

Analisis Performansi Jaringan dengan Metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di SMK Latanro Enrekang

M. Iqbal Iskandar^{a,1,*}, Ramdan Satra^{a,2}, Lukman Syafie^{a,3},


^a Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo km.05, Makassar dan 90231, Indonesia

¹ m.iqbaliskandar@gmail.com; ² ramdan@umi.ac.id; ³ lukman.syafie@umi.ac.id;

*corresponding author

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : 18-10-2022 Direvisi : 21-02-2023 Diterbitkan : 28-02-2023	SMK Latanro Enrekang merupakan salah satu sekolah kejuruan yang berada di kota Enrekang. Saat ini ada beberapa guru dan siswa yang memanfaatkan jaringan internet dari sekolah. Namun manajemen <i>bandwidth</i> di sekolah ini belum dapat digunakan secara optimal dalam mencukupi kebutuhan pengguna, dimana ketika banyaknya pengguna akses internet pada saat jam belajar dan kepentingan administrasi akan menyebabkan penggunaan <i>bandwidth</i> menjadi lambat. Salah satu cara untuk mengurangi penurunan performansi adalah dengan mengatur pembagian <i>bandwidth</i> antar pengguna dengan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur performansi jaringan di SMK Latanro Enrekang dengan metode <i>Per Connection Queue</i> (PCQ) dan <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB) serta menganalisa parameter pengukuran performansi jaringan dengan menggunakan <i>Quality of Service</i> (QoS). Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata <i>throughput</i> dengan metode PCQ 1,2 Mbps dengan kategori TIPHON “Bagus” serta nilai rata-rata <i>throughput</i> dengan metode HTB 1,0 Mbps dengan kategori TIPHON “Bagus”, nilai rata-rata <i>packet loss</i> dengan metode PCQ 0,3% dengan kategori TIPHON “Sangat Bagus” serta nilai rata-rata <i>packet loss</i> dengan metode HTB 0,3% dengan kategori TIPHON “Sangat Bagus” dan nilai rata-rata <i>delay</i> dengan metode PCQ 6.42 ms dengan kategori TIPHON “Sangat Bagus” serta nilai rata-rata <i>delay</i> dengan metode HTB 5.92 ms dengan kategori TIPHON “Sangat Bagus”.
Kata Kunci: Manajemen Bandwidth <i>Per Connection Queue</i> (PCQ) <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB) <i>Quality of Service</i> (QoS)	

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



I. Pendahuluan

Dalam perkembangan pendidikan sekarang ini untuk mendukung proses pembelajaran, tentu membutuhkan instalasi jaringan komputer yang memadai. Tersedianya jaringan internet di sekolah yang baik akan mempermudah akses terhadap layanan Pendidikan [1]. SMK Latanro Enrekang merupakan salah satu sekolah kejuruan yang berada di Kota Enrekang.

Ada beberapa guru dan siswa yang memanfaatkan jaringan internet dari sekolah. Namun manajemen *bandwidth* di sekolah belum dapat digunakan secara optimal dalam mencukupi kebutuhan pengguna, dimana ketika banyaknya pengguna akses internet pada saat jam belajar mengajar dan kepentingan administrasi akan menyebabkan penggunaan *bandwidth* menjadi lambat. Apabila tidak adanya pengaturan *bandwidth* pada suatu jaringan, maka mengakibatkan penguasaan di beberapa pengguna. Salah satu cara untuk mengurangi penurunan performansi adalah dengan mengatur pembagian *bandwidth* antar pengguna dengan tepat.

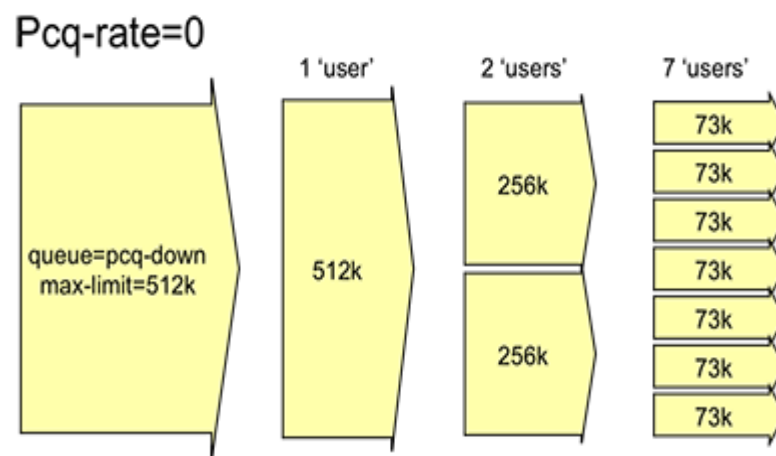
Adapun penelitian terkait dengan topik penelitian ini. Pertama, penelitian yang dilakukan M. Yasin Simargolang dan Adi Widarma [2]. Melakukan performansi jaringan pada infrastruktur seperti kecepatan akses dari titik pengirim ke titik tujuan, kecepatan akses diukur dengan *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* pada jaringan di Universitas Asahan. Kemudian penelitian yang dilakukan Herison Pandapotan Situmorang dan Joko Christian Chandra [3]. Melakukan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode PCQ dan *queue tree* mampu mengoptimalkan kualitas koneksi internet serta setiap client mendapatkan alokasi *bandwidth* secara adil dan merata. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Muhammad Rafi Ilyasa K, dkk [4]. Melakukan pengujian metode *hierarchical token bucket* dengan *simple queue* yang membuat antrian *bandwidth* setiap *client* [5] dan dapat dilihat dalam pemakaian pada *bandwidth* setiap *client*. Dengan adanya metode ini internet

