

ANALISIS KUALITAS LAYANAN INTERNET KAMPUS MENGGUNAKAN METODE HTB (*HIERARCHICAL TOKEN BUCKET*)

¹A.R. Walad Mahfuzhi, ²Bambang Soedijono, ³Eko Pramono

¹Alumni MTI STMIK AMIKOM Yogyakarta

², ³Staf Pengajar MTI STMIK AMIKOM Yogyakarta

Jalan Ring Road, Condong Catur, Depok, Sleman. Telp. : 0274-884201

E-mail: ¹walad.mahfuzhi@gmail.com, ²bambang.s@amikom.ac.id, ³eko.p@amikom.ac.id

ABSTRACT

Quality of Service (QoS) is not a limit but rather to the quality of the resulting internet services against a method that is used. To generate the required QoS bandwidth management method of a Hierarchical token bucket (HTB) is a good method to do bandwidth management. The purpose of this study is to conduct an analysis of QoS method using HTB against parameters, delay, throughput and packet loss on the internet service at the Muhammadiyah University of Bengkulu. Testing was done using the mikrotik RB433AH oprasi system that is running on windows 7, as well as the tools used is a command prompt (CMD) and wireshark to do capture data analysis. The resulting QoS by using the method of HTB is 3 and has nice categories based on average index parameters. On testing the parameters of the resulting value is the throughput of 52.17% with index 3. While the resulting value of the delay parameter of 45ms with index 4 and packet loss parameters on testing the resulting value of 18.52% with a value of index 2.

Keywords: *Quality of Service, HTB, Bandwidth Management. Throughput, Delay, Packet Loss.*

PENDHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia semakin mempermudah setiap orang dalam melakukan pekerjaan diberbagai bidang, diantaranya dalam bidang pendidikan. Salah satu perkembangan teknologi komunikasi adalah internet. Internet saat ini merupakan satu hal yang penting dalam sebuah perusahaan atau instansi. Dengan adanya jaringan internet, kegiatan komunikasi yang dilakukan menjadi lebih mudah, efektif, dan hemat waktu serta berbagai manfaat lainnya.

Univeritas Muhammadiyah Bengkulu merupakan salah satu perguruan tinggi suwasta di bengkulu. Sejak berdirinya pada tahun 1991, Universitas Muhammadiyah Bengkulu memiliki visi dan misi maupun tujuan. Salah satu tujuannya yaitu terwujudnya universitas yang unggul dalam bidang IPTEKS (ilmu pengetahuan, teknologi dan sains). Seiring dengan kemajuan universitas dalam pengembangan kampus, diantaranya dalam bidang teknologi. Sistem manual yang berjalan berlahan-lahan beralih menggunakan teknologi informasi. Teknologi informasi yang berkembang hingga saat ini antara lain Sistem Informasi Akademik, Sistem Informasi Keuangan, Sistem Informasi Kepegawaian, dan Sistem Informasi Perpustakaan. Agar semua sistem informasi berfungsi dengan baik maka ketersediaan layanan jaringan harus diutamakan. Kualitas tersebut dapat di lihat

berdasarkan kecepatan akses data, baik manerima data ataupun mengirim data.

Ketersedian *bandwidth* untuk layanan internet pada Universitas Muhammadiyah Bengkulu saat ini sebesar 25 Mbps. Total *bandwidth* yang ada dibagi berdasar jumlah kampus, yang terdiri dari kampus satu (utama) sebesar 7 Mbps, kampus dua sebesar 7 Mbps dan kampus empat sebesar 11 Mbps. Berdasarkan data observasi masalah yang dihadapi adalah keluhan pengguna internet kampus dalam proses pengirimana maupun penerimaan data yang sering mengalami gangguan, yang disebabkan oleh pembagian beban yang tidak seimbang, terlebih disaat banyaknya pemakaian internet pada jam kerja.

Berdasarkan beberapa penelitian tentang *hierarchical token bucket* (HTB), diantaranya penelitian yang dilkukan oleh Antodi, CP. dkk (2017), berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa HTB dapat digunakan sebagai salah satu metode yang dapat digunakan jika ingin membuat sebuah *Quality of Service* (QoS). Melakukan management *bandwidth* pada jaringan juga dapat dilakukan dengan menggunakan *hierarchical token bucket*. Memperkecil kapasitas *bandwidth* pada tiap *client* menimbulkan adanya penurunan performa jaringan pada tiap *client*. Meskipun terjadi sedikit penurunan performa seperti menurunnya jumlah paket yang dapat dikirim maupun waktu pengiriman paket yang

mengalami perlambatan namun ada peningkatan yang besar pada tingkat validitas data yang dibuktikan dengan menurunnya jumlah *packet loss* yang mencapai 80% bahkan lebih. Jadi, menggunakan HTB sebagai salah satu metode *quality of service* sangat cocok apabila ingin meningkatkan validitas pada pengiriman data meskipun sedikit mengorbankan kecepatan pada transaksi paket dan besar paket yang dapat dikirim.

Batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di Unit Pelaksana Tugas (UPT) Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sebagai pengelola layanan internet di Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
2. Merancang disiplin antrian metode HTB pada mikrotik RB433AH berdasarkan topologi yang sudah ada.
3. Menganalisis nilai parameter QoS dari hasil penerapan metode HTB dengan perbandingan standar QoS versi TIPHON.

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui QoS yang dihasilkan metode HTB dalam melakukan manajemen *bandwidth* sehingga mampu meningkatkan layanan internet yang ada di Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah agar dapat meningkatkan pelayanan internet sehingga dalam penggunaan sistem informasi yang ada di Universitas Muhammadiyah Bengkulu dapat berfungsi dengan baik.

Menurut penelitian Analisis *quality of service* (QoS) Jaringan Kampus dengan Menggunakan Microtic Routerboard. Hasil analisis yang diperoleh beberapa kesimpulan, hasil pengujian parameter QoS yaitu manajemen *bandwidth* menunjukkan penggunaan *bandwidth* yang lebih baik dan merata bagi setiap pengguna jaringan kampus di Universitas Katolik Santo Thomas Medan. Pengelolaan IP Address dan topologi jaringan kampus memberikan dampak penggunaan jaringan yang lebih baik dan menghilangkan IP conflict di setiap unit di Universitas Katolik Santo Thomas Medan (Silitonga, P & Morina, S.I., 2014).

Penelitian dengan judul rancang bangun manajemen *bandwidth* pada wireless mesh network dengan metode hierarchy token bucket dalam seminar nasional teknologi informasi dan multimedia, menyimpulkan bahwa dengan manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB yang merupakan bagian dari *classfull queueing discipline* dimungkinkan untuk melakukan konfigurasi sharing *bandwidth* untuk semua *client* (Oktafiandi, H., dkk, 2015)

Penelitian lainnya dengan judul penerapan metode *hierarchy token bucket* (HTB) dalam manajemen *bandwidth* pada SMK Veteran Jambi dengan tujuan penelitian optimalisasi penggunaan internet dalam area hotspot maka diperlukan suatu kontrol untuk memanajemen akses pemakaian *bandwidth*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa, HTB dapat melakukan pembatasan *bandwidth* dengan baik dari seluruh *client* yang ada dan program *manbw* (informasi manajemen *bandwidth*) yang dikembangkan dapat membantu memudahkan administrator dalam melakukan manajemen *bandwidth* di lingkungan jaringan yang dikelolanya (Rico, 2015).

Dalam penelitian yang berjudul implementasi manajemen *bandwidth* dengan disiplin antrian *hierarchical token bucket* (HTB) hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa hasil monitoring *traffic bandwidth* dapat membuktikan bahwa pengaturan *bandwidth* yang dibuat sudah sesuai dengan rancangan, yaitu pembatasan rate dan ceilnya sudah sesuai dengan pengaturan yang diatur oleh admin. Sehingga dengan terealisasinya hal tersebut tidak ada user atau *client* yang mendominasi dalam penggunaan *bandwidth* (Nugraha, M, & Utama, S.N., 2016).

Menurut penelitian dengan judul penerapan *quality of service* pada jaringan internet menggunakan metode *hierarchical token bucket* (HTB), menyimpulkan bahwa HTB dapat digunakan sebagai salah satu metode yang dapat digunakan jika ingin membuat sebuah *quality of service*. dapat dilakukan dengan menggunakan HTB. Memperkecil kapasitas *bandwidth* pada tiap *client* menimbulkan adanya penurunan performa jaringan pada tiap *client*. Meskipun terjadi sedikit penurunan performa seperti menurunnya jumlah paket yang dapat dikirim maupun waktu pengiriman paket yang mengalami perlambatan namun ada peningkatan yang besar pada tingkat validitas data yang dibuktikan dengan menurunnya jumlah *packet loss* yang mencapai 80% bahkan lebih (Antodi, C.P., dkk, 2017).

