

PENERAPAN MANAJEMEN *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* PADA LAYANAN HOTSPOT MIKROTIK UNDIKSHA

Ketut Gede Widia Pratama Putra¹, Gede Saindra Santyadiputra², Made Windu Antara Kesiman³

^{1,2,3} Universitas Pendidikan Ganesha

Jalan Udayana No.11 Singaraja-Bali

¹gedewidia30@gmail.com, ²gsaindras@undiksha.ac.id, ³antara.kesiman@undiksha.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) Penerapan manajemen *bandwidth* menggunakan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada layanan hotspot mikrotik Undiksha. (2) Hasil pengujian kualitas layanan internet dari parameter *Quality of Service* (QoS) yang sudah diterapkan menggunakan (HTB). Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan pendekatan *Network Development Life Cycle* (NDLC), dengan melalui beberapa tahapan yaitu analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring, dan manajemen. Hasil penelitian menunjukkan (1) Penerapan manajemen *bandwidth* HTB pada router mikrotik dengan menggabungkan layanan hotspot mikrotik, sudah berjalan dengan baik, yang dibuktikan dengan fungsi dari HTB bisa berjalan dengan baik, dengan dibuktikan fungsi dari metode HTB dapat dilihat pada tahap monitoring. (2) Hasil pengukuran dengan menggunakan 2 metode manajemen *bandwidth*, diperoleh hasil rata-rata *download* dan *upload* dari HTB lebih besar dibandingkan dengan *simple queue*. Dan hasil pengujian QoS, dari parameter *packet loss* HTB mendapatkan hasil lebih kecil 1,52% pada kondisi max user dan lebih kecil 3,97% pada kondisi min user, untuk *throughput* didapatkan hasil bahwa HTB dapat menerima *throughput* lebih besar dari dua kondisi, untuk *delay* HTB mendapatkan hasil lebih kecil dengan selisih 93,74ms pada kondisi max user dan pada kondisi min user mendapatkan lebih kecil dengan selisih 15,62ms dan yang terakhir *jitter* yang mendapatkan hasil dari HTB lebih kecil dengan selisih 95.85ms dan juga pada kondisi min user HTB mendapatkan hasil lebih kecil dengan selisih 25,45ms. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi wireshark dan disimpulkan bahwa metode HTB mendapatkan nilai rata-rata yang lebih baik dibandingkan dengan metode *simple queue*.

Kata Kunci— Manajemen *bandwidth*, Hotspot Mikrotik, Hierarchical Token Bucket (HTB), *Network Development Life Cycle* (NDLC), *Quality of Service*.

Abstrack— *This study aims to determine (1) Application of bandwidth management using Hierarchical Token Bucket (HTB) on Undiksha microtic hotspot service. (2) The results of testing the quality of internet services from the Quality of Service (QoS) parameters that have been implemented using (HTB). The research method used is to use the Network Development Life Cycle (NDLC) approach, through several stages, namely analysis, design, simulation, implementation, monitoring, and management. The results showed (1) The application of HTB bandwidth management on the proxy router by combining the proxy hotspot service, has been running well, as evidenced by the function of the HTB can run well, with the proven function of the HTB method can be seen at the monitoring stage. (2) The results of measurements using 2 methods of bandwidth management, the average results obtained download and upload from HTB is greater than the simple queue. And the QoS test results, from the packet loss parameter HTB get a smaller 1.52% results in the max user condition and smaller 3.97% in the min user condition, for the throughput obtained results that HTB can receive a throughput greater than two conditions, for HTB delay get smaller results with a difference of 93.74ms in the max user condition and in the min condition users get smaller with a difference of 15.62ms and the last jitter get results from a smaller HTB with a difference of 95.85ms and also in the min user HTB condition get smaller results with a difference of 25.45ms. The test was carried out using a wireshark application and it was concluded that the HTB method got a better average value compared to the simple queue method.*

Keywords— Bandwidth Management, Hotspot Mikrotik, Hierarchical Token Bucket (HTB), *Network Development Life Cycle* (NDLC), *Quality of Service*.

I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi saat ini, layanan internet menjadi kebutuhan utama sebagai sarana komunikasi dan bertukar informasi. Selain itu banyak aspek kehidupan yang bisa dilakukan dengan layanan internet. Terutama pada bidang pendidikan seperti perguruan tinggi sangat diperlukan fasilitas internet yang penggunaannya adalah mahasiswa, dosen maupun pegawai. Melalui internet mahasiswa dapat mengakses berbagai literatur dan referensi ilmu pengetahuan yang dibutuhkan dengan cepat, sehingga dapat mempermudah proses belajar[1]. Maka dari itu hampir seluruh mahasiswa pada suatu kampus dapat mengakses internet. Dari sekian banyak pengguna internet dan kebutuhan *bandwidth* yang semakin meningkat, menimbulkan kecepatan layanan internet menjadi buruk. [2a] mengatakan penggunaan *bandwidth* pada setiap pengguna tidak beraturan menyebabkan beberapa pengguna tidak dapat menggunakan *bandwidth* secara merata. Sehingga banyak terjadi pengguna internet yang menggunakan data lebih banyak dibandingkan pada pengguna yang lain. Maka dari itu sistem pembagian *bandwidth* atau biasa disebut dengan manajemen *bandwidth* haruslah sesuai dengan kondisi layanan jaringan yang akan diterapkan. Manajemen *bandwidth* dapat menyelaraskan *bandwidth* internet tiap *user* sesuai dengan kebiasaan masing-masing *user* atau penggolongan berdasarkan kelompok alamat IP *address* tertentu[3].

