

# PERBANDINGAN QoS MANAJEMEN BANDWIDTH METODE *HIERARCHIAL TOKEN BUCKET* DENGAN *PER CONECTION QUEUE*

(studi kasus SMA Negeri 1 Bondowoso)

**Indra Cahya Febriyantoro**

**1110651029**

## Abstrak

Jaringan internet di SMA Negeri 1 Bondowoso disediakan sebagai sarana untuk mengakses informasi-informasi yang dibutuhkan oleh guru, staf tata usaha (T.U), perpustakaan dan siswa. Kebutuhan internet di SMA Negeri 1 Bondowoso hanya digunakan untuk akses internet sebagai sarana belajar mengajar, tetapi jaringan tersebut masih kurang stabil. Faktor-faktor penyebabnya adalah belum adanya manajemen *bandwidth* pada jaringan internet SMA Negeri 1 Bondowoso menyebabkan QoS (*Quality of Service*) sering terjadinya overload. Dengan metode manajemen *bandwidth* HTB (*Hierarchical Token Bucket*) yang merupakan teknik manajemen *bandwidth* secara schedule merupakan solusi untuk memperbaiki kuantitas QoS (*Quality of Service*) jaringan internet di SMA Negeri 1 Bondowoso. Dengan hasil pengujian parameter QoS (*Quality of Service*) terhadap metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dengan nilai rata-rata *delay* : 29,2 ms, *throughput* : 453,2 bps dan *packet loss* : 3,4% pada jam sibuk yang termasuk dalam kategori sangat bagus setelah dianalisa pada standart ETSI. Sedangkan *delay*, *throughput* dan *packet loss* pada saat tidak sibuk juga termasuk dalam kategori sangat bagus dengan nilai rata-rata 27,8 ms, 500,8 bps, 1,53%.

Kata Kunci : manajemen *bandwidth*, QoS (*Quality of Service*), HTB (*Hierarchical Token Bucket*), *delay*, *throughput*, *packet loss*, ETSI.

## Abstract

*Internet network in SMA Negeri 1 Bondowoso is provided as a means to access the information that is needed by teachers, administrative staff (T U), libraries and students. Internet needs in SMA Negeri 1 Bondowoso who only used to access the internet as a means of teaching and learning, but the network still less stable. Cause factors is not yet the existence of internet network bandwidth management of SMA Negeri 1 Bondowoso causing QoS (Quality of Service) is often the onset of overload. Bandwidth management method with HTB (Hierarchical Token Bucket) which is a bandwidth management techniques in schedule is the solution to fix the quantity of QoS (Quality of Service) internet network in SMA Negeri 1 Bondowoso. With the results of testing the parameters of QoS (Quality of Service) against a method of HTB (Hierarchical Token Bucket) with an average value of delay: 29.2 ms. throughput: 453.2 bps and packet loss: 3.4% during rush hour which is included in the category of very nice after the standard has been analyzed in ETSI. While the delay, packet loss and throughput on when not busy is also included in the category of very good with average value of 27.8 ms, 500.8 bps, 1.53%.*

*Keywords : bandwidth management, QoS (Quality of Service), HTB (Hierarchical Token Bucket), delay, throughput, packet loss, ETSI.*

## Pendahuluan

Saat ini banyak perangkat keras baik *laptop* maupun *gadget* yang dilengkapi oleh teknologi *wireless* sebagai penghubung *user* terhadap dunia internet. Akibatnya penggunaan internet dalam satu jaringan komputer semakin tidak terkontrol dan membutuhkan suatu manajemen *bandwidth* dalam mengatasi masalah tersebut. SMA Negeri 1 Bondowoso memiliki masalah dalam manajemen *bandwidth* supaya setiap *user* tidak mengalami ketidak nyamanan dalam mengakses internet. Internet pada SMA Negeri 1 Bondowoso digunakan sebagai fasilitas dalam belajar dan mengajar baik digunakan untuk mencari referensi pelajaran bagi siswa maupun sebagai media *upload* atau *download* data dari Dinas yang di lakukan oleh staf tata usaha sekolah.

Dengan disediakannya fasilitas internet di sekolah, berarti hampir seluruh warga sekolah menggunakan fasilitas tersebut untuk menjelajah dunia maya secara bebas tanpa dibatasi. Karena semakin banyaknya *user* yang mengakses jaringan internet menyebabkan pembagian *bandwidth* secara tidak merata dan hanya terprioritas pada satu *user* yang mendominasi saja. Hal itu terkadang menyebabkan kerugian pada *user* lainnya

## Tinjauan Pustaka

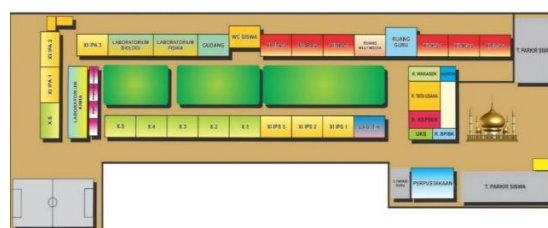
### Profil SMA Negeri 1 Bondowoso

SMA Negeri (SMAN) 1 Bondowoso, merupakan salah satu Sekolah Menengah Atas Negeri yang ada di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Sama dengan SMA pada umumnya di Indonesia masa pendidikan sekolah di SMAN 1 Bondowoso ditempuh dalam waktu tiga tahun pelajaran, mulai dari Kelas X sampai Kelas XII. SMAN 1 Bondowoso merupakan satu lembaga pendidikan di bawah naungan Dinas Pendidikan yang beralamatkan di Jln. CURAHDAMI 1294, RT/RW : 35/7 Desa Badean, Kec. Bondowoso, Jawa Timur dan berada pada garis lintang/bujur : - 7.9145/113.8083.



Gambar 1 SMAN 1 Bondowoso via *google map*

Sekolah tersebut memiliki 35 ruang yang sebagai prasarana belajar dan mengajar dengan jumlah siswa sebanyak 557 siswa, yang terdiri dari 300 siswa laki-laki dan 257 siswa perempuan serta mempunyai 47 tenaga pendidik yang kompeten pada bidangnya dan 10 tenaga administrasi sekolah.



Gambar 2 Denah SMAN 1 Bondowoso

## **Manajemen *Bandwidth***

Penggunaan Internet bersama pastinya mempengaruhi *bandwidth* dan kecepatan transfer data antar komputer, oleh karena itu dibutuhkan sebuah manajemen *bandwidth*. Server melakukan pembagian *bandwidth* secara merata kepada para pelanggan agar tidak terjadi penguasaan *bandwidth*.