Pada penelitian yang berjudul management *bandwidth* pada dynamic *queue* menggunakan metode *per connection queueing* (PCQ). Metode PCQ sangat cocok dalam penerapan dimana user dalam sebuah network jumlahnya dinamis. pada penerapan metode *per connection queue* sangat efektif dan bermanfaat di terapkan pada jaringan yang jumlah usernya tidak dapat ditentukan pasti dan bersifat dinamis, sehingga setiap user dapat memperoleh *bandwidth* secara merata dan tidak timpang tindih (Rifai, B., 2017).

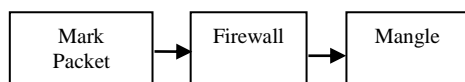
Bandwidth

Bandwidth adalah kapasitas transmisi dalam menyalurkan paket data dari suatu media komunikasi pada jaringan computer yang menentukan berapa banyak informasi yang dapat ditransmisikan dalam satu satuan waktu, atau dapat juga dikatakan bahwa semakin besar *bandwidth* bias menghasilkan komunikasi yang lebih cepat (Foster & Kesselman, 2003).

Manajemen Bandwidth

Manajemen *bandwidth* adalah sebuah proses penentuan besarnya *bandwidth* kepada tiap pemakai dalam jaringan komputer. Besarnya *bandwidth* akan berdampak kepada kecepatan transmisi data. Dengan manajemen *bandwidth*, admin dapat mengatur agar user tidak menghabiskan *bandwidth* yang disediakan oleh *provider* (Rofiq, M., 2013).

Queue tree merupakan teknik antrian system manajemen *bandwidth* pada router mikrotik. Teknik antrian ini memiliki konfigurasi yang cukup rumit dibandingkan dengan *simple queue*. Berikut ini merupakan gambar metode teknik antrian *queue tree*:



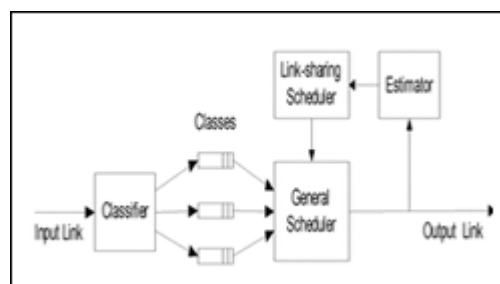
Gambar 1. Metode Teknik Antrian *Queue Tree*

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

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

Hierarchical Token Bucket (HTB)

HTB merupakan teknik penjadwalan paket yang sering digunakan bagi router-router berbasis Linux, dikembangkan pertama kali oleh Martin Devera (Nugroho, B 2005). Cara Kerja HTB tidak ada perbedaan dengan pendahulunya yaitu CBQ, hanya saja pada *General Scheduler* HTB menggunakan mekanisme *Deficit Round Robin* (DRR) dan pada blok umpan baliknya, Estimator HTB tidak menggunakan *Ekspontial Weighted Moving Average* (EWMA) melainkan *Token Bucket Filter* (TBF).



Gambar 2. Deficit Round Robin

Pada HTB terdapat parameter ceil sehingga kelas akan selalu mendapatkan *bandwidth* di antara base link dan nilai ceil linknya. Parameter ini dapat dianggap sebagai Estimator kedua, sehingga setiap kelas dapat meminjam *bandwidth* selama *bandwidth* total yang diperoleh memiliki nilai di bawah nilai ceil. Hal ini mudah diimplementasikan dengan cara tidak mengijinkan proses peminjaman *bandwidth* pada saat kelas telah melampaui link ini (keduanya leaves dan interior dapat memiliki ceil). Sebagai catatan, apabila nilai ceil sama dengan nilai base link, maka akan memiliki fungsi yang sama seperti parameter bounded pada CBQ, di mana kelas-kelas tidak diijinkan untuk meminjam *bandwidth*. Sedangkan jika nilai ceil diset tak terbatas atau dengan nilai yang lebih tinggi seperti kecepatan link yang dimiliki, maka akan didapat fungsi yang sama seperti kelas non-bounded.