menjadi stabil. Maka pada penelitian ini saya akan mengusulkan sebuah pengujian performansi jaringan di SMK Latanro Enrekang dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Kemudian dalam pengukuran layanan internet menggunakan *Quality of Service* (QoS) sebagai pengukuran parameter *delay*, *packet loss*, dan *Throughput*. Hasil analisa akan digunakan sebagai rujukan untuk memenuhi kebutuhan penggunaan *bandwidth* di sekolah SMK Latanro Enrekang dalam menjalankan aktivitas pembelajaran maupun praktikum.

II. Metode

A. *Per Connection Queue* (PCQ)

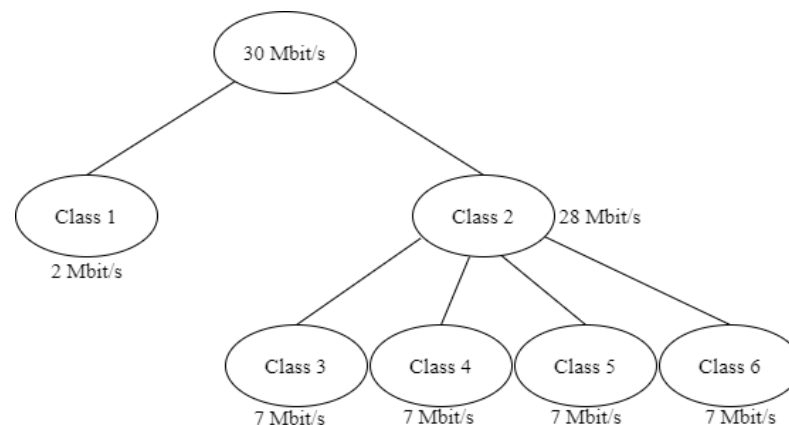
Per Connection Queue (PCQ) merupakan metode yang dapat melakukan manajemen *bandwidth* yang cukup mudah dimana PCQ bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi *bandwidth* secara merata ke sejumlah *client* yang aktif [6]. Prinsip kerja PCQ dengan menerapkan *simple queue* atau *queue tree* dimana hanya ada satu klien aktif yang menggunakan *bandwidth*, sementara *client* lain berada dalam posisi *idle* maka klien aktif tersebut dapat menggunakan *bandwidth* maksimum yang tersedia, tetapi jika *client* lain aktif, maka *bandwidth* yang maksimal dapat digunakan oleh kedua *client* (*bandwidth* atau jumlah *client* yang aktif) sehingga *bandwidth* dapat terdistribusi secara adil untuk semua *client* [7].



Gambar 1. Metode *Per Connection Queue*

B. *Hierarchical Token Bucket* (HTB)

Hierarchical Token Bucket (HTB) merupakan metode antrian pada *Mikrotik* yang dapat melakukan manajemen *bandwidth* dengan pola hirarki dan *burst* dari *token bucket*. Teknik antrian *Hierarchical Token Bucket* (HTB) memberikan fasilitas pembatasan *traffic* pada setiap level maupun klasifikasi [8].



Gambar 2. Metode *Hierarchical Token Bucket*

Hierarchical Token Bucket (HTB) mempunyai 3 jenis *class* antara lain *root*, *inner*, dan *leaf*. *Root class* merupakan *class* yang berada di atas hirarki dan semua trafik keluar melalui *class* ini. *Inner class* merupakan *class* yang memiliki *class parent* dan *class child*. *Class* ini mempunyai fungsi untuk menyampaikan

informasi bagaimana *bandwidth* yang lebih untuk *class child* yang menyertainya. Terakhir adalah *class leaf* adalah *class* sambungan yang berada dalam hirarki paling dasar. *Class* ini bertugas untuk mengontrol antrian dalam satu lalu lintas yang dilewatinya [5].

C. *Quality of Service*

Quality of Service (QoS) adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kemampuan sebuah jaringan seperti aplikasi jaringan, *host* atau *router* dengan tujuan memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan [9]. Adapun terdapat beberapa parameter *Quality of Service* (QoS) yaitu:

1. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan (rate) transfer data efektif yang diukur dalam bps. Biasanya *throughput* selalu dikaitkan dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi *bandwidth* dan *throughput* yaitu piranti jaringan, tipe data yang ditransfer, banyaknya pengguna jaringan, topologi jaringan, spesifikasi komputer *user/client*, spesifikasi server komputer, induksi listrik, cuaca dan lain sebagainya [10].