Setiap orang memiliki keperluan masing-masing. Ada yang menghabiskan *bandwidth* seperti men-*download* MP3, video atau *streaming*, ada yang sekedar cek *e-mail*, dan ada pula yang sekedar *chatting*. Oleh karena itulah diperlukan adanya manajemen *bandwidth*.

## **Hierarchy Token Bucket (HTB)**

*Hierarchy Token Bucket* atau yang di singkat HTB merupakan satu teknik penjadwalan paket yang baru-baru ini di perkenalkan bagi *router* berbasis *linux*, orang yang pertama mengembangkan adalah Martin Devera pada akhir 2001 sebagai mekanisme penjadwalan yang saat ini masih dipakai yaitu CBQ. HTB diklaim menawarkan kemudahan pemakaian dengan teknik peminjaman dan implementasi pembagian *traffic* yang lebih akurat.

Teknik antrian HTB (*Hierarchy Token Bucket*) mirip dengan CBQ hanya perbedaannya terletak pada opsi, HTB lebih sedikit opsi saat konfigurasi serta lebih presisi. Teknik antrian HTB memberikan kita fasilitas pembatasan trafik pada setiap level maupun klasifikasi, *bandwidth* yang tidak terpakai bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah.

## **Per Connection Queuing (PCQ)**

PCQ (Per Connection Queuing) digunakan untuk mengenali arah arus dan digunakan karena dapat membagi *bandwidth* secara adil, merata dan masif. PCQ pada mikrotik digunakan bersamaan dengan fitur

*Queue*, baik *Simple Queue* maupun *Queue Tree*. PCQ (*Per Connection Queuing*) melakukan manajemen *bandwidth* secara massive kepada semua *client* secara besar-besaran. Dengan menggunakan PCQ ini, walaupun jumlah *client* tidak tentu dan sangat banyak, kita hanya perlu membuat satu atau dua konfigurasi *Queue*. PCQ Classifier berfungsi mengklasifikasikan arah koneksi, Misalnya jika *Classifier* yang digunakan adalah *src-address* pada Local interface, maka aliran PCQ akan menjadi koneksi upload. Begitu juga dengan *dst-address* akan menjadi PCQ download.

PCQ rate berfungsi untuk membatasi *bandwidth* maksimum yang bisa didapatkan. Dengan memasukkan angka pada rate ini (default: 0) maka maksimal download yang akan didapatkan per IP akan dibatasi mis. 128k (kbps).

## **Quality of Service (QoS)**

Flanagan dkk (2003) mendefinisikan bahwa QoS adalah teknik untuk mengelola *bandwidth* delay, jitter, dan paket loss untuk aliran dalam jaringan. Tujuan dari mekanisme QoS adalah mempengaruhi setidaknya satu diantara empat parameter dasar QoS yang telah ditentukan. QoS didesain untuk membantu end user (*client*) menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. QoS merupakan suatu tantangan yang besar dalam jaringan berbasis IP dan internet secara keseluruhan. Tujuan dari QoS adalah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan yang

disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Fungsi-fungsi QoS dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengkelasan paket untuk menyediakan pelayanan yang berbeda-beda untuk kelas paket yang berbeda-beda.
2. Penanganan kongesti untuk memenuhi dan menangani kebutuhan layanan yang berbeda-beda.
3. Pengendalian lalu lintas paket untuk membatasi dan mengendalikan pengiriman paket-paket data.
4. Pensinyalan untuk mengendalikan fungsifungsi perangkat yang mendukung komunikasi di dalam jaringan IP.

Parameter QoS

Performansi mengacu ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi. Performansi merupakan kumpulan dari beberapa parameter besaran teknis, yaitu :

1. **Throughput**, yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam *bps*. *Troughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* merupakan kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* selalu dikaitkan dengan *bandwidth* karena *throughput* memang bisa disebut juga dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. *Bandwidth* lebih bersifat *fix* sementara *throughput* sifatnya adalah dinamis tergantung *traffic* yang sedang terjadi.

Tabel 1 Kategori *throughput*

Kategori Throughput	Indek	Throughput
Sangat Bagus	>450 ms	4
Bagus	300 s/d 450 bps	3
Sedang	150 s/d 300 bps	2
Buruk	< 150 bps	1

(Sumber: ETSI 1999-2006)

## 2. Packet Loss

*Packet Loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu:

- Terjadinya overload trafik didalam jaringan.
- Tabrakan (congestion) dalam jaringan.
- Error yang terjadi pada media fisik.
- Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *overflow* yang terjadi pada *buffer*.

Di dalam implementasi jaringan IP, nilai *Packet Loss* ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Secara umum terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai *Packet Loss* yaitu seperti tampak pada tabel berikut:

Tabel 1 Kategori *Packet Loss*

Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0%-2%	4
Bagus	3%-14%	3
Sedang	15% - 24%	2
Buruk	>25%	1

(Sumber: ETSI 1999-2006)

3. **Delay (latency)**, adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Delay di dalam jaringan dapat digolongkan sebagai berikut:

- *Packetization delay*

Delay yang disebabkan oleh waktu yang diperlukan untuk proses pembentukan paket IP dari informasi user. Delay ini hanya terjadi sekali saja, yaitu di sumber informasi.

- *Queuing delay*

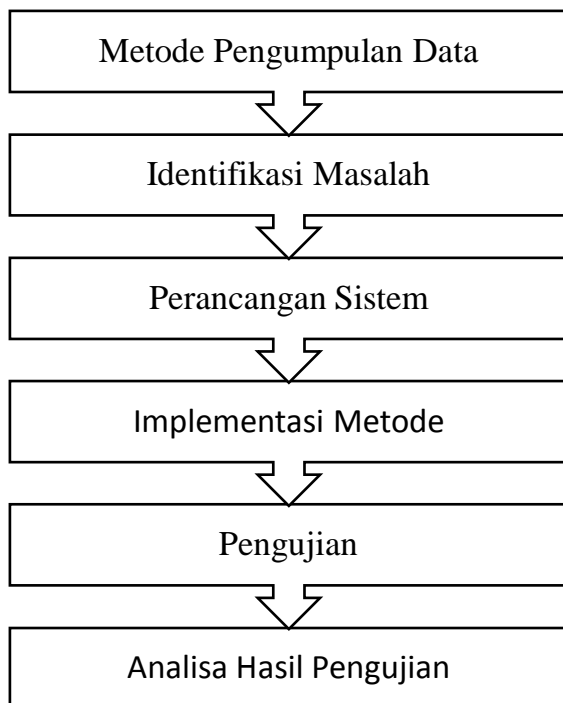
Delay ini disebabkan oleh waktu proses yang diperlukan oleh router dalam menangani transmisi paket di jaringan. Umumnya delay ini sangat kecil, kurang lebih sekitar 100 micro second.