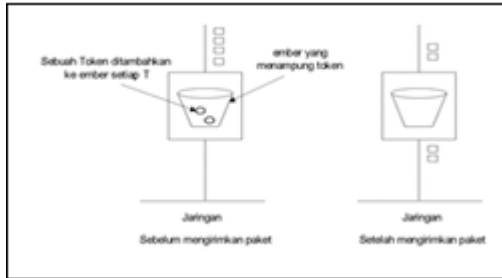
General Scheduler HTB

HTB menganggap hirarki kelas lengkap dan traffic dipisah-pisah menjadi beberapa aliran traffic, metode untuk penjadwalan paket adalah sebagai berikut: pertama memilih kelas pada cabang terendah (*leaf class*) yang linknya belum mencapai batas kemudian mulai mengirimkan paket dari kelas yang memiliki prioritas tertinggi kemudian berlanjut ke yang rendah, apabila link semua kelas melampaui batas link maka dilakukan suatu test melalui suatu putaran lengkap untuk menemukan *leaf class* yang dapat meminjam *bandwidth* dari kelas di atasnya (*parent class*) jika tidak ada maka putaran diulangi dengan mencoba meminjam *bandwidth* dari kelas diatas *parent class* (*grandfather class*).

Estimator

HTB menggunakan *token bucket filter* (TBF) sebagai estimator untuk menentukan apakah suatu kelas atau prioritas berada dalam keadaan underlimit, atlimit atau overlimit. TBF bekerja dengan dasar metode ember token, setiap paket yang akan dikirimkan harus memiliki token yang berada dalam ember token, jika token tak tersedia didalam ember maka paket-paket yang akan dikirimkan harus

menunggu sampai tersedia token yang cukup untuk mengirimkan paket yang sedang menunggu.



Gambar 3. Token Bucket Filter (TBF)

Implementasi TBF terdiri dari sebuah buffer (*bucket*), yang secara konstan diisi oleh beberapa informasi virtual yang dinamakan token, pada link yang spesifik (token link). Parameter paling penting dari bucket adalah ukurannya, yaitu banyaknya token yang dapat disimpan. Setiap token yang masuk mengumpulkan satu paket yang datang dari antrian data dan kemudian dihapus dari bucket. Dengan menghubungkan metode ini dengan dua aliran-token dan data, akan didapati tiga buah kemungkinan skenario:

1. Data yang datang pada TBF memiliki link yang sama dengan masuknya token. Dalam hal ini, setiap paket yang masuk memiliki tokennya masing-masing dan akan melewati antrian tanpa adanya *delay*.
2. Data yang datang pada TBF memiliki link yang lebih kecil daripada link token. Hanya sebagian token yang dihapus pada output pada tiap paket data yang dikirim ke antrian, dan token akan menumpuk, memenuhi ukuran bucket. Token yang tidak digunakan kemudian akan dapat digunakan untuk mengirimkan data pada kecepatan yang melampaui link token standar, ini terjadi jika ada ledakan data yang pendek.
3. Data yang datang pada TBF memiliki link yang lebih besar daripada link token. Hal ini berarti bucket akan segera kosong dari token, yang menyebabkan TBF akan menutup alirannya untuk sementara. Hal inilah yang dinamakan situasi *overlimit*. Jika paket-paket tetap datang, maka paket-paket akan segera dibuang.

Quality of Service (QoS)

Dalam buku *Quality of Service* (Ferguson, P. & Huston, G., 1998), QoS adalah suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu servis. 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 cukup besar dalam jaringan berbasis IP dan internet secara keseluruhan. Tujuan dari QoS adalah untuk memuaskan kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan jaringan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Dari segi networking, *Quality of Service* (QoS) mengacu kepada kemampuan memberikan pelayanan berbeda kepada lalu lintas jaringan dengan kelas – kelas yang berbeda. Tujuan akhir dari *Quality of Service* (QoS) adalah memberikan layanan jaringan yang lebih baik dan terencana dengan dedicated *bandwidth* dan *latency* yang terkontrol dan meningkatkan loss karakteristik, atau QoS adalah kemampuan dalam menjamin pengiriman arus data penting atau dengan kata lain kumpulan dari berbagai kriteria performansi yang menentukan tingkat kepuasan suatu layanan (Kamarullah, A. Hafiz, 2009). Berdasarkan versi TIPHON nilai setandar QoS dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Katagori Standar Nilai QoS (sumber TIPHON)

Nilai	Persentase (%)	Indek
3,8 – 4	95 – 100%	Sangat Bagus
3 – 3,79	75 – 94,75%	Bagus
2 – 2,99	50 – 74,75%	Sedang
1 – 1,99	25 – 49,75%	Buruk

Berikut ini merupakan beberapa parameter QoS yang digunakan dalam mengukur performansi jaringan, yaitu :