Adapun cara menghitung *throughput* sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah bytes}}{\text{Time span}} \quad (1)$$

2. *Packet loss*

Packet Loss adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. *Packet Loss* dapat terjadi karena kesalahan yang diperkenalkan oleh medium transmisi fisik [10].

Adapun cara menghitung *Packet loss* sebagai berikut :

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) \times 100}{\text{Paket dikirim}} \quad (2)$$

3. *Delay*

Delay merupakan waktu yang diperlukan oleh data dalam menempuh jarak asal menuju tujuan data tersebut. *Delay* dapat dipengaruhi seberapa jauh perpindahan data, media fisik serta kongesti [10].

Adapun cara menghitung *Delay* sebagai berikut :

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Paket diterima}} \quad (3)$$

D. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Tahap Analisis dan Perancangan

Pada tahap ini dilakukan pelaksanaan kegiatan penelitian yang berlokasi di SMK Latanro Enrekang yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang jelas dan akurat mengenai kondisi jaringan pada sekolah tersebut dan melakukan perancangan jaringan menggunakan *microsoft visio* untuk merancang topologi baik logis maupun fisik.

2. Tahap Implementasi

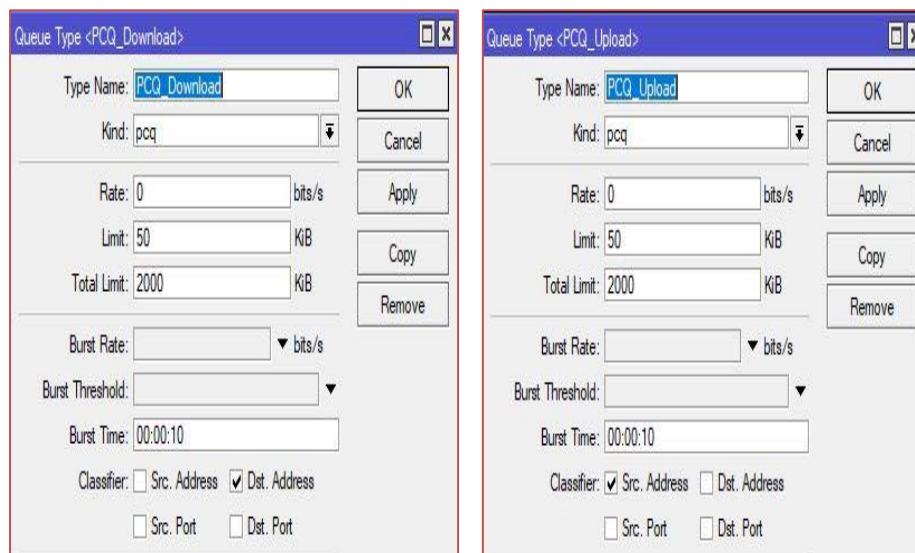
Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan menggunakan beberapa skenario pengujian, serta mengamati secara langsung hasil pengujian sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Adapun skenario pengujian yang dilakukan dengan beberapa langkah yaitu:

- Skenario I, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 08.40 – 08.50 menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) diruang guru dengan menjalankan berupa *browsing*, edit data siswa secara online dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
- Skenario II, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 09.30 – 09.40 menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) diruang kepala sekolah dengan menjalankan berupa *browsing* dan penggunaan fasilitas internet lainnya.

- c. Skenario III, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 10.20 – 10.30 menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) di lab TKJ dengan menjalankan berupa *browsing* mata pelajaran dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
 - d. Skenario IV, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 11.00 – 11.10 menggunakan *Per Connection Queue* (PCQ) khusus untuk siswa dengan menjalankan *browsing* dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
 - e. Skenario V, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 08.40 – 08.50 menggunakan Hierarchical Token Bucket (HTB) diruang guru dengan menjalankan berupa *browsing*, edit data siswa secara online dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
 - f. Skenario VI, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 09.30 – 09.40 menggunakan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) diruang kepala sekolah dengan menjalankan berupa *browsing* dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
 - g. Skenario VII, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 10.20 – 10.30 menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di lab TKJ dengan menjalankan berupa *browsing* mata pelajaran dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
 - h. Skenario VIII, pengujian kualitas layanan jaringan di SMK Latanro Enrekang dilakukan pada jam 11.00 – 11.10 menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) khusus untuk siswa dengan menjalankan berupa *browsing* mata pelajaran dan penggunaan fasilitas internet lainnya.
3. Tahap analisis data
Pada tahap ini dilakukan analisis data dari berbagai pengujian. Dari tahap analisis data ini kita dapat menyimpulkan hasil dari penelitian.
 4. Tahap penarikan kesimpulan
Pada tahap ini dilakukan penarikan hasil kesimpulan berdasarkan penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan. Tahapan penarikan kesimpulan bertujuan untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