Tabel 1 Kategori *Latensi*

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

(Sumber: ETSI 1999-2006)

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Metode Pengumpulan Data

## Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan penulis dalam melakukan analisis data dan menjadikannya informasi yang akan digunakan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi, diantaranya :

### Observasi

Observasi (Jogiyanto, 2008:89) merupakan teknik atau pendekatan untuk mendapatkan data primer dengan cara mengamati langsung obyek datanya. Pada kesempatan ini penulis melakukan pengambilan data di sebuah sekolah untuk memperoleh data tentang sekolah tersebut, baik berupa jumlah siswa beserta guru dan jajaran staf tata usaha yang memakai jaringan internet dan juga jumlah *hardware* sebagai sarana pendukung fasilitas internet serta jumlah *bandwidth* yang di terima sekolah dari ISP (*Internet Service Provider*).

### Studi Literatur

Studi Literatur (Jogiyanto, 2008:121) merupakan salah satu bentuk metodologi penelitian yang menggunakan sebuah karya tulisan dari setiap masing-masing penulis yang memiliki kemiripan judul yang akan diteliti. Dalam proses pencarian dan Perolehan data tersebut penulis mendapat referensi melalui perpustakaan dan internet. Setelah menemukan referensi tersebut penulis menggunakan referensi tersebut sebagai acuan untuk membuat landasan teori, metodologi penelitian, dan pembahasan yang terkait pada judul yang penulis ambil. Dan referensi-referensi apa saja yang digunakan oleh penulis dapat dilihat pada Daftar Pustaka.

Berdasarkan hasil pengamatan, penulis belum pernah menemukan penelitian yang mengambil objek yang sama dengan yang penulis lakukan. Banyak metode-metode yang dibandingkan dalam manajemen

*bandwidth* hanya menggunakan *simpel queue* atau *queue tree* di mana salah satu metode tersebut dibandingkan dengan HTB (*Hierarchical Token Bucket*) oleh Dulianto Helmy, Heri Priyanto, Anggi Srimurdianti S, Teknik Informatika Universitas Tanjungpura. Sedangkan untuk penelitian mengenai perbandingan HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dan PCQ (*Per Connection Queue*), belum pernah penulis temukan sebelumnya.

## Identifikasi Masalah

Masalah yang didapat penulis setelah melakukan observasi adalah seringnya pengguna jaringan internet pada SMAN 1 Bondowoso mengalami ke tidak stabilan pada jaringan internet. Penulis mencoba mengidentifikasi masalah yang terjadi dengan cara memonitoring pengguna fasilitas internet baik LAN (*Local Area Network*) maupun WLAN (*Wireless Local Area Network*) serta jumlah besar *bandwidth* yang ada di sekolah sebagai parameter sebelum penulis mencarikan sebuah solusi hingga dijadikan objek penelitian dalam tugas akhirnya.

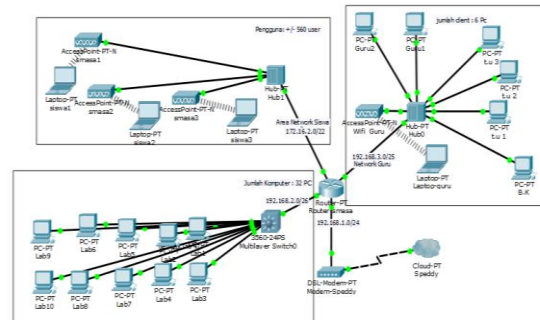
## Perancangan Sistem

Sebelum penulis melakukan implementasi terhadap masalah yang terjadi pada objek penelitiannya, penulis terlebih dahulu merancang sebuah rancangan sistem sebagai dasar dalam penulis melakukan penelitian.

### Rancangan Sistem

Dalam tahap ini penulis menggunakan fasilitas *hardware* yang ada pada instansi sekolah dan manajemen *bandwidth* yang diterima sekolah dari ISP. Dalam kasus perbandingan manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dengan PCQ (*Per Connection Queue*) ini penulis mengimplementasikan pada 3 area *networks* yang ada pada SMA

Negeri 1 Bondowoso meliputi area *network* guru, *networks* laboratorium T.I dan area *wireless* siswa dan manajemen *bandwidth* yang ada berdasarkan tingkat kebutuhan dan jumlah *user*.



Gambar 1 Rancangan Network pada SMA Negeri 1 Bondowoso

## Pengujian

Pengujian dilaksanakan dengan 2 (dua) tahap, yang pertama pengujian metode dengan *tools* yang mendukung untuk menguji metode tersebut yaitu *tools* IDM (*Internet Download Manager*) untuk melihat *max limited* transfer data setiap area *network*nya. Sedangkan untuk tahap kedua adalah pengujian pada parameter *QoS* pada jaringan internet pada saat pengimplementasian metode HTB dan PCQ penulis menggunakan *Axence NetTools* versi 5. *Tools* ini berupa *software* untuk mengukur performa jaringan dan dapat mendiagnosa jaringan. Selain itu juga untuk mengetahui *bandwidth maksimum* dan *minimum* dengan mengatur parameter yang ada baik pada TCP yaitu *reponse time* dan jumlah paket saat mengakses sebuah *web server*. Pengujian metode dengan parameter *QoS* (*delay*, *troughput* dan *packet loss*) dilakukan pada 2 waktu berbeda yaitu waktu padat dimulai jam 10.00 hingga 15.00 dan waktu tidak padat yang dimulai pada jam 15.00 hingga 19.00.

## Analisa Hasil Pengujian

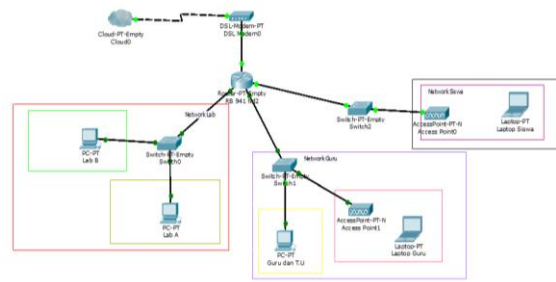
Menurut Riduwan (2012 : 52) “ Tujuan analisis deskriptif untuk membuat gambaran secara sistematis data yang faktual dan akurat mengenai fakta – fakta serta hubungan antar fenomena yang diselidiki atau diteliti”. Menurut Cooper (1985:10) “hasil dari suatu pengukuran dengan metode tertentu dapat diramalkan berdasarkan data contoh (sampel data) tanpa memiliki informasi (keterangan) yang lengkap mengenai semua faktor-faktor gangguan”.