Parameter Throughput

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Tabel 2. *Throughput* (sumber TIPHON)

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	76 - 100 %	4
Bagus	51 - 75 %	3
Sedang	26 - 50 %	2
Jelek	< 25 %	1

Persamaan perhitungan *throughput* :

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}}$$

Parameter Delay

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

Tabel 3. *Delay* (sumber TIPHON)

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

Persamaan perhitungan *delay* :

$$Delay = \frac{total\ delay}{total\ paket\ yang\ diterima}$$

Parameter Packet Loss

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

Tabel 4. *Packet Loss* (sumber TIPHON)

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

Persamaan perhitungan *packet loss* :

$$Packet\ loss = \frac{(data\ dikirim - data\ diterima) \times 100\%}{paket\ data\ yang\ dikirim}$$

METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam melukan penelitian ini yaitu penelitian tindakan (action research). Dalam penelitian tindakan peneliti medekripsikan, dan menjelaskan situasi pada waktu yang bersamaan dengan melakukan perubahan dengan tujuan perbaikan atau partisipasi untuk

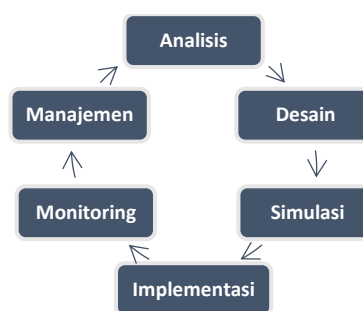
mengetahui kondisi pelayanan jaringan terhadap sistem informasi pada Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Metode Analisis Data

Metode yang digunakan berupa anlisis data kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2007). Pada tahap analisis data, *tools* yang digunakan yaitu CMD dan wireshark untuk mengkepcur data-data yang dihasilkan sehingga data yang diperoleh dapat dihitung untuk mendapatkan hasil data analisis.

METODE PENELITIAN

Alur penelitian merupakan alternatif dalam berapresiasi dalam mendalami suatu kajian ilmu. Namun tetap harus mempunyai landasan dalam pengembangan sistem yang dilakukan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan model pengembangan sistem NDLC (*Network Development Live Cycle*). Menurut Deris Stiawan (2017), NDLC merupakan model kunci dibalik proses perancangan jaringan komputer. NDLC merupakan model yang mendefinisikan siklus proses pembangunan atau pengembangan sistem jaringan komputer (Stiawan, D., 2009).



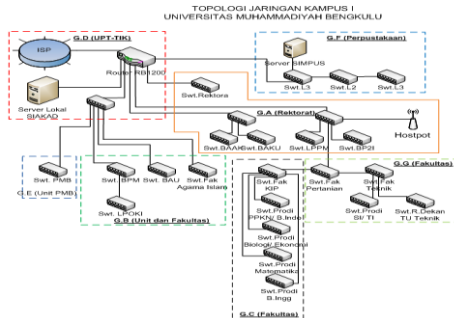
Gambar 4. Alur Model *Network Development Life Cycle* (NDLC)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi

Dari data observasi yang penulis lakukan, pertama yaitu melakukan analisis terhadap topologi jaringan di Universitas Muhammadiyah Bengkulu,

peneliti difokuskan pada kampus I UMB yang merupakan kampus utama, dikarenakan semua aktifitas pelayanan akademik terpusat di kampus I. Untuk menghubungkan jaringan antar kampus menggunakan *fiber optik* (FO) sebagai penghubung ke perangkat resiver. Sebagaimana topologi jaringan yang menghubungkan antar *client* dan *server* disetiap gedung dan unit yang ada seperti pada gambar dibawah ini:



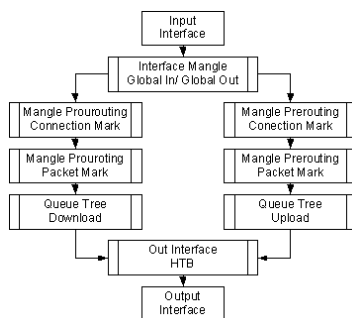
Gambar 5. Topologi Jaringan Kampus I UMB

Wawancara

Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih lengkap terhadap penggunaan layanan internet di Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Perancangan Sistem (Desain)

Perancangan sistem yang akan dibangun berupa perancangan manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB yang dibangun dalam mikrotik RB433AH. Dalam perancangan sistem diperlukan rancangan interface metode yang akan dibangun terhadap topologi jaringan yang ada. Rancangan *interface* metode HTB dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6. Alur Perancangan HTB

Simulasi

Simulasi merupakan tahapan konfigurasi metode HTB pada mikrotik RB433AH dan melakukan pengujian terhadap rancangan yang telah

dibuat sehingga dapat berjalan dengan baik. Konfigurasi HTB dapat diterapkan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menandai paket-paket untuk tiap koneksi *client* melalui konfigurasi mangle, sehingga paket-paket dan koneksi- koneksi tersebut nantinya dapat diteruskan dan dijabarkan sebagai koneksi paket *client*.