Pada saat ini sudah ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan mengenai manajemen *bandwidth*, penelitian yang dilakukan oleh [2b] dengan judul "Analisis Penerapan Metode Antrian *Hierarchical Token Bucket* untuk *Management Bandwidth* Jaringan Internet". Menggunakan metode manajemen *bandwidth* HTB untuk menganalisa implementasi penggunaan *bandwidth* pada setiap *client*. Yang dinilai lebih efektif untuk membagi *bandwidth* secara adil dan merata kepada masing-masing *client*. Pengujian metode HTB menggunakan standar kategori TIPHON. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh [4a] dengan judul "Analisis QoS Pada Pengembangan dengan Metode Layer 7 Protocol, PCQ, HTB dan Hotspot di SMK Swasta Al-Washliyah Pasar Senen" yang menganalisa perbandingan QoS dari beberapa metode manajemen *bandwidth*. Hasil dari penelitian ini untuk *performance* QoS yang lebih baik untuk manajemen *bandwidth* didapat dari nilai *throughput*, *jitter*, dan *delay* terbaik yaitu menggunakan metode HTB. Dan juga penelitian sejenis yang dilakukan oleh [5] dengan judul "Penerapan *Quality of Service* Pada Jaringan Internet Menggunakan Metode *Hierarchical Token Bucket*" yang mengimplementasikan metode HTB pada suatu jaringan internet dengan QoS untuk menjamin hasil dari digunakannya metode tersebut. Dan hasil dari pengujian yang telah dilakukan diambil kesimpulan

bahwa, metode HTB dapat melakukan manajemen *bandwidth* dengan baik dari seluruh *client* yang ada.

Berdasarkan dari beberapa penelitian sebelumnya mengenai manajemen *bandwidth* maka pada penelitian ini akan diterapkan metode manajemen *bandwidth* *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di layanan hotspot mikrotik Undiksha. Hasil akhir penelitian ini diukur dengan parameter-parameter *QoS* yaitu *packet loss*, *throughput*, *delay*, *jitter* dan untuk monitoring jaringan berjalan penulis menggunakan tool *monitoring & graphing* dengan Wireshark.

II. LANDASAN TEORI

A. Manajemen Bandwidth

Manajemen Bandwidth merupakan proses mengukur dan mengontrol komunikasi (lalu lintas jaringan dan paket data) pada trafik jaringan, untuk menghindari kepadatan trafik. Maksud dari manajemen bandwidth ini adalah bagaimana kita menerapkan pengalokasian atau pengaturan bandwidth dengan menggunakan sebuah Router Mikrotik. Manajemen bandwidth memberikan kemampuan untuk mengatur bandwidth jaringan dan memberikan level layanan yang sesuai dengan kebutuhan dan prioritas sesuai dengan permintaan pelanggan[6]. Dan juga tujuan dari manajemen bandwidth adalah untuk mengoptimalkan kinerja jaringan sehingga performansi jaringan dapat lebih terjamin[7]. Tanpa adanya manajemen bandwidth, banyak komputer yang dapat menggunakan internet secara tidak beraturan sehingga menyebabkan komputer yang lain tidak mendapat jatah bandwidth yang adil[8a]. Terdapat banyak metode yang dapat diterapkan untuk memajemen bandwidth pada jaringan, contohnya metode *Hierarchical Token Bucket*.

B. Hierarchical Token Bucket

Hierarchical Token Bucket (HTB) merupakan salah satu metode atau teknik antrian pada mikrotik yang dapat melakukan manajemen bandwidth dengan pola hirarki dan *burst* dari *token bucket*. Teknik antrian HTB memberikan fasilitas pembatasan traffic pada setiap level maupun klasifikasi. Bandwidth yang tidak terpakai bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah[9a]. Fungsi HTB adalah menghasilkan struktur queue dengan bentuk hirarki dan mengatur hubungan antar kelas-kelas hirarki. HTB mempunyai 3 jenis kelas antara lain *root*, *inner*, dan *leaf*. *Root class* merupakan kelas yang berada diatas hirarki dan semua trafik keluar melalui kelas ini. *Inner class* merupakan kelas yang memiliki kelas *parent* dan kelas *child*. Kelas ini mempunyai fungsi untuk menyampaikan informasi bagaimana *bandwidth* yang lebih untuk kelas *child* yang menyertainya. Terakhir adalah kelas *leaf* adalah kelas sambungan yang berada dalam hirarki paling dasar. Kelas ini bertugas untuk mengontrol antrian dalam satu lalu lintas yang dilewatinya[10].

Penerapan metode HTB memiliki *dual limitation* atau alokasi *bandwidth* pada setiap antriannya yang

berfungsi sebagai pembatas *bandwidth* yang diatur sama rata bagi setiap divisi atau *parent*. Kedua *rate-limits* tersebut yaitu: 1) *Committed Information Rate (CIR)* - (*limit-at* pada RouterOS) sebagai skenario terburuk, yaitu proses menentukan batas bawah atau minimal kecepatan trafik (*limit-at*) yang dapat diperoleh antrian. *Limit-at* membatasi minimal trafik dari suatu antrian, tidak peduli dalam kondisi apapun antrian tidak akan mendapati trafik di bawah batas ini [11]. 2) *Maximal Information Rate (MIR)* - (*max-limit* pada RouterOS) sebagai skenario terbaik, yaitu sebagai batas maksimum kecepatan (*max-limit*) yang bisa didapatkan oleh antrian ketika jaringan internet sedang tidak sibuk. Rata-rata aliran trafik yang didapatkan oleh setiap *user* bisa mencapai pada *rate* maksimum, ketika ada antrian *parent* mempunyai *bandwidth* cadangan. Pertama *limit-at* (CIR) dari semua antrian akan terpenuhi terlebih dahulu, kemudian *child* baru bisa mencoba meminjam data *rate* yang diperlukan dari *parent* mereka dalam rangka untuk mencapai *max-limit* (MIR) mereka. CIR akan diutamakan terlebih dahulu dan tidak memperdulikan apapun yang terjadi bahkan jika *max-limit parent* terlampaui.