Analisa yang dilakukan penulis adalah dengan mengumpulkan data dari berbagai skenario pengujian yang dilakukan lalu penulis mengkategorikan parameter *QoS* dari hasil dari masing-masing metode sesuai dengan kategori yang dijadikan acuan oleh penulis yang diperoleh dari sumber yang didapatkan penulis yaitu ETSI 1999-2006 untuk nantinya membandingkan hasil dari masing-masing metode dan ditarik suatu kesimpulan atas penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam penelitian tersebut.

## IMPLEMENTASI DAN ANALISA METODE

### Implementasi Metode HTB dan PCQ

Pada bab ini dibahas tentang pengimplementasi dan analisa pengujian yang telah dilakukan. Pengujian dan analisis ini bertujuan untuk mengetahui performasi pada jaringan yang sudah diimplementasikan metode HTB dan PCQ. Pengimplementasian metode ini menggunakan Router Mikrotik untuk melakukan manajemen *bandwidth*.

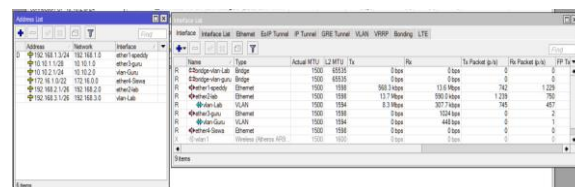


Gambar 1 Topologi Jaringan SMA Negeri 1

Dari Gambar topologi tersebut terdapat 3 area *network* dan *bandwidth* yang didapat dari ISP (*Internet Service Provider*) sebesar 20 Mbps untuk *traffic download* serta 7 Mbps untuk *traffic upload* dan akan dimanajemen *bandwidth* tersebut agar tidak terjadi *overload* saat dalam kondisi semua *network* digunakan secara bersamaan atau dalam kondisi sibuk. Maka penulis membagi *bandwidth* pada 3 *network* tersebut berdasarkan kebutuhan masing-masing bagian agar *bandwidth* yang tersedia agar dapat terbagi rata dan tidak merugikan salah satu pihak pengguna saat semua mengakses internet.

Tabel 1 pembagian *bandwidth*

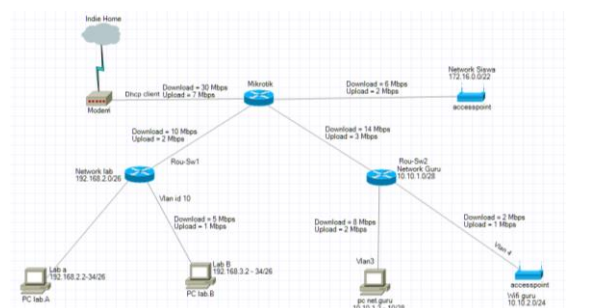
No	Area <i>Network</i>	<i>Bandwidth</i>	
		<i>Download</i>	<i>Upload</i>
1.	<i>Network Lab</i>	10 Mbps	2 Mbps
2.	<i>Network Guru</i>	14 Mbps	3 Mbps
3.	<i>Network Siswa</i>	6 Mbps	2 Mbps



Gambar 2 *interface* dan tabel *address list* pada mikrotik

## Hierarchical Token Bucket (HTB)

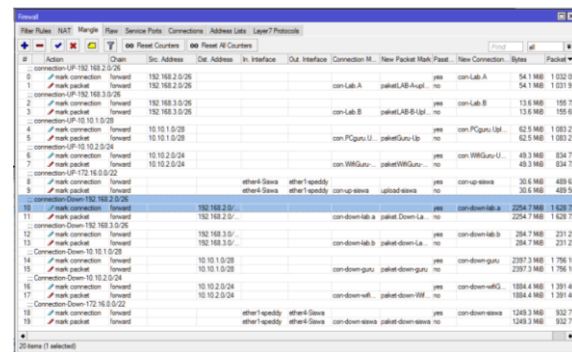
HTB (*Hierarchical Token Bucket*) merupakan metode manajemen *bandwidth* yang dipilih oleh penulis untuk mengatasi permasalahan manajemen *bandwidth*. Pada router mikrotik terdapat *queue* yang dibuat oleh *routerOS* yang akan disusun berdasarkan prinsip *Hierarchical Token Bucket (HTB)*. Dengan prinsip kerja manajemen *bandwidth* HTB memungkinkan penulis membuat susunan *queue* yang lebih tersusun dengan melakukan pengkelompokan-pengkelompokan bertingkat. Hal pertama yang dilakukan penulis adalah membuat *queue tree* dengan membagi *bandwidth* yang sudah ditentukan untuk dikonfigurasi HTBnya.



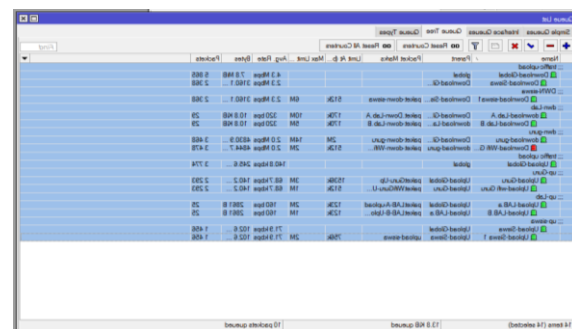
Gambar 1 topologi HTB

Dari gambar topologi diatas penulis membagi *traffic bandwidth* berdasarkan kebutuhan *user* dalam mengakses *internet* menggunakan metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) baik *packet upload* maupun *packet download* dari masing-masing *network*. Karena metode HTB mewajibkan konfigurasi menggunakan *parent and child* maka penulis menentukan *network* pada *ether 1* sebagai *parent* dari *child* yang terdapat pada *ether 2, 3* dan *ether 4*. Pada *ether 2* dan *3* penulis juga menambahkan *child* karena pada *network* tersebut terdapat *network* lain yang mempunyai fungsi berbeda, penulis menerapkan konfigurasi Vlan (*Virtual Local area network*) dimana Vlan tersebut dijadikan *child* pada *ether 2* maupun *ether 3*. Pada manajemen *bandwidth* HTB penulis

juga menerapkan sistem *priority* yang berfungsi agar jika ada *bandwidth* berlebih maka yang mendapatkan *bandwidth* berlebih tersebut adalah *priority* no 1.