III. Hasil dan Pembahasan

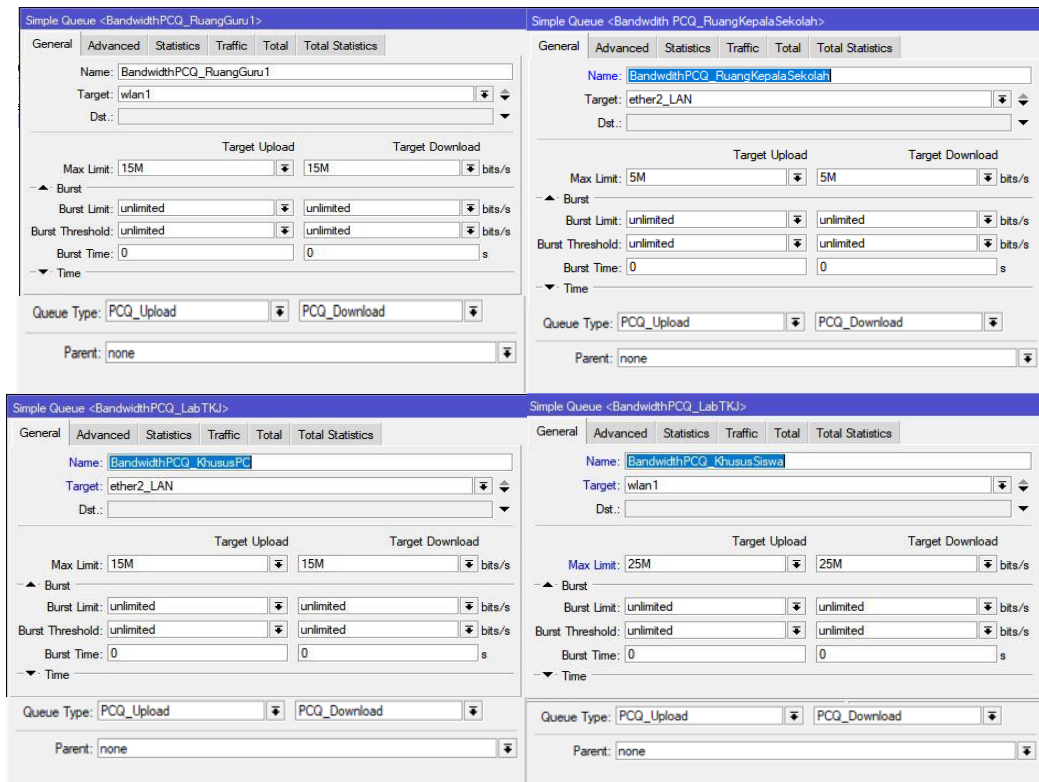
A. Konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ)



Gambar 3. Konfigurasi *queue* type

Pada tahap ini merupakan hasil konfigurasi pembuatan type pcq untuk disetiap bagian. type *queue* digunakan untuk mengenali arah arus, dapat dilihat terdapat dua type *queue* yang dibuat yaitu PCQ_Download dan PCQ_Upload, lalu untuk menentukan *kind* / jenis *queue* yaitu pcq.

Classifier berfungsi untuk mengklasifikasikan arah koneksi, jika *classifier* yang digunakan adalah *dst-address* pada local interface, maka aliran pcq akan menjadi koneksi download. Begitu juga dengan *src-address* maka aliran pcq akan menjadi koneksi upload.