Gambar 7. Mangle Berdasarkan Ip Address

Pada gambar diatas adalah hasil konfigurasi mark packet (penanda paket) untuk setiap *client* berdasarkan ip address *client* pada mangle. Seperti pada interface alur rancangan pada mangle terdiri dari prerouting dan prourouting dimana prerouting sebagai penanda paket *download* dan prourouting sebagai penanda paket *upload*.

Menginput CIR, MIR, *Parent* dan *priority* dari tiap paket melalui konfigurasi *queue*. Artinya, setiap ada permintaan *bandwidth* dari *client* apakah itu *upload* ataupun *download*, nantinya akan ditandai secara otomatis oleh mangle lalu akan mendapatkan batasan *bandwidth* (baik batas atas maupun batas bawah) secara otomatis oleh *queue*. Siklus penandaan dan pembatasan ini akan berjalan terus menerus selama permintaan akan *bandwidth* terus dilakukan *client* tersebut. Hasil konfigurasi *queue tree* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 8. Hasil Konfigurasi *Queue Tree*

Implementasi

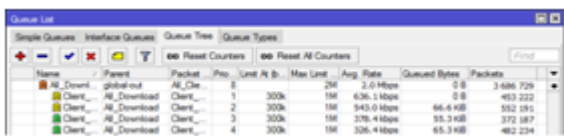
Implementasi merupakan penerapan metode HTB yang telah didirancang. Implementasi manajemen *bandwidth* ini diterapkan pada topologi jaringan yang ada. Sebelum metode HTB diimplementasikan, penulis melakukan

pengalamatan IP, baik IP *server* maupun IP *client*, yang dirancang pada interface IP addresses mikrotik RB433AH menggunakan aplikasi winbox v2.2.1.6. Pengalamatan *client* dirancang dengan IP static agar dalam pembagian *bandwidth* dibagi secara merata ke setiap *client* berdsarkan ip address. Implementasi IP address dapat dilihat pada tabel.

Tabel 5. Implementasi IP Addresses

No	Gedung	IP Address	Keterangan
1.	A	192.168.1.2 192.168.1.48	Rektorat, Humas, Bendahara, BAAK, BAKU, BP2I, LPPM
2.	B	192.168.1.49 192.168.1.65	BPM, LPOKI, BAU, FAI
3.	C	192.168.1.66 192.168.1.88	FKIP
4.	D	192.168.1.89 192.168.1.95	UPT TIK
5.	E	192.168.1.96 192.168.1.105	PMB
6.	F	192.168.1.106 192.168.1.118	UPT Perpustakaan
7.	G	192.168.1.119 192.168.1.128	F.Pertanian, F.Teknik
8.	Server	192.168.1.253	Server SLAKAD
9.	Oprator	192.168.2.253	Sebagai monitoring jaringan.

Setelah konfigurasi dilakukan baru metode HTB dapat diimplementasikan. Pada tahap implementasi, metode yang diterapkan harus diuji kembali, dengan tujuan agar semua parameter HTB dapat berjalan dengan baik. Dari beberapa tahapan pengujian maka metode HTB yang telah dibangun berfungsi dengan baik seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 9. Interface Metode HTB

Pada hasil pengujian gambar diatas, setiap parameter child *queue* diberikan *max-limit* (MIR) sebesar 1M dan *limit-at* (CIR) sebesar 300k dengan prioritas yang berbeda tetapi terdapat parameter *parent child* dengan *max-limit* (MIR) sebesar 2M, terlihat *bandwidth* yang diterima setiap *client* sesuai dengan prioritas masing-masing *client*. Data hasil pengujian pada implementasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Monitoring

Monitoring ini adalah menguji *Quality of Services* (QoS) terhadap penerapan metode HTB. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mengukur

parameter QoS yaitu *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Pengujian dilakukan pada saat jam kerja pada jam 08.00 WIB s/d jam 14.00 WIB, dari data-data hasil pengujian akan diukur berdasarkan standar QoS versi THIPON.