Gambar 2 mark\_connection dan mark\_packet



Gambar 3 Queue tree

Tabel 1. HTB

No	Network	Status	Interface	Queue Tree				Priority
				Limit up	Max-Limit	Limit dn	Max-Limit	
1	Network Lab A	Child dan Parent	Ether 2	123k	2M	170k	10M	4
2	Network Lab B	Child	Plan 1	123k	1M	170k	5M	2
3	Network Gurus	Child dan Parent	Ether 3	1536k	3M	2M	14M	3
4	Network Ifjif_Guru	Child	Plan 2	512k	1M	512k	6M	1
5	Network Sisma	Child dan Parent	Ether 4	512k	2M	128k	6M	5

Tabel 2. Brush HTB

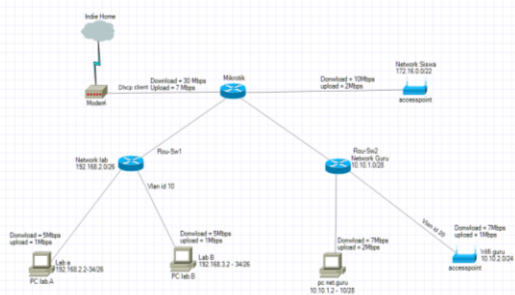
No	Network	Queue Tree						Priority
		Upload (bits)			Download (bits)			
		Brush Limit	Brush Threshold	Brush-time	Brush Limit	Brush Threshold	Brush-time	
1	Network Lab A	3M	1536K	20s	11M	5632K	20s	4
2	Network Lab B	2M	1M	20s	6M	3M	20s	2
3	Network Gurus	4M	1363K	30s	15M	5120K	30s	3
4	Network Ifjif_Guru	2M	683K	30s	7M	2389K	30s	1
5	Network Sisma	3M	2M	15s	7M	4779K	15s	5

Rumus brush  $Y = \frac{X \cdot N}{z}$   
 Keterangan =  
 N = Interval Time (10sec)      Z = Brush Time  
 X = Brush Limit                      M = max-limit  
 Y = Brush Threshold



## Per Connection Queue (PCQ)

Dalam pengimplementasian metode PCQ penulis juga menggunakan *routerOS* mikrotik untuk menjalankannya. PCQ (*Per Connection Queue*) merupakan pengaturan manajemen *bandwidth* bersifat *massive*. Dengan jumlah *bandwidth* yang dimiliki yaitu 30 Mbps (30720Kbps) dan 3 area *network* yang terkoneksi pada jaringan internet maka penulis menggunakan *source address* dan *destination address* dalam perangkaian *classifier*-nya yang dikonfigurasi pada *queue types*. Pada pengimplementasian metode PCQ penulis menggunakan fitur *simple queue* mengingat PCQ tidak membutuhkan rangkaian *queue* yang rumit. Agar pembagian *bandwidth*nya merata penulis menentukan arah *traffic* yaitu *traffic upload* dan *traffic download* dan menentukan jumlah *classifier* pada *src* dan *dst address mask* sesuai jumlah *prefix* atau *subnetting*nya pada *queue types*. Untuk mengatur jumlah *bandwidth* setiap *network* penulis mengkonfigurasinya difitur *simple queue* untuk masing-masing *traffic*.



Gambar 1. Topologi PCQ

Tabel 1. PCQ

No	Network	Simple queue				Address Mask				Priority
		Upload		Download		Upload		Download		
		Max Limit	Limit	Max Limit	Limit	src	dst	src	dst	
1	Network Lab A	1M	34K	5M	171K	26	32	32	26	3
2	Network Lab B	1M	34K	5M	171K	26	32	32	26	4
3	Network Guru	2M	341K	7M	1M	28	32	32	28	1
4	Network Wifi_Guru	1M	512K	7M	1M	24	32	32	24	2
5	Network Siswa	2M	256K	6M	512K	22	32	32	22	5

Tabel 4.1.2.2 Brush PCQ

No	Network	Simple Queue						Priority
		Upload (bits)			Download (bits)			
		Brush Limit	Brush Threshold	Brush-time	Brush Limit	Brush Threshold	Brush-time	
1	Network Lab A	2M	1M	20s	6M	3M	20s	3
2	Network Lab B	2M	1M	20s	6M	3M	20s	4
3	Network Guru	3M	1536K	30s	8M	2731K	30s	1
4	Network Wifi_Guru	2M	683K	30s	8M	2731K	30s	2
5	Network Siswa	3M	1M	15s	7M	4779K	15s	5

$$\text{Rumus brush } Y = \frac{X \cdot N}{z}$$

Keterangan =

N = Interval Time (10sec)

Z = Brush Time

X = Brush Limit

M = max-limit

Gambar 2. queue type

Gambar 3. Simple queue

## Pengujian

### Pengujian Tahap 1

Tabel 4.2.1.a Metode HTB

NO	Network	Kapasitas		Besar files	Kecepatan download			
		Min	Max		Padat		Tidak padat	
		Min	Max		Min	Max	Min	Max
1	Network Lab A	170k	10M	78.484Mb	636Kb	648Kb	1Mb	2Mb
2	Network Lab B	170k	5M	78.484Mb	32Kb	656Kb	139Kb	703Kb
3	Network Guru	2M	14M	78.484Mb	254Kb	450Kb	623Kb	1.5 Mb
4	Network Wifi_Guru	512k	6M	78.484Mb	47Kb	476Kb	11Kb	459Kb
5	Network Siswa	128k	6M	78.484Mb	177Kb	906Kb	157Kb	910Kb

Tabel 4.2.1.b Metode PCQ

NO	Network	Kapasitas		Besar files	Kecepatan download			
		Min	Max		Padat		Tidak padat	
		Min	Max		Min	Max	Min	Max
1	Network Lab A	171k	5M	78.484Mb	170Kb	506Kb	1Mb	3Mb
2	Network Lab B	171k	5M	78.484Mb	27Kb	515Kb	640Kb	670Kb
3	Network Guru	1M	7M	78.484Mb	54Kb	590Kb	195Kb	584Kb
4	Network Wifi_Guru	1M	7M	78.484Mb	241Kb	604Kb	70Kb	604Kb
5	Network Siswa	512k	6M	78.484Mb	11Kb	674Kb	71Kb	763Kb

## Pengujian Tahap 2

Pengujian impelemenatasi metode HTB dan PCQ harus dilakukan pengukuran pada parameter-parameter kualitas jaringan menggunakan alat bantu *tools monitoring* yaitu *Axence NetTools 5.0* untuk pengukuran parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss* yang dilakukan pada waktu yang ditentukan oleh penulis. Aplikasi tersebut berfungsi untuk menganalisa paket data yang terjadi pada jaringan internet. Terdapat dua hal penting yang menjadi acuan dalam pengambilan sampel. Pertama adalah *response time*, *Response time* berpengaruh terhadap waktu yang dibatasi terhadap laporan sampainya paket yang terkirim.

