanya nilai error.
2. Menganalisis performansi sistem manajemen bandwidth dengan prioritas port seperti untuk penggunaan video streaming, VoIP, dan game online pada masing-masing client.
3. Penggunaan manajemen bandwidth dengan Hierarchical Token Bucket (HTB) dapat dikombinasikan dengan metode Per Connection Queue (PCQ) untuk mencapai Quality of Service yang lebih baik.
4. Menggunakan 9 parameter QoS untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat, yaitu packet loss, delay/latency, jitter, throughput, MOS, echo cancellation, error, Out of Delivery, dan PDD.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Yunus. 2012. Implementasi Quality Of Service Dengan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada PT.Komunika Lima Dua Belas. Mei 16, 2014. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JLK/article/view/4893>
- [2] Riadi, Imam & Wicaksono P.W. 2011. *Implementasi Quality Of Service Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket*. Mei 16, 2014. <http://is.uad.ac.id/jusi/files/09-JUSI-Vol-1-No-2-Implementasi-Quality-of-Service.pdf>
- [3] Rofiq, Muhammad. 2013. *Perancangan Manajemen Bandwidth Internet Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno*. Mei 16, 2014. [http://lp3m.asia.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/Naskah-Jurnal-JITIKA-Vol7No1\\_STMIK\\_ASIA.pdf](http://lp3m.asia.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/Naskah-Jurnal-JITIKA-Vol7No1_STMIK_ASIA.pdf)
- [4] Soniya, Y.; Priyono, W. A., dan Ambarwati, R. 2013. *Sistem Manajemen Bandwidth dengan Prioritas Alamat IP Client*. Mei 20, 2014. <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/viewFile/85/53>
- [5] Yanto. 2013. *Analisis QOS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (studi Kasus: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura)*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.