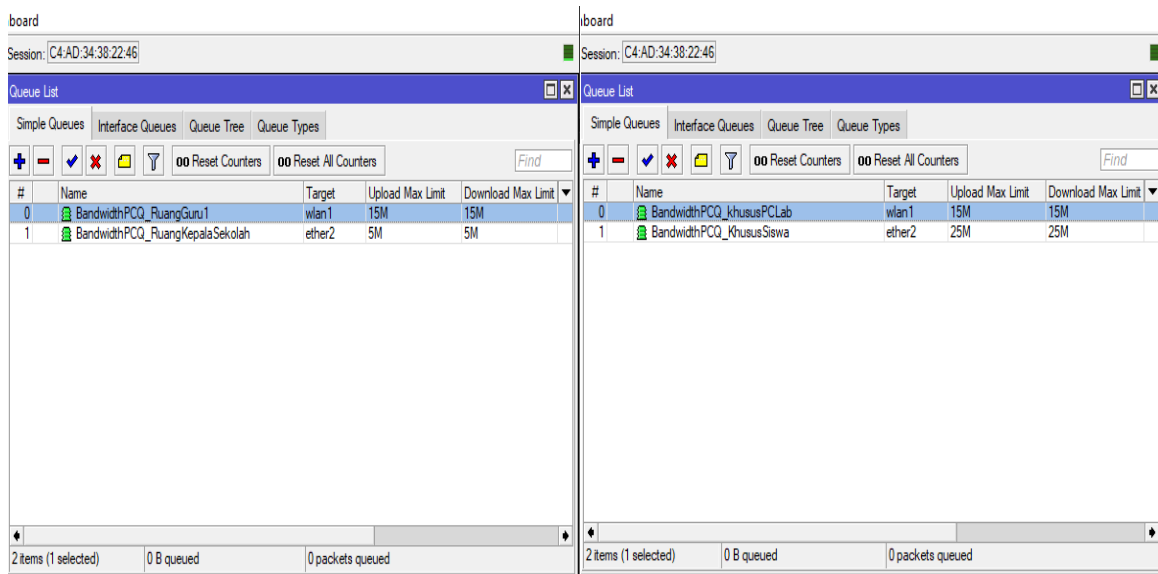


Gambar 4. Konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode *PCQ*

Pada tahap ini merupakan konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode *Per Connection Queue* (*PCQ*) pada *simple queue* yang berjalan pada jaringan khusus untuk ruang guru dengan pembagian *bandwidth* 15M, khusus ruang kepala sekoalah dengan pembagian *bandwidth* 5M, khusus ruang lab TKJ dengan pembagian *bandwidth* 15M, dan khusus siswa 25M.

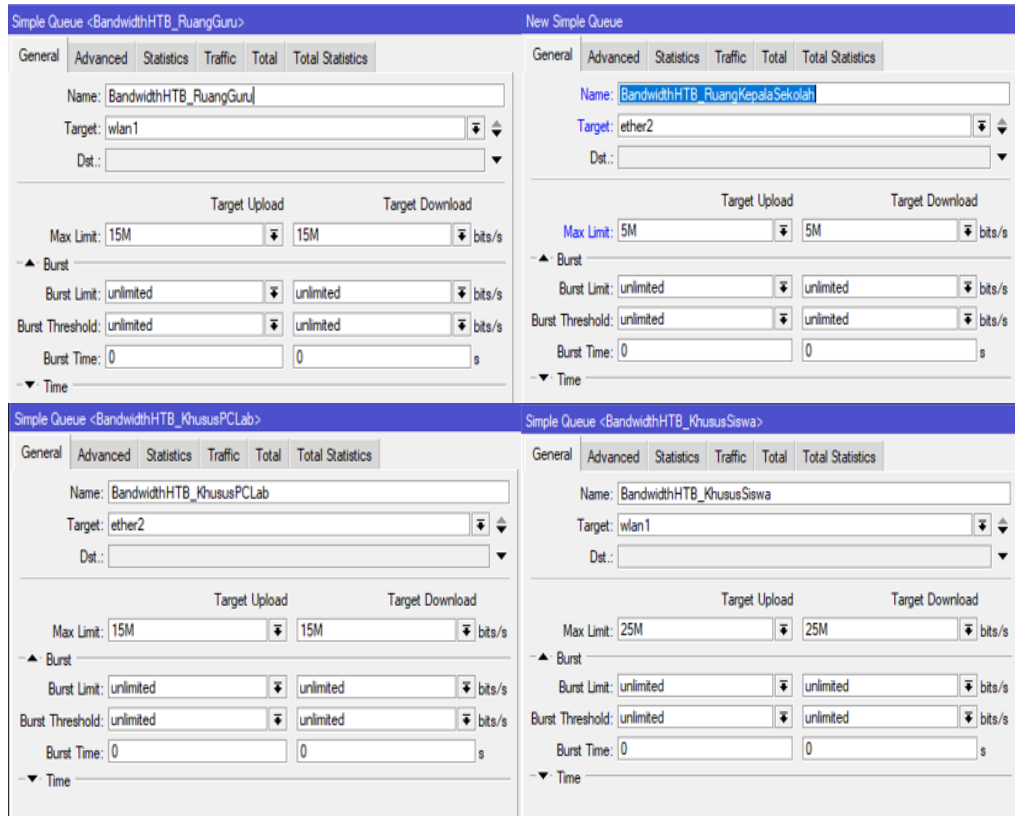
Setelah melakukan pengaturan manajemen *bandwidth* dengan metode *Per Connection Queue* (*PCQ*) pada *simple queue*, disini terdapat istilah *Burst* yang meliputi:

- *Burst* berfungsi *bandwidth* tambahan di atas *max-limit* yang mungkin didapatkan dalam kondisi tertentu.
- *Burst-Limit* berfungsi mendapat *max bandwidth* jika jaringan tidak terpakai.
- *Burst Threshold* berfungsi ketika *burst average-rate* dari *queue* lebih kecil dari setting *burst threshold*
- *Burst Time* berfungsi lamanya *burst* tergantung *average-rate* dari *queue* yang telah disetting.