Pada penelitian ini *response time* dibatasi selama 1000ms, paket akan di kirm setiap detik jika melewati 1000ms maka paket akan di-drop atau dibuang. Berikut batasan *response time* yang ditentukan untuk setiap layanan.

Tabel 1. Response Time

Layanan	Response time
Google	1000ms
Server Sekolah (192.168.3.3)	1000ms
You Tube	1000ms

Hal yang kedua yang perlu ditentukan adalah jumlah paket yang diamati, penentuan jumlah paket yang diamati untuk menyamakan jumlah paket sampel yang akan diambil pada setiap *network* yang berbeda, berikut batasan jumlah paket yang diamati :

Tabel 2. Jumlah paket

Layanan	Jumlah Paket
Google	50
Server Sekolah (192.168.3.3)	32
You Tube	50

Dari masing – masing waktu yang ditentukan dibatasi hanya 5 menit perwaktu yang sudah ditentukan. Ketiga parameter

tersebut diujikan pada masing-masing metode untuk nantinya dibandingkan untuk mendapat data secara kuantitatif (angka) yang nantinya dijabarkan menjadi data (kualitatif).

## Hasil Pengukuran Delay Pada Metode HTB dan PCQ

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan skenario yang dilakukan untuk mendapat data yang nantinya akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil untuk dianalisa. Adapun data yang harus dihitung adalah *delay* dari masing – masing metode :

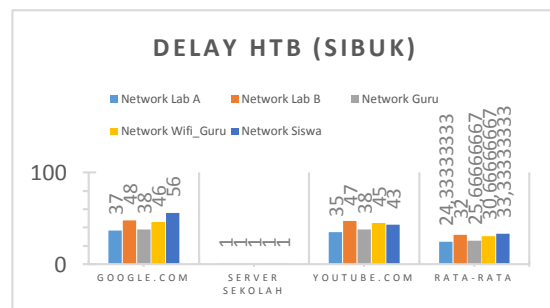


Diagram 1. Hasil Delay HTB waktu sibuk

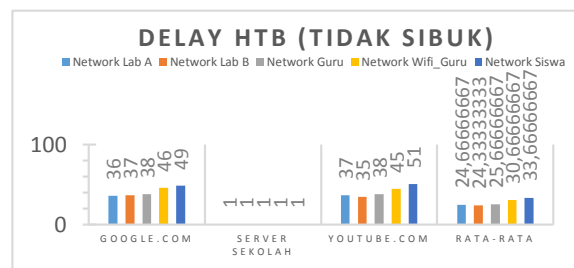


Diagram 2. Hasil Delay HTB waktu tidak sibuk

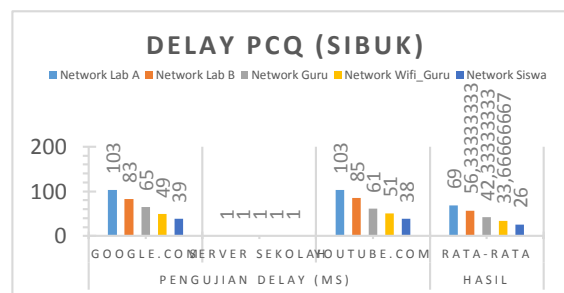


Diagram 3. Hasil Delay PCQ waktu sibuk

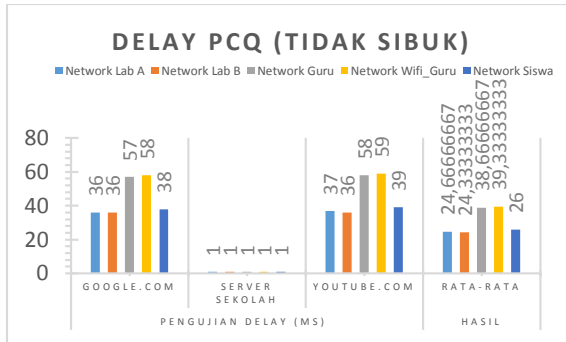


Diagram 4. Hasil Delay PCQ waktu tidak sibuk

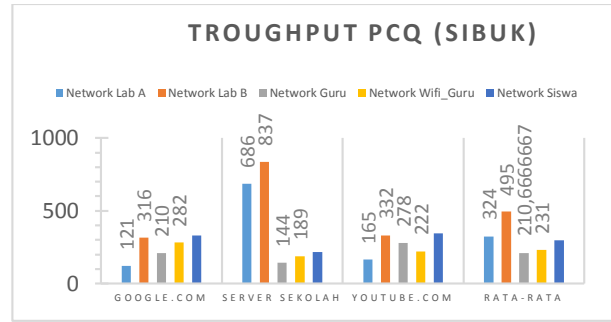


Diagram Hasil 3. Throughput PCQ waktu sibuk

### Hasil Pengukuran Throughput Pada Metode HTB dan PCQ

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan skenario yang dilakukan untuk mendapat data yang nantinya akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil untuk dianalisa. Adapun data yang harus dihitung adalah *throughput* dari masing – masing metode :

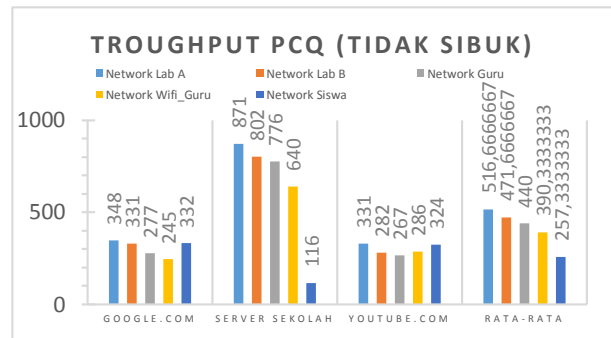


Diagram 4. Hasil Throughput PCQ waktu tidak sibuk

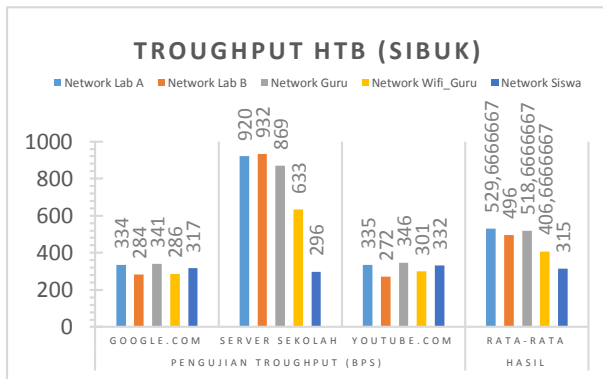


Diagram 1. Hasil Throughput HTB waktu sibuk

### Hasil Pengukuran Packet Loss Pada Metode HTB dan PCQ

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan skenario yang dilakukan untuk mendapat data yang nantinya akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil untuk dianalisa. Adapun data yang harus dihitung adalah *packet loss* dari masing – masing metode :