Teknik antrian HTB memberikan fasilitas klasifikasi *priority*. Klasifikasi merupakan cara memberikan suatu kelas atau perbedaan pada setiap paket, hal ini dilakukan untuk mempermudah penanganan paket oleh antrian[9b]. Klasifikasi dilakukan dengan nilai dari parameter *priority*. Penelitian yang dilakukan [8b], mengatakan bahwa *priority* bertujuan untuk mengatasi permasalahan dominasi *bandwidth* antar pengguna dan bermacam-macam jenis trafik data ketika berjalan bersamaan. Proses *priority* dilihat dari suatu nilai atau besaran yang menunjukkan seberapa sering proses harus dijalankan oleh prosesor.

C. Quality of Service

Menurut Houston dalam [12] *Quality of Service (QoS)* merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat suatu layanan. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah di spesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu layanan. Berikut ini merupakan beberapa parameter QoS yang sering digunakan dalam mengukur performansi jaringan, yaitu :

1. Packet Loss

Packet loss didefinisikan sebagai hilangnya sejumlah paket data pada jaringan komputer selama proses transmisi paket data mencapai tujuannya[13]. Faktor penyebab *packet loss* dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* antara data pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi yang ada di jaringan LAN, karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi-aplikasi tersebut.

TABEL I
PACKET LOSS

KATEGORI DEGREDASI	PACKET LOSS
Sangat bagus	0
Bagus	3%
Sedang	15%
Jelek	25%

Sumber : (Yanto, 2013)

2. Throughput

Adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* selalu dikaitkan dengan *bandwidth* yang sebenarnya pada waktu tertentu dan pada kondisi dan jaringan internet tertentu. Dalam [14] *throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* diukur dalam satuan *bit per-second* dan rumus yang digunakan untuk mencari *throughput* adalah sebagai berikut.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Data Diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\% \text{ Throughput} = \frac{\text{Throughput}}{\text{Alokasi Bandwidth User}} \times 100 \%$$

TABEL II
TROUHPUT

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

Sumber : (Wulandari, 2016)

3. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh satu paket dari asal ke sumber tujuan[15]. Ditegaskan kembali oleh [16] yang mengatakan bahwa *delay* adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Menurut versi TIPHON, besarnya *delay* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Rata - rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket Diterima}}$$

TABEL III
DELAY

Kategori Delay	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms - 300 ms	3
Sedang	300 ms - 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Sumber : (Yanto, 2013)

4. Jitter

Secara umum *jitter* merupakan perbedaan waktu kedatangan dari suatu paket ke penerima dengan waktu yang diharapkan [4b]. *Jitter* disebabkan karena variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengelolaan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhiri perjalanan *jitter*. *Jitter* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Jitter = \frac{(Total\ Variasi\ Delay)}{Total\ paket\ yang\ diterima - 1} = \frac{(delay\ n - delay\ (n - 1))}{Total\ Paket\ Diterima}$$

TABEL IV
JITTER

Kategori Jitter	Jitter (ms)	Indeks
Sangat bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms - 75 ms	3
Sedang	75 ms - 125 ms	2
Jelek	125 ms - 225 ms	1

Sumber : (Adji Wisesa et al., 2018)

D. Hotspot Mikrotik

Hotspot Mikrotik adalah sebuah sistem untuk memberikan fitur autentikasi pada user yang akan menggunakan jaringan yang terdapat pada mikrotik routerOS. Konsep ini pertama kali dikemukakan pada tahun 1993 oleh Bret Stewart pada Konferensi Network dan Interop di San Fransisco. Jadi untuk bisa akses ke jaringan, client diharuskan memasukkan username dan password pada halaman login yang disediakan [17]. Halaman login hotspot digunakan untuk mengamankan jaringan hotspot, jadi setiap perangkat yang telah terhubung ke hotspot harus memasukkan username dan password dengan benar agar mendapatkan bandwidth secara otomatis sesuai dengan user profiles masing-masing user bisa untuk internetan melalui hotspot tersebut. Pada fitur Hotspot yang telah disediakan pada Mikrotik terdapat diantaranya adalah manajemen user/pengguna, manajemen bandwidth setiap user, manajemen waktu lama pengguna akses hotspot, bypass user login hotspot, monitoring penggunaan bandwidth setiap user, dan masih banyak lagi [18].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk menyusun penelitian ini adalah menggunakan pendekatan *Network Development Life Cycle* (NDLC) untuk penerapan metode HTB, dengan melalui beberapa tahapan yaitu analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring, dan manajemen. NDLC merupakan sebuah metode yang bergantung pada proses pembangunan jaringan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, daur hidup pengembangan aplikasi dan analisis pendistribusian data[19a]. Dalam buku yang ditulis

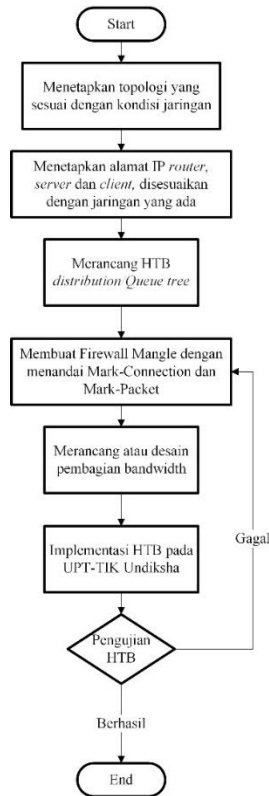
oleh [20] *Network Development Life Cycle* merupakan metode sebagai kunci dibalik proses perancangan desain jaringan, karena merupakan siklus proses pengembangan sistem jaringan komputer. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa pengembang aplikasi dan spesialis jaringan melakukan pengembangan aplikasi secara proaktif dengan jaminan bahwa aplikasi yang digunakan beroperasi dengan baik dan memenuhi tujuan bisnis. Kata “*cycle*” adalah istilah deskriptif kunci dari siklus hidup pengembangan sistem jaringan yang menggambarkan secara keseluruhan proses dan tahapan pengembangan sistem jaringan yang berkesinambungan[19b].