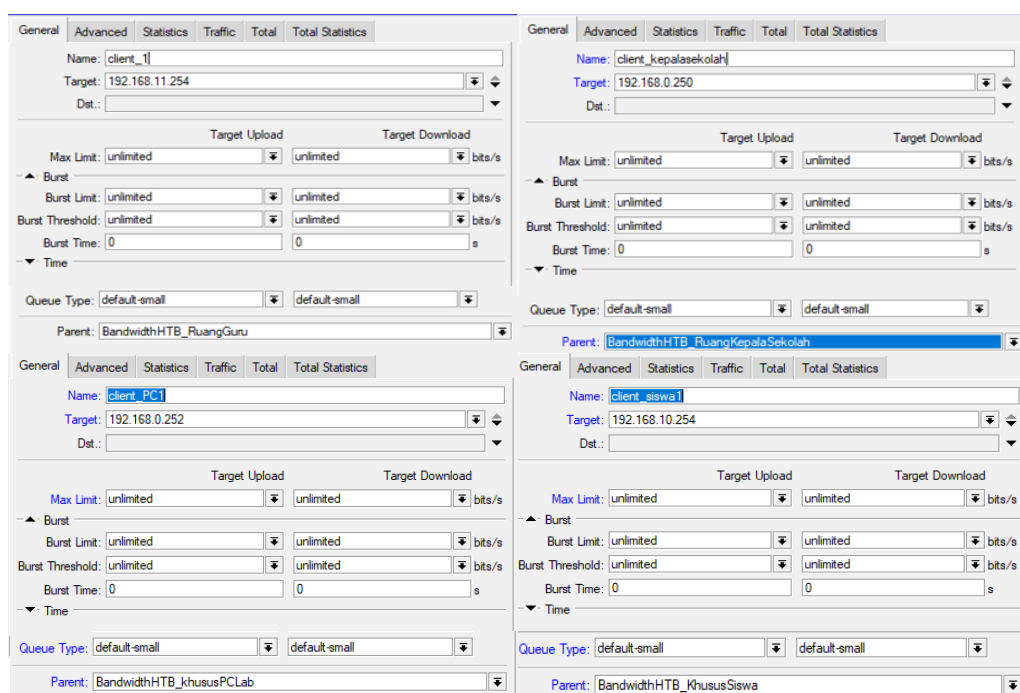
Gambar 5. Tampilan manajemen *bandwidth* dengan metode *PCQ*

B. Konfigurasi manajemen *bandwidth* metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB)



Gambar 6. Konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode HTB

Pada tahap ini merupakan konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada *simple queue* yang berjalan pada jaringan khusus untuk ruang guru dengan pembagian *bandwidth* 15M, khusus ruang kepala sekolah dengan pembagian *bandwidth* 5M, khusus ruang lab TKJ dengan pembagian *bandwidth* 15M, dan khusus siswa 25M.



Gambar 7. Konfigurasi manajemen *bandwidth* untuk *child* dengan metode HTB

Pada tahap ini dilakukan konfigurasi manajemen *bandwidth* untuk *child* dengan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada *simple queue* yang berjalan pada jaringan khusus untuk ruang guru dengan memberikan alamat ip pada *child* 192.168.11.254, khusus untuk ruang kepala sekolah dengan memberikan alamat ip pada *child* 192.168.0.254, khusus untuk ruang lab TKJ dengan memberikan alamat ip pada *child* 192.168.0.252, khusus untuk siswa dengan memberikan alamat ip pada *child* 192.168.10.254.

Setelah melakukan pengaturan manajemen *bandwidth* untuk *parent* dan *child* dengan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada *simple queue*, disini terdapat istilah *Burst* yang meliputi :

- *Burst* berfungsi *bandwidth* tambahan di atas *max-limit* yang mungkin didapatkan dalam kondisi tertentu.
- *Burst-Limit* berfungsi mendapat *max bandwidth* jika jaringan tidak terpakai.
- *Burst Threshold* berfungsi ketika *burst average-rate* dari *queue* lebih kecil dari setting *burst threshold*
- *Burst Time* berfungsi lamanya *burst* tergantung *average-rate* dari *queue* yang telah disetting.

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit
0	BandwidthHTB_RuangGuru	wlan1	unlimited	unlimited
1	client_1	192.168.11.252	unlimited	unlimited
2	client_2	192.168.11.250	unlimited	unlimited
3	client_3	192.168.11.254	unlimited	unlimited
4	client_4	192.168.11.251	unlimited	unlimited
5	client_5	192.168.11.249	unlimited	unlimited
6	client_6	192.168.11.248	unlimited	unlimited
7	client_7	192.168.11.247	unlimited	unlimited
8	client_8	192.168.11.245	unlimited	unlimited
9	client_9	192.168.11.242	unlimited	unlimited
10	client_10	192.168.11.253	unlimited	unlimited
11	client_11	192.168.11.244	unlimited	unlimited
12	client_12	192.168.11.242	unlimited	unlimited
13	client_13	192.168.11.243	unlimited	unlimited
14	client_14	192.168.11.241	unlimited	unlimited
15	client_15	192.168.11.240	unlimited	unlimited
16	BandwidthHTB_RuangKepalaSekolah	ether2	unlimited	unlimited
18	client_kepalsekolah	192.168.0.254	unlimited	unlimited
17	client_kepalsekolah	192.168.0.250	unlimited	unlimited
16	BandwidthHTB_KhususSiswa	wlan1	25M	25M
17	client_siswa1	192.168.10.254	unlimited	unlimited
18	client_siswa2	192.168.10.253	unlimited	unlimited
19	client_siswa3	192.168.10.253	unlimited	unlimited
36	client_siswa4	192.168.10.250	unlimited	unlimited
20	client_siswa5	192.168.10.252	unlimited	unlimited
35	client_siswa6	192.168.10.248	unlimited	unlimited
34	client_siswa7	192.168.10.249	unlimited	unlimited
21	client_siswa8	192.168.10.251	unlimited	unlimited
33	client_siswa9	192.168.10.247	unlimited	unlimited
32	client_siswa10	192.168.10.246	unlimited	unlimited
31	client_siswa11	192.168.10.245	unlimited	unlimited
30	client_siswa12	192.168.10.242	unlimited	unlimited
29	client_siswa13	192.168.10.240	unlimited	unlimited
28	client_siswa14	192.168.10.244	unlimited	unlimited
27	client_siswa15	192.168.10.243	unlimited	unlimited
26	client_siswa16	192.168.10.241	unlimited	unlimited
25	client_siswa17	192.168.10.238	unlimited	unlimited
22	client_siswa18	192.168.10.239	unlimited	unlimited
24	client_siswa19	192.168.10.237	unlimited	unlimited