Tabel 6. Skenario Pengambilan Data

Client	Layana Akses	Paket Data (Bytes)	Repon Time
1	www.unmuhbengkulu.net www.youtube.com	500, 1000,1500	1000 ms
2	www.unmuhbengkulu.net www.youtube.com	500, 1000,1500	1000 ms
3	www.unmuhbengkulu.net www.youtube.com	500, 1000,1500	1000 ms

Data yang diambil berupa data capture dari hasil pengamatan proses aplikasi atau tools. Tools yang digunakan dalam pengambilan data yaitu aplikasi *command prompt* (CMD) dengan perintah ping dan aplikasi wireshark.

Dari kedua *tools* yang digunakan maka data yang didapat berdasarkan capture dari masing-masing tools dan parameter yang diukur dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Capture Data Parameter QoS Dengan Metode HTB

C ali ent	Akses Layanan	Paket data	QoS		
			Through put (bps)	Delay (ms)	Packet loss Total
1	unmuhbe ngkulu.n et	500	182 340	3038	1
		1000	355 332	2867	3
	1500	325 376	2583	9	
	youtube. com	500	532 335	22980	5
		1000	250 123	1682	1
		1500	200 264	RTO	
2	unmuhbe ngkulu.n et	500	129 488	2025	1
		1000	194 032	2205	1
	1500	391 320	2295	0	
	youtube. com	500	506 421	1456	0
		1000	440 208	1421	0
		1500	168 523	RTO	
3	unmuhbe ngkulu.n et	500	206 936	6900	0
		1000	412 684	2848	0
	1500	301 064	2475	0	
	youtube. com	500	478 923	1484	0
		1000	792 648	1740	1
		1500	289 786	RTO	

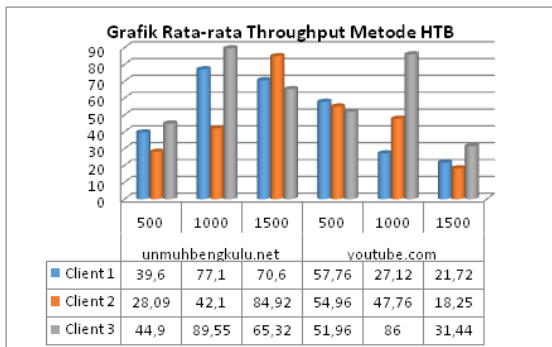
Anlisis Parameter Quality of Services (QoS)

Hasil Pengukuran Parameter Throughput

Dari hasil perhitungan *throughput* diatas maka dapat dihitung rata-rata persentase dari masing-masing nilai *throughput*, sebagaimana hasil rata-rata diberi nilai indek berdasarkan setandar nilai *throughput* QoS versi TIPHON. Sebgaaimana hasil dapat dilihat pada tabel:

Tabel 8. Rata-rata *Throughput* Dengan Metode HTB

Pengujian	<i>Throughput</i>	Indek	Keterangan
Client 1	48,98%	2	Sedang
Client 2	46,01%	2	Sedang
Clinet 3	61,52%	3	Bagus
Rata-rata	52,17%	3	Bagus



Gambar 10. Grafik Rata-rata *Throughput* Dengan Metode HTB

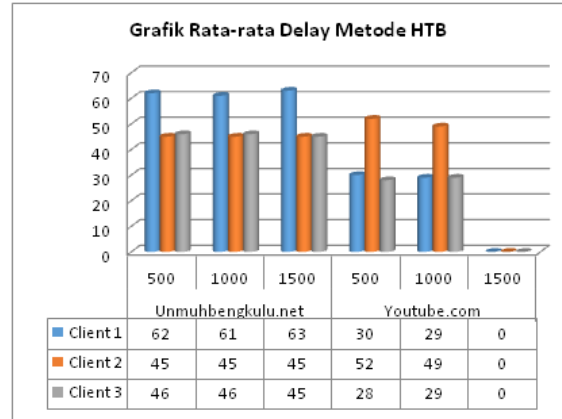
Hasil analisi perhitungan nilai rata-rata parameter *throughput* pada metode HTB dari tabel 3.7. dan gambar 3.17, untuk nilai *throughput* tinggi pada *client* 3 dengan nilai 61,52%, dan nilai *throughput* rendah pada *client* 2 dengan nilai 46,01%. Sedangkan nilai total rata-rata parameter *throughput* pada HTB sebesar 52,17% dengan kategori bagus.