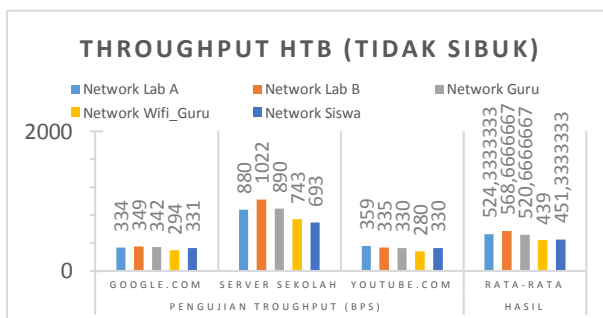


Diagram 2. Hasil Throughput HTB waktu tidak sibuk

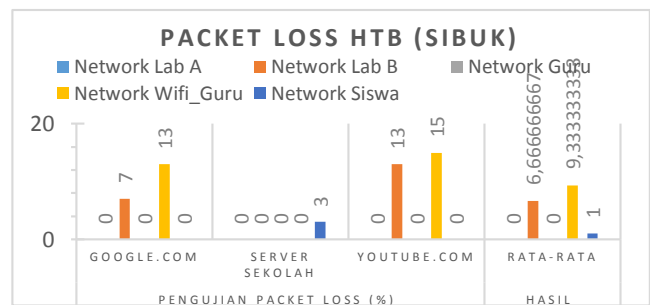


Diagram 1. Hasil Packet Loss HTB waktu sibuk

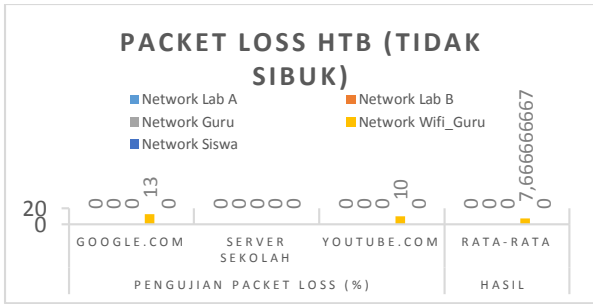


Diagram 2. Hasil *Packet Loss* HTB waktu tidak sibuk

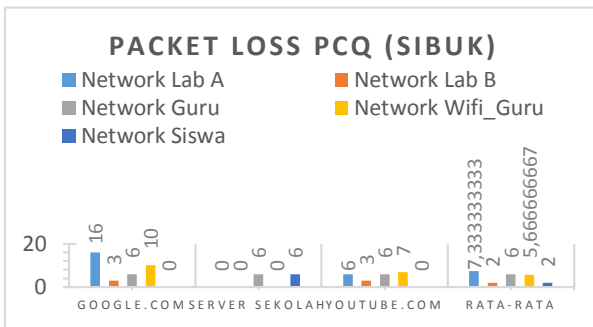


Diagram 3. Hasil *Packet Loss* PCQ waktu sibuk

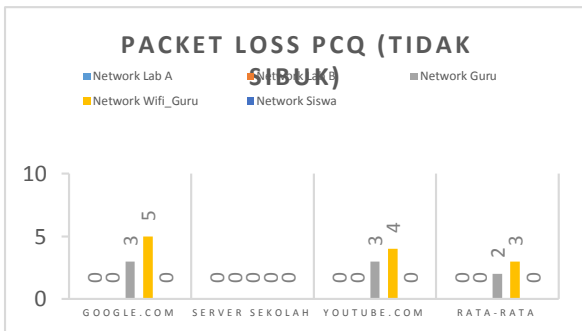


Diagram 4. Hasil *Packet Loss* PCQ waktu tidak sibuk

### Analisa Pengujian

Analisa yang dilakukan setelah penulis melakukan pengujian pada masing-masing metode sesuai skenario yang telah di rancang. Langkah selanjutnya penulis membandingkan hasil pengujian pada masing-masing metode dengan kategori yang sudah distandarkan penulis berdasarkan sumber yang di peroleh penulis untuk nantinya di tarik sebuah kesimpulan.

### Analisa Hasil Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB)

#### *Bucket* (HTB)

Berdasarkan uraian hasil pengukuran *delay*, *packet loss* dan *throughput* diatas, maka hasil pengukuran dapat dibandingkan berdasarkan titik-titik pengukuran dan perbandingannya terhadap sumber ETSI sebagai standart untuk mengetahui kualitas jaringan seperti terlihat pada uraian berikut :

#### Analisa HTB Waktu Sibuk

Dari pengujian metode manajemen bandwidth HTB (*Hierarchical Token Bucket*) ketika jam sibuk didapatkan hasil pengujian terhadap parameter *delay*, *throughput* dan *packet loss* dengan mengakses *server* yang telah ditentukan lalu penulis mengambil nilai *mean* (rata-rata) dari masing-masing hasil pengujian parameter *QoS* (*Quality of Service*) untuk dikategorikan pada standart ETSI untuk dapat menganalisa kualitas jaringan internet.

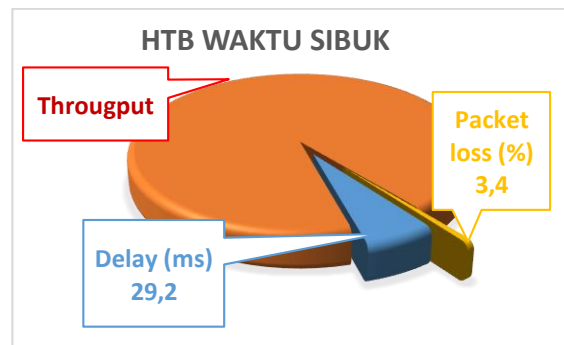


Diagram 4.3.1.1 HTB waktu Sibuk

#### Analisa HTB Waktu Tidak Sibuk

Dari pengujian metode manajemen bandwidth HTB (*Hierarchical Token Bucket*) ketika jam tidak sibuk didapatkan hasil pengujian terhadap parameter *delay*, *throughput* dan *packet loss* dengan mengakses *server* yang telah ditentukan lalu penulis

mengambil nilai *mean* (rata-rata) dari masing-masing hasil pengujian parameter *QoS* (*Quality of Service*) untuk dikategorikan pada standard ETSI untuk dapat menganalisa kualitas jaringan internet.