A. Analisis

Peneliti sudah melaksanakan atau menjalani tahapan analisis pada awal penelitian dimulai. Pengumpulan data dan informasi dilakukan untuk dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem yang akan dibangun. Analisis permasalahan yang didapat dari berbagai tahap menyatakan layanan yang berkualitas belum didapatkan oleh pengguna layanan hotspot mikrotik Undiksha, mulai dari kecepatan internet, mengalami kelambatan jika digunakan secara bersama-sama dengan jumlah pengguna yang banyak, dan sering mengalami *buffering* video yang memakan waktu lama. Survei langsung juga peneliti lakukan guna membuktikan hasil dari wawancara, peneliti memilih lokasi di Fakultas Ilmu Pendidikan Undiksha. Dan hasil yang didapat dari tahap ini yaitu sesuai, keterlambatan akses internet terjadi pada saat jam sibuk atau trafik padat. Terjadi tidak keadilan *bandwidth* yang didapat setiap user, terdapat *user* mahasiswa yang mendapat kecepatan standar ketika *streaming* video, sebaliknya *user* mahasiswa yang lain mendapatkan kecepatan *bandwidth* yang lambat.

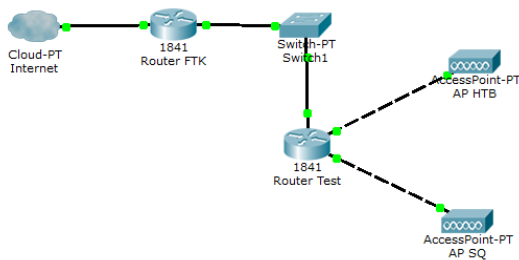
B. Design

Dari data-data yang didapatkan sebelumnya, tahap *design* ini akan membuat gambar desain jaringan interkoneksi yang akan dibangun. Diharapkan dengan gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada. Desain bisa berupa desain struktur topologi jaringan, desain akses data, desain *layout* perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang proyek yang akan dibangun. Perancangan metode HTB akan diterapkan dengan diagram alur sebagai berikut.



Gbr 1. Diagram Alur Penerapan Metode HTB

Peneliti menggunakan topologi dalam lingkup kecil yang diambil dari topologi yang digunakan jaringan Undiksha.



Gbr 2. Topologi yang digunakan untuk implementasi

Topologi diatas akan digunakan peneliti untuk mengimplementasikan metode HTB pada jaringan Undiksha. Peneliti menggunakan topologi diatas karena izin yang diberikan dari pihak UPT-TIK, untuk melakukan penelitian dari lingkup fakultas.

Pembagian alamat IP address dan IP gateway yang akan diimplementasi ke perangkat yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

TABEL V
TABEL PEMBAGIAN IP ADDRESS

Nama Perangkat	Port	Alamat IP Address	IP Gateway
Router Mikrotik Testing	Ether 1	10.38.113.	10.38.113.1
	Ether 2	192.168.5.1/27	192.168.5.1
	Ether 3	192.168.6.1/27	192.168.6.1
Access Point	WAN HTB	192.168.5.2	192.168.5.1
	WAN SQ	192.168.6.2	192.168.6.1
Client Simple Queue	DHCP	192.168.6.6-192.168.6.30	192.168.6.1
Client HTB	DHCP	192.168.50.6-192.168.40.30	192.168.5.1

Dan pembagian bandwidth yang akan diterima oleh pengguna user, dari total bandwidth yang diberikan dari UPT-TIK dengan menggunakan user-profile milik peneliti yaitu sebesar 4000kbps. Total bandwidth akan disebar ke 10 user client yang dibuat untuk melakukan implementasi dan pengujian oleh peneliti. Maka dari itu Max-Limit dan Limit-At dibagi secara merata, dari 4000kbps dibagi dengan 10 user client hasil nya adalah 400kbps per user. Pembagian dapat dilihat pada TABEL 6.

TABEL VI
PEMBAGIAN BANDWIDTH

Nama User	Limit-at	Max-Limit
Parent (Total Bandwidth)	-	4000kbps
Dosen	400kbps	4000kbps
Pegawai	400kbps	4000kbps
Mahasiswa	400kbps	4000kbps

C. Simulation

Dalam tahap simulasi ini bertujuan untuk melihat kinerja awal dari jaringan yang akan dibangun dan sebagai bahan pertimbangan sebelum jaringan benar-benar akan diterapkan. Pada tahap ini pertama yang peneliti lakukan adalah membuat jaringan yang sama persis dengan jaringan yang terdapat pada jaringan Undiksha hanya saja dalam ruang lingkup yang kecil. Peneliti juga akan membuat hotspot mikrotik dan user-profile untuk uji coba dari beberapa pengguna yang terdapat di Undiksha. Bentuk simulasi dilaksanakan dengan bantuan alat mikrotik sebagai router dan juga menggunakan virtualisasi sistem operasi dengan tool Virtual Box. selanjutnya adalah melakukan penerapan distribusi user menggunakan queue tree dengan metode HTB.