Gambar 11. Tampilan manajemen *bandwidth* dengan metode htb

C. Analisis *Quality of Service* (QoS)

1. *Throughput*

Setelah melakukan konfigurasi manajemen *bandwidth* didapatkan hasil data *throughput* dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di SMK Latanro Enrekang didapatkan hasil data *throughput* menggunakan *wireshark*.

Tabel 1. Hasil nilai *throughput* dengan metode PCQ

Lokasi pengujian	Throughput metode pcq		
	Nilai	Indeks	Keterangan
Ruang guru	932 Kbps	3	Bagus
Ruang kepala sekolah	1,6 Mbps	4	Lebih Bagus
Ruang lab TKJ	978 Kbps	3	Bagus
Untuk siswa	1,3 Mbps	4	Lebih bagus
Rata-rata	1,2 Mbps	3	Bagus

Pada tabel 1 merupakan hasil nilai rata-rata *throughput* yaitu 1,2 Mbps setelah dilakukan perhitungan. Sehingga jika dikategorikan dalam TIPHON “Bagus”.

Tabel 2. Hasil nilai *throughput* dengan metode HTB

Lokasi pengujian	Throughput metode htb		
	Nilai	Indeks	Keterangan
Ruang guru	832 Kbps	3	Bagus
Ruang kepala sekolah	1,1 Mbps	3	Bagus
Ruang lab TKJ	1,0 Mbps	3	Bagus
Untuk siswa	1,2 Mbps	3	Bagus
Rata-rata	1,0 Mbps	3	Bagus

Pada tabel 2 merupakan hasil nilai rata-rata *throughput* yaitu 1,0 Mbps setelah dilakukan perhitungan. Sehingga jika dikategorikan dalam TIPHON “Bagus”.

2. Packet loss

Setelah melakukan konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) didapatkan hasil data *packet loss* di SMK Latanro Enrekang menggunakan *wireshark*.

Table 3. Hasil nilai *packet loss* dengan metode pcq

Lokasi pengujian	Packet loss dengan metode pcq		
	Nilai	Indeks	Keterangan
Ruang guru	0,4%	4	Sangat bagus
Ruang kepala sekolah	0,0%	4	Sangat bagus
Lab TKJ	0,3%	4	Sangat bagus
Untuk siswa	0,5%	4	Sangat bagus
Rata-rata	0,3%	4	Sangat bagus

Pada tabel 3 merupakan hasil nilai rata-rata *throughput* yaitu 0,3% setelah dilakukan perhitungan. Sehingga jika dikategorikan dalam TIPHON “Sangat Bagus”.

Tabel 4. Hasil nilai *packet loss* dengan metode HTB

Lokasi Pengujian	Packet Loss dengan metode htb		
	Nilai	Indeks	Keterangan
Ruang guru	0,5%	4	Sangat bagus
Ruang kepala sekolah	0,0%	4	Sangat bagus
Lab TKJ	0,3%	4	Sangat bagus
Untuk siswa	0,4%	4	Sangat bagus
Rata-rata	0,3%	4	Sangat bagus

Pada tabel 4 merupakan hasil nilai rata-rata *throughput* yaitu 0,3% setelah dilakukan perhitungan jika dikategorikan dalam TIPHON “Sangat Bagus”.

3. Delay

Setelah melakukan konfigurasi manajemen *bandwidth* dengan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di SMK Latanro Enrekang didapatkan hasil data *delay* menggunakan *wireshark*.

Table 5. Hasil nilai *delay* dengan metode pcq

Lokasi pengujian	Delay dengan metode pcq		
	Nilai	Indeks	Keterangan
Ruang guru	5.99 ms	4	Sangat bagus
Ruang kepala sekolah	5.95 ms	4	Sangat bagus
Ruang lab TKJ	6.55 ms	4	Sangat bagus
Untuk siswa	6.50 ms	4	Sangat bagus
Rata-rata	6.24 ms	4	Sangat bagus

Pada tabel 5 merupakan hasil nilai rata-rata *delay* yaitu 6.42 ms setelah dilakukan perhitungan jika dikategorikan dalam TIPHON “Sangat Bagus”.