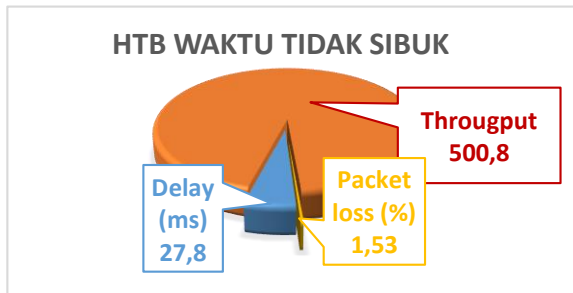


Diagram 1. HTB waktu tidak Sibuk

### Analisa Hasil Metode *Per-Connection Queue* (PCQ)

#### Analisa PCQ Waktu Sibuk

Dari pengujian metode manajemen bandwidth PCQ (*Per-Connection Queue*) ketika jam sibuk didapatkan hasil pengujian terhadap parameter *delay*, *throughput* dan *packet loss* dengan mengakses *server* yang telah ditentukan lalu penulis mengambil nilai *mean* (rata-rata) dari masing-masing hasil pengujian parameter *QoS* (*Quality of Service*) untuk dikategorikan pada standard ETSI untuk dapat menganalisa kualitas jaringan internet.

Tabel Analisa hasil PCQ waktu Sibuk

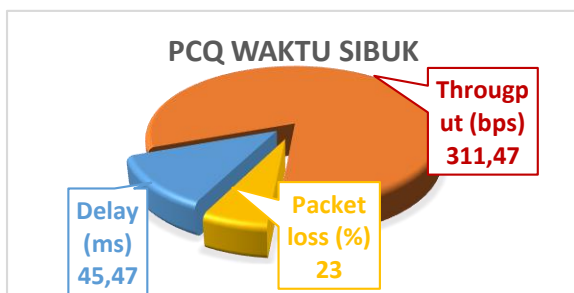


Diagram 1. PCQ waktu Sibuk

### Analisa PCQ Waktu Tidak Sibuk

Dari pengujian metode manajemen bandwidth PCQ (*Per-Connection Queue*) ketika jam tidak sibuk didapatkan hasil pengujian terhadap parameter *delay*, *throughput* dan *packet loss* dengan mengakses *server* yang telah ditentukan lalu penulis mengambil nilai *mean* (rata-rata) dari masing-masing hasil pengujian parameter *QoS* (*Quality of Service*) untuk dikategorikan pada standard ETSI untuk dapat menganalisa kualitas jaringan internet.

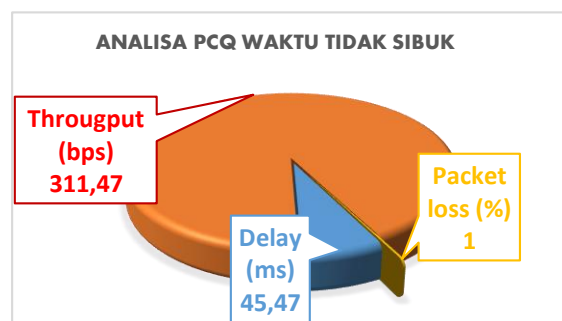


Diagram 1. PCQ waktu Tidak Sibuk

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari data yang diperoleh penulis dari pengujian dan analisa masing-masing metode manajemen *bandwidth* maka penulis menyimpulkan :

1. Pada skenario pengujian 1 metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dan PCQ (*Per-Connection Queue*) terlihat sudah dapat berjalan yang diharapkan oleh penulis.
2. Dari pengujian tahap ke 2 didapatkan sebuah hasil perbandingan antara metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dan PCQ (*Per-Connection Queue*) terhadap parameter *QoS* yang dihasilkan oleh masing-masing metode.
3. Metode manajemen *bandwidth* HTB (*Hierarchical Token Bucket*) adalah solusi

tepat terhadap jaringan internet di SMA Negeri 1 Bondowoso untuk menunjang proses belajar dan mengajar hal tersebut didapatkan dari hasil pengujian terhadap *delay*, *throughput* dan *packet loss* pada jam sibuk yang termasuk dalam kategori sangat bagus pada standar ETSI yaitu sebesar 29,2 ms, 453,2bps, dan 3,4%. Sedangkan *delay*, *throughput* dan *packet loss* pada saat tidak sibuk juga termasuk dalam kategori sangat bagus yaitu 27,8 ms, 500,8 bps, 1,53%.

## Saran

Setelah penulis mengimplementasikan, menguji dan memperoleh data untuk dianalisa sehingga menjadi sebuah kesimpulan maka penulis memberi saran terhadap para peneliti selanjutnya agar dalam memmanagement *bandwidth* hendaknya mengimpeentasikan kedua metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dan PCQ (*Per Connection Queue*) secara bersama dan terseruktur untuk memperoleh hasil *QoS* (*Quality of Service*) yang lebih baik dan efisien.

Selain dapat mengimplementasikan kedua metode tersebut, penulis juga menyarankan untuk peneliti selanjutnya dapat membuat suatu aplikasi analisa *networks* yang mampu memberikan data *QoS* (*Quality of Service*) dengan parameter yang lebih banyak lagi menurut standar yang sudah ditetapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Santosa, Budi. 2000. Manajemen *Bandwidth Internet dan Intranet*.
- Tantra, Eno, Tengku Ahmad Riza, MT., Tedi Gunawan S.T., M.Kom. (2012). Implementasi *Bandwidth Management* Dengan Menggunakan Metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) Pada *ClearOS* di SMP Islam Terpadu Raudhatul Jannah Cilegon. Politeknik Telkom Bandung.
- Arifin, Yunus. (2012). Implementasi *Quality Of Service* Dengan Metode Htb (*Hierarchical Token Bucket*) Pada Pt.Komunika Lima Duabelas. Universitas Udayana.
- Ir. Edi Nur Sasongko, M.Kom, <http://kuliah.dinus.ac.id/edi-nur/pde.html> (diakses pada 18-11-2015. 23.02 WIB).
- ETSI, 1999, Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS),Prancis. [Available] online : [http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/101300\\_101399/101329/02.01.01\\_60/tr\\_101329v02\\_0101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v02_0101p.pdf) (diakses pada 9 April 2016).
- ETSI, 2000. Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); End to End Quality of Service in TIPHON Systems; Part 1: General aspects of Quality of Service(QoS), Prancis. [Available] online:[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/101300101399/10132901/03.01.01\\_60/tr\\_10132901v030101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300101399/10132901/03.01.01_60/tr_10132901v030101p.pdf) (diakses pada9 April 2016).