Selanjutnya dari rancangan diatas metode HTB mempunyai tahap pembuatan firewall mangle dengan menandai Mark-Connection dan Mark-Packet. Maksud dari tahap ini adalah pembuatan beberapa aturan dalam mengakses internet dengan cara menandai trafik yang akan dilewati atau paket data yang akan dikirim. Dan

terdapat juga pengklasifikasian jenis trafik, contohnya kelas trafik download dan kelas trafik *streaming*. Tahap ini dikerjakan menggunakan mikrotik RouterOS pada fitur *Firewall mangle*. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mendefinisikan setiap paket yang terdapat pada aliran sumber koneksi yang terhubung pada *router* agar dapat diproses menjadi lebih spesifik. Yang terakhir adalah tahap desain pembagian *bandwidth* berdasarkan metode HTB. Peneliti akan membuat rancangan pembagian *bandwidth* dengan memperhitungkan 2 buah limitasi yang terdapat pada RouterOS, yaitu *CIR (Committed Information Rate)* dan *MIR (Maximal Information Rate)*. Peneliti juga akan menentukan *priority* untuk masing-masing kategori user.

Simulasi kedua yang dilakukan adalah simulasi dari pengujian metode manajemen *bandwidth* menggunakan pengujian *bandwidth* dan 4 parameter *Quality of Service*. Melakukan percobaan mengukur *bandwidth* dan parameter *Quality of Service* dengan client yang sudah dipersiapkan dan 2 metode manajemen *bandwidth* yang telah dikonfigurasi pada router mikrotik. Percobaan dilakukan dengan jumlah user dan jumlah paket data yang sama. Parameter *Quality of Service* yaitu *Packet Loss, Delay, Jitter* dan *Throughput*. Pengukuran akan diambil sesuai dengan rumus dari masing-masing parameter, dan hasil akhir akan dibandingkan dengan tabel standar TIPHON. Tahap ini akan terdapat 2 kondisi yang dipakai oleh peneliti yaitu kondisi *minimum user* dan *maximum user*. Kondisi *minimum user* yang dimaksud adalah kondisi dimana terdapat sedikit *client* yang terhubung ke layanan hotspot mikrotik dan melakukan aktivitas internet, atau bisa dikatakan trafik ringan. Sedangkan kondisi *maximum user* merupakan kondisi sebaliknya dari *minimum user*, atau dikatakan trafik padat.

D. Implementation

Setelah melakukan tahapan simulasi penerapan metode HTB dan pengujian QoS, diharapkan semua yang dibutuhkan saat implementasi telah terpenuhi. Penerapan metode manajemen *bandwidth* HTB merupakan tahapan yang menentukan dari berhasil atau tidaknya *project* yang akan dibangun. Penerapan dilakukan di lingkup Fakultas Teknik dan Kejuruan dengan menggunakan sumber *bandwidth* dari UPT-TIK pusat dan konfigurasi jaringan di Undiksha. Peneliti akan menerapkan metode HTB pada mikrotik routerboard yang baru, yang terhubung dengan *switch* yang terdapat pada ruang server yang berada di ruang Wakil Dekan 2 FTK, tanpa konfigurasi langsung pada mikrotik routerboard yang lama, agar pada saat konfigurasi, jaringan hotspot mikrotik Undiksha masih tetap berjalan. Penerapan HTB akan digunakan untuk 10 user yang akan langsung dilakukan pengujian yang sudah direncanakan. Semua yang dikerjakan pada tahap sebelumnya akan sama persis dilakukan pada tahap implementasi dengan catatan semua konfigurasi yang dirancang sudah berjalan dengan baik .

E. Monitoring

Tahap monitoring akan menjelaskan pengujian konfigurasi dari 2 metode manajemen *bandwidth* dan juga pengujian *bandwidth* serta 4 parameter *Quality of Service*. Pengujian konfigurasi dilakukan setelah konfigurasi *Simple Queue* dan *Hierarchical Token Bucket* selesai. Dan setelah itu pengujian *bandwidth* serta beberapa parameter QoS dilakukan. Pengujian ini akan menggunakan 2 kondisi yaitu kondisi *maximum user* dan kondisi *minimum user*. Kondisi *maximum user* yang dimaksud yaitu jaringan hotspot mikrotik Undiksha akan diakses oleh 10 user client menggunakan *Personal Computer* dengan spesifikasi yang sama secara bersamaan. Sedangkan kondisi *minimum user*, adalah kondisi dimana sedikit user yang mengakses jaringan hotspot mikrotik Undiksha, dan peneliti menggunakan 2 user *client* pada kondisi ini. Tahap monitoring berlokasi di ruang *Laboratory of Cultural Informatics*. Dan waktu pengujian dilakukan pada saat malam hari, dengan kondisi sumber internet yang akan dipakai pengujian dalam keadaan stabil dan mencapai kecepatan maksimal.

F. Management

Hasil dari semua pengujian menggunakan 2 metode manajemen *bandwidth*, yaitu *Simple Queue* dan *Hierarchical Token Bucket* akan menjadi pertimbangan dari pihak sasaran peneliti yang berfungsi sebagai kegiatan manajemen kualitas layanan hotspot mikrotik Undiksha. Sebagai bahan pertimbangan kepada pihak UPT-TIK, peneliti akan memaparkan hasil dari perbandingan 2 metode manajemen *bandwidth* pada bagian pembahasan.

IV. PEMBAHASAN & HASIL

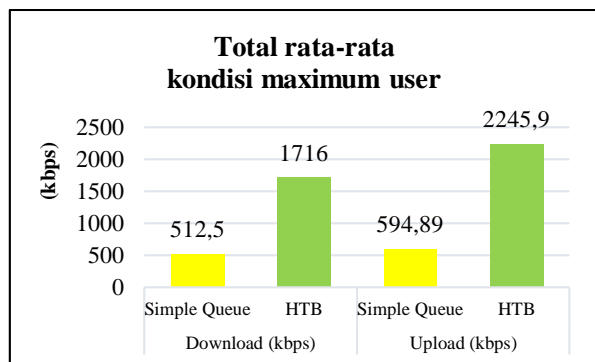
Dalam penelitian ini Implementasi manajemen *bandwidth* HTB pada layanan hotspot mikrotik Undiksha berjalan dengan baik sehingga menghasilkan data-data yang dibutuhkan dapat digunakan untuk pengujian.