Tabel 6. Hasil nilai *delay* dengan metode HTB

Lokasi pengujian	Delay dengan metode htb		
	Nilai	Indeks	Keterangan
Ruang guru	5.82 ms	4	Sangat bagus
Ruang kepala sekolah	6.46 ms	4	Sangat bagus
Ruang lab TKJ	5.63 ms	4	Sangat bagus
Untuk siswa	6.07 ms	4	Sangat bagus
Rata-rata	5.92 ms	4	Sangat bagus

Pada tabel 6 merupakan hasil nilai rata-rata *delay* yaitu 5.92 ms setelah dilakukan perhitungan jika dikategorikan dalam TIPHON “Sangat Bagus”.

IV. Kesimpulan dan saran

Dari hasil manajemen *bandwidth* dengan menerapkan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) menggunakan *simple queue* dapat membantu meningkatkan performansi jaringan dan membagi *bandwidth* secara merata pada masing-masing *client* di SMK Latanro Enrekang. Dari hasil perhitungan *throughput* dengan menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) mendapatkan nilai rata-rata 1,2 Mbps sehingga dalam standar TIPHON dikategorikan “Bagus” dan hasil perhitungan *throughput* dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) mendapatkan nilai rata-rata 1,0 Mbps sehingga dalam standar TIPHON dikategorikan “Bagus”. Dari hasil perhitungan *packet loss* dengan menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) mendapatkan nilai rata-rata 0,3% sehingga dalam standar TIPHON dikategorikan “Sangat Bagus” dan hasil perhitungan *packet loss* dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) mendapatkan nilai rata-rata 0,3% sehingga dalam standar TIPHON dikategorikan “Sangat Bagus”. Dari hasil perhitungan *delay* dengan menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) mendapatkan nilai rata-rata 6.42 ms sehingga dalam standar TIPHON dikategorikan “Sangat Bagus” dan hasil perhitungan *throughput* dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) mendapatkan nilai rata-rata 5.92 ms sehingga dalam standar TIPHON dikategorikan “Sangat Bagus”.

Adapun saran sebagai pengembangan untuk jaringan sekolah agar dapat menjadi lebih baik lagi yaitu Pada pengujian selanjutnya diharapkan dapat melakukan percobaan *bandwidth share* dengan metode yang lain agar lebih maksimal serta diharapkan juga dapat melakukan percobaan pemblokiran situs berbau pornografi dan situs game online agar tidak dapat diakses oleh *client* pada saat jam sekolah.

Daftar Pustaka

- [1] A. Saputra and O. B. Wicaksono, “Optimalisasi Manajemen Bandwidth Jaringan Local Area Network pada Sekolah Menengah Pertama Taruna Bhakti Depok,” *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 105–110, 2018.
- [2] M. Y. Simargolang and A. Widarma, “Quality of Service (QoS) for Network Performance Analysis Wireless Area Network (WLAN),” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 7, no. 1, p. 162, 2022, doi: 10.24114/cess.v7i1.29758.
- [3] H. P. Situmorang and J. C. Chandra, “Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue Pada SMK Budi Mulia Tangerang,” *Idealis*, vol. 2, no. 3, pp. 202–208, 2019.
- [4] M. R. I. K., A. Solehudin, and D. Juardi, “Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Hirarchical Token Bucket (HTB) pada Pembatasan Kecepatan Internet (Studi Kasus: SMK Al-Muslim),” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 7, no. 4, pp. 649–657, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5256072.
- [5] A. M. Tukino, “Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB),” *J. Teknol. Komun. Digit. Zo.*, vol. 7, no. 1, pp. 18–25, 2022.
- [6] D. Triyanti and A. Windriyani, “Integrasi Hotspot Dan User Manager Jaringan Rt / Rw Dengan Menerapkan Limitasi Bandwidth Menggunakan Simple Queue,” *JISN (Jurnal Inform. Softw. dan Network)*, vol. 03, no. 02, pp. 1–9, 2022.
- [7] M. S. Anwar, “Analisis QoS (Quality of Service) Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Kombinasi Simple Queue dan PCQ (Per Connection Queue) pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara,” *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 82–97, 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i2.24.
- [8] F. H. I. Pamungkas, R. Satra, and E. I. Alwi, “Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode PCQ (Per Connection Queue) dan HTB (Hirarchical Token Bucket),” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 2, no. 3, pp. 187–196, Aug. 2021, doi: 10.33096/busiti.v2i3.888.
- [9] A. Rizky, “Analisis Quality of Service (QoS) Layanan Jaringan Data Internet pada Game Online,” *J.*

-
- Tekro*, vol. 5, no. 1, p. 43, 2021.
- [10] M. Riadi, "Pengertian, Layanan dan Parameter Quality of Service (QoS)," *Kajianpustaka*, 2019.