A. Pengujian Bandwidth

Adapun pengujian *bandwidth* dilakukan dengan menggunakan 2 buah metode manajemen *bandwidth* yaitu *Simple Queue* dan *Hierarchical Token Bucket*. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur *bandwidth* antara *upload* dan *download* menggunakan aplikasi web dari *Internet Speed Test "fast.com"*. Pengukuran dilakukan secara bergantian ke setiap user yang terhubung ke jaringan hotspot mikrotik Undiksha, dengan 2 kondisi berbeda yaitu kondisi *maximum user* dan *minimum user*. pengujian dilakukan dengan rentangan waktu yang diperlukan untuk pengukuran *bandwidth* selama masing-masing 1 menit.

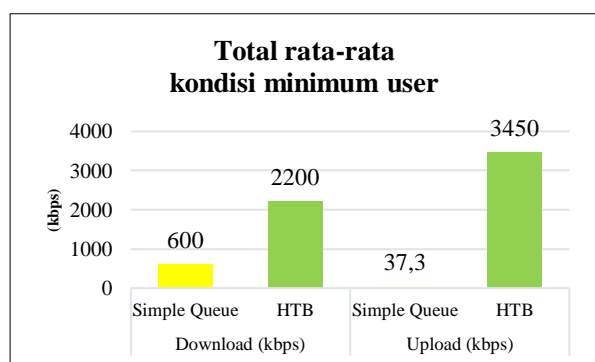
Pengujian dari kondisi pertama adalah kondisi *maximum user*. Dengan perolehan rata-rata *bandwidth* yang menyatakan bahwa metode HTB mendapatkan

nilai lebih besar dibandingkan dengan metode *simple queue*. Hasil dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr 3. Total hasil rata-rata pengujian *bandwidth* kondisi *maximum user*

Sedangkan pengujian dari kondisi *minimum user*. didapat perolehan rata-rata *bandwidth* yang menyatakan bahwa metode HTB kembali mendapatkan nilai lebih besar dibandingkan dengan metode *simple queue*. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.



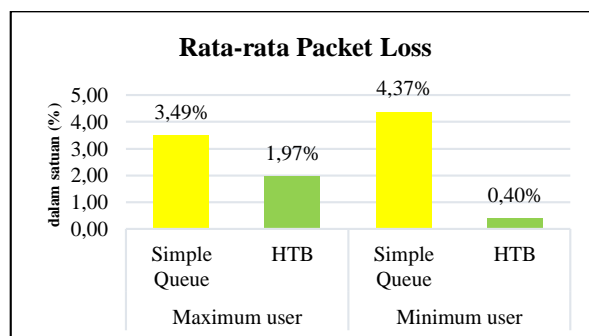
Gbr 4. Total hasil pengujian *bandwidth* kondisi *minimum user*

B. Pengujian parameter Quality of Service

Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan parameter *Quality of Service*. Parameter yang dipakai diantaranya *packet loss*, *throughput*, *delay* dan *jitter*. Skema dari pengujian data yang diambil dilakukan dengan melakukan download data file dengan besar file yang sama pada setiap user yang akan diujikan dan berbarengan dengan proses *capturing* menggunakan aplikasi *wireshark*.

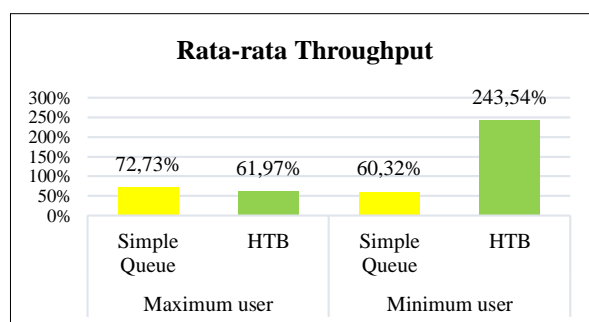
Untuk parameter pertama yaitu *Packet Loss* didapat dari pengujian pada kondisi *maximum user* parameter *packet loss*, dinyatakan bahwa kualitas *packet loss* menggunakan metode HTB lebih kecil nilainya dibandingkan dengan menggunakan metode *simple queue*, yang dibuktikan dengan rata-rata total *packet loss* dari metode *simple queue* sebesar 3,49% yang dibandingkan dengan menggunakan metode HTB yang memperoleh rata-rata total sebesar 1,97%. Dan untuk kondisi *minimum user* didapatkan rata-rata nilai *packet loss* sebesar 0,4% untuk metode HTB, sedangkan untuk metode *simple queue* didapatkan nilai rata-rata sebesar 4,37%. Yang dimana menurut tabel

standar TIPHON, semakin kecil nilai *packet loss* maka kualitas jaringan internet akan lebih bagus. Hasil perbandingan pengujian *packet loss* dapat dilihat pada Gambar 5.



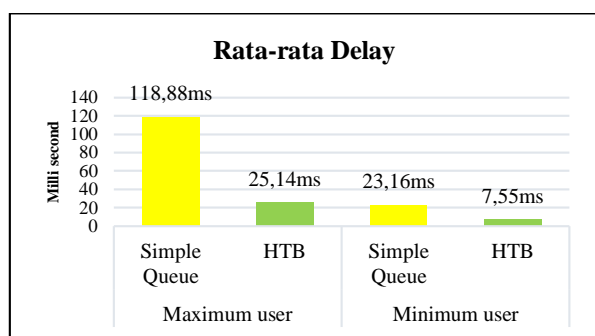
Gbr 5. Hasil rata-rata parameter *packet loss*

Parameter kedua adalah *throughput*, yaitu besaran *bandwidth* sebenarnya yang didapatkan oleh *user*. Berdasarkan hasil data trafik yang diambil dari 10 *user* pada kondisi *maximum user*, menggunakan metode *simple queue* memperoleh rata-rata persentase nilai *throughput* sebesar 72,73% dari total *bandwidth* yang diberikan. Sedangkan untuk nilai *throughput* yang didapat saat menggunakan metode HTB adalah sebesar 61,97% dari total *bandwidth* yang diberikan. Dan berdasarkan tabel standar TIPHON, total rata-rata *throughput* yang menggunakan metode HTB dan metode *simple queue*, termasuk kedalam kategori "BAGUS". Dengan selisih nilai *throughput* dari kedua metode tidak begitu jauh, yaitu sebesar 11%. Pada kondisi kedua yaitu *minimum user* menggunakan metode *simple queue* diperoleh rata-rata persentase nilai *throughput* sebesar 60,32% dari total *bandwidth* yang diberikan. Sedangkan untuk nilai *throughput* yang didapat saat menggunakan metode HTB adalah sebesar 243,54% dari total *bandwidth* yang diberikan. Sangat berbeda jauh dengan yang diperoleh dengan metode *simple queue*. Karena jika dilihat dari fungsi pembagian *bandwidth* pada metode HTB, HTB dapat menggunakan sisa *bandwidth* yang tidak terpakai oleh *user* yang sedang *offline* akan diberikan kepada *user* yang sedang online dan memerlukan *bandwidth* lebih. Hasil perbandingan pengujian *throughput* dapat dilihat pada Gambar 6.



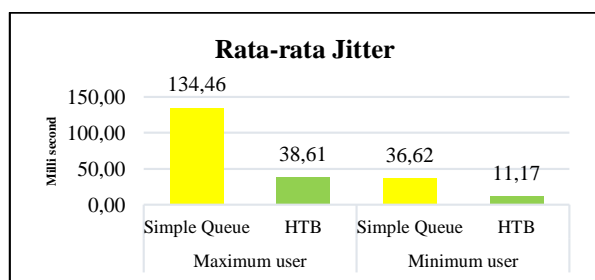
Gbr 6. Hasil rata-rata parameter *throughput*

Selanjutnya pengujian parameter ketiga yaitu parameter *delay* atau yang dimaksud dengan waktu tunda suatu paket yang sedang dikirim. Berdasarkan Gambar 7, pada kolom *delay*, pada kondisi *maximum user*, kedua metode mendapatkan rata-rata nilai dengan selisih yang lumayan jauh dalam hitungan mili detik, yaitu pada metode HTB lebih unggul dari pada metode *simple queue*, dengan selisih total rata-rata *delay* sebesar 93,74 ms (*milli second*). Dan juga pada kondisi *minimum user*, HTB kembali unggul dari metode *simple queue* dengan selisih rata-rata *delay* sebesar 15,61 ms (*milli second*). Dan dikatakan semakin kecil waktu tunda yang diperlukan suatu paket akan semakin cepat proses pengiriman untuk sampai ke tujuan atau semakin lebih bagus.



Gbr 7. Hasil rata-rata parameter *delay*

Parameter terakhir adalah *jitter*, *jitter* merupakan total variasi *delay* dalam proses pengiriman. Dan Gambar 4.56 menjelaskan pada kondisi *maximum user* dan *minimum user* hasil *jitter* dari metode HTB juga lebih unggul dari pada metode *simple queue* dapat dilihat pada total nilai rata-rata *jitter* untuk metode HTB adalah sebesar 38,61 *millisecond* yang dibandingkan dengan total nilai rata-rata *jitter* dari metode *simple queue* yaitu sebesar 134,46 *milisecond* pada kondisi *maximum user*. Sedangkan untuk kondisi *minimum user*, rata-rata *jitter* untuk metode HTB adalah sebesar 11,17 *millisecond* yang dibandingkan dengan total nilai rata-rata *jitter* dari metode *simple queue* yaitu sebesar 36,62 *milisecond*.



Gbr 8. Hasil rata-rata parameter *jitter*

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penerapan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* pada layanan hotspot mikrotik Undiksha yaitu:

1. Penerapan metode manajemen *bandwidth Hierarchical Token Bucket* pada router mikrotik dengan menggabungkan dengan layanan hotspot mikrotik sudah berjalan dengan baik, yang dibuktikan dengan fungsi dari metode HTB bisa berjalan dengan baik.
2. Berdasarkan hasil pengujian dengan melakukan 2 kali pengujian, yaitu pengukuran besaran *bandwidth* dan pengujian parameter *Quality of Service* diperoleh hasil :
 - a. Hasil pengukuran *bandwidth* yang didapat dari pengukuran dengan menggunakan 2 metode manajemen *bandwidth*, dimana diperoleh hasil rata-rata *download* dan *upload* dari metode HTB lebih besar dibandingkan hasil rata-rata dari metode *simple queue*.
 - b. Hasil pengujian 4 parameter QoS dari 2 metode manajemen *bandwidth*, yang pertama *packet loss*, dengan perolehan nilai rata-rata dari metode HTB lebih kecil dari perolehan rata-rata metode *simple queue*. Kedua adalah perolehan nilai *throughput* dari 2 metode, dengan kesimpulan metode HTB mendapatkan rata-rata *throughput* yang tidak jauh lebih besar dibandingkan metode *simple queue*. Parameter ketiga yaitu *delay*, dengan perolehan rata-rata *delay* yang didapat dari metode HTB lebih kecil dibandingkan dengan metode *simple queue*. Dan yang terakhir yaitu parameter *jitter*, dengan perolehan rata-rata yang didapat oleh metode HTB lebih kecil dibandingkan dengan metode *simple queue*.
3. Dari hasil pengujian tersebut dapat dikatakan metode manajemen *bandwidth Hierarchical Token Bucket* dapat melakukan manajemen *bandwidth* yang disebar ke *client* dengan baik.

SARAN

Adapun beberapa saran yang dibuat pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan dengan berbagai keterbatasan. Disarankan untuk peneliti yang ingin melakukan penelitian yang serupa agar menggunakan jumlah *user* yang lebih banyak untuk hasil pengujian yang lebih akurat.
2. Menggabungkan *layer7 protocol* dengan metode HTB, sehingga nantinya dapat digunakan untuk membagi *bandwidth* yang ada ke kategori *browsing* dan *download* sehingga aktifitas *browsing* tidak terganggu oleh aktifitas *download*.
3. Dan juga dalam pengembangan selanjutnya diharapkan manajemen *bandwidth* ini dapat diimplementasikan pada jaringan *cctv*, sehingga alokasi *bandwidth* jaringan *cctv* setiap perangkat akan dikelola agar sesuai dengan kebutuhan dan menghindari perebutan *bandwidth*.

REFERENSI

- [1] Mujahidi, K. (2014). Pemanfaatan Internet Sebagai Sumber Universitas Islam Negeri Mulana Malik, *10*(2), 97–109
- [2] Sari, I. P., & Sukri, S. (2018). Analisis Penerapan Metode Antrian Hirarchical Token Bucket untuk Management Bandwidth Jaringan Internet. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *2*(2), 522–529.
- [3] MADCOMS. (2016). Manajemen Sistem Jaringan Komputer dengan Mikrotik RouterOS. (MADCOMS, Ed.) (1st ed.). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [4] Kurnia, D. (2017). Analisis QoS Pada Pembagian Bandwidth Dengan Metode Layer 7 Protocol, PCQ, HTB Dan Hotspot Di SMK Swasta Al-Washliyah Pasar Senen. *Journal of Computer Engineering System and Science*, *2*(2), 102–111
- [5] Antodi, C. P., Prasetijo, A. B., & Widiyanto, E. D. (2017). Penerapan Quality of Service Pada Jaringan Internet Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, *5*(1), 23.
- [6] Gunawan, B. A. (2015). Implementasi Queue Tree untuk Optimalisasi Manajemen Bandwidth Pada Seven Net Semarang. Implementasi Queue Tree Untuk Optimalisasi Manajemen Bandwidth Pada Seven Net Semarang, 1–5.
- [7] Adji Wisesa, B. P., Suharsono, A., & Yahya, W. (2018). Analisis Perbandingan Sistem Manajemen Bandwidth Berbasis Class-Based Queue Dan Hierarchical Token Bucket Untuk Jaringan Komputer. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JPTIIK) Universitas Brawijaya*, *2*(6), 2067–2074.
- [8] Wijaya, A. I., & Handoko, L. B. (2014). Manajemen Bandwidth Dengan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Semarang. *Jurnal Teknik Informatika Udinus*, *1*(1), 5–7.
- [9] Santosa, B. (2004). *Manajemen Bandwidth Internet Dan Intranet*. Available : <http://kambing.ui.ac.id/onnopurbo/library/library-ref-ind/ref-ind-2/network/bwmanagement.pdf>
- [10] Sallent, O., Valenzuela, J. L., Portoles, M., Monleon, A., & San Esteban, I. (2005). A Hierarchical Token Bucket Algorithm to Enhance QoS in IEEE 802.11: Proposal, Implementation and Evaluation, 2659–2662.
- [11] Ahdan, S., Firmanto, O., & Ramadana, S. (2018). Rancang Bangun Dan Analisis QoS (Quality of Service) Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) Pada RT/RW Net Perumahan Prasanti 2. *Jurnal Teknoinfo*, *12*(2), 49.
- [12] Wilaksono, N. I. L., Triyono, J., & Iswahyudi, C. (2018). Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan Multiple Service Set Identifier Dengan Access Point Dan Virtual Access Point Pada Satu Antarmuka Wireless Mikrotik (Studi Kasus Pada Osz Store Yogyakarta). *Jarkom*, *5*(2), 109–119.
- [13] Diantoro, A., & Haekal, H. (2018). Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Hierarchical Token Bucket Pada Mikrotik RouterOs. *Skripsi Program Studi Teknik Informatika STMIK LPKIA Bandung*.
- [14] Sukri, & Jumiaty. (2017). Analisa Bandwidth Menggunakan Metode Antrian Per Connection Queue. (RABIT) *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, *2*(2).
- [15] Yuniati, Y., Fitriawan, H., & Patih, D. F. J. (2014). Analisa Perancangan Server Voip (Voice Internet Protocol) Dengan Opensource Asterisk Dan Vpn (Virtual Private Network) Sebagai Pengaman Jaringan Antar Client. *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri*, *12*(1), 112–121.
- [16] Sugiantoro, B., & Mahardhika, Y. B. (2018). Analisis *Quality of Service* Jaringan Wireless Sukanet Wifi Di Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Kalijaga. *Jurnal Teknik Informatika*, *10*(2).
- [17] Dewobroto, P. (2019b). Fitur-Fitur Hotspot Mikrotik. Available: http://mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=49
- [18] Dewobroto, P. (2019a). Bypass Login Hotspot Mikrotik. Available: http://mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=128
- [19] Muhammad, M., & Hasan, I. (2016). Analisa Dan Pengembangan Jaringan Wireless Berbasis Mikrotik Router

- Os V.5.20 Di Sekolah Dasar Negeri 24 Palu. *Jurnal Elektronik Sistem Informasi Dan Komputer*, *2*(1), 10–19.
- [20] Goldman, J. E. (2005). *Applied data Communications, A bussiness-Oriented Approach*. Willey. Available: http://cis.msje.edu/courses/core_courses/csis202/lessons/10/c h10.pdf