Hasil Pengukuran Parameter Delay

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dihitung nilai rata-rata *delay* dari semua *client*, hasil rata-rata diberikan nilai indek berdasarkan setandar QoS versi TIPHON pada parameter *delay*. Sebgaaimana hasil dapat dilihat pada tabel:

Tabel 9. Rata-rata *Delay* Pada Metode HTB

Pengujian	<i>Delay</i>	Indek	Keterangan
Client 1	49 ms	4	Sangat bagus
Client 2	38,4 ms	4	Sangat bagus
Clinet 3	38,8 ms	4	Sangat bagus
Rata-rata	42,06 ms	4	Sangat bagus



Gambar 11. Garafik Nilai Rata-rata *Delay* Pada HTB

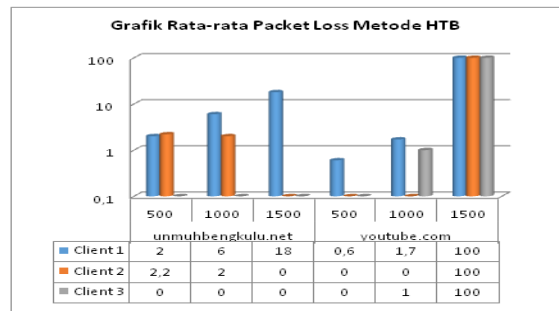
Analisis hasil pengukuran nilai rata-rata *delay* pada metode HTB ditunjukkan pada tabel 3.5. dan gambar 3.15. di atas, dimana niali parameter *delay* tertinggi pada *client* 1 dengan nilai rata-rata 49 ms, dan terendah pada *client* 2 dengan nilai rata-rata 38,4 ms. Dari hasil rata-rata *delay* pada ketiga *client* didapat nilai *delay* sebesar 42,06 ms. Berdasarkan nilai rata-rata QoS dangan parameter *delay* versi TIPHON (< 150 ms) masuk dalam katagori sangat bagus.

Hasil Pengukuran Parameter Packet Loss

Dari hasil perhitungan *packet loss* diatas maka dapat dihitung rata-rata persentase dari masing-masing nilai *packet loss client*, hasil rata-rata diberikan indek berdasar standar nilai *packet loss* QoS versi TIPHON. Sebagaimana hasil dapat dilihat pada tabel dan grafik:

Tabel 10. Hasil *Packet Loss* Metode HTB

Pengujian	<i>Packet Loss</i>	Indek	Keterangan
Client 1	21,38%	2	Sedang
Client 2	17,36%	2	Sedang
Clinet 3	16,83%	2	Sedang
Rata-rata	18,52%	2	Sedang



Gambar 12. Grafik Nilai Rata-rata *Packet Loss*

Hasil analisis perhitungan *packet loss* dengan metode HTB ditunjukkan pada tabel 3.6. dan gambar 3.16. di atas, dimana nilai rata-rata *packet loss* tertinggi pada *client* 1 sebesar 21,38 %, dan terendah pada *client* 3 sebesar 16,83 %. Sedangkan nilai rata-rata total *packet loss* dari semua *client* adalah sebesar 18,52 %. Berdasarkan nilai indeks rata-rata *packet loss* pada standar QoS versi TIPHON yaitu 15% - 24%, maka nilai *packet loss* yang dihasilkan termasuk dalam kategori sedang.

Dari hasil pengukuran parameter QoS menggunakan metode HTB pada jaringan Universitas Muhammadiyah Bengkulu, maka dapat menghasilkan nilai rata-rata indeks QoS sebesar 3, dan termasuk dalam kategori bagus seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Nilai QoS Menggunakan Metode HTB

Parameter QoS	Metode HTB	
	Index	Kategori
<i>Throughput</i>	3	Bagus
<i>Delay</i>	4	Sangat Bagus
<i>Packet Loss</i>	2	Sedang
Total Rata-rata	3	Bagus

KESIMPULAN & SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap analisis manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB, dapat disimpulkan bahwa metode HTB layak diterapkan di UMB dalam melakukan manajemen *bandwidth* yang dibuktikan dengan nilai indeks QoS 3 (tiga) dan memiliki kategori bagus. QoS yang dihasilkan dapat dibuktikan berdasarkan pengujian parameter. Pada pengujian parameter *throughput*, nilai yang dihasilkan sebesar 52,17% dengan indeks 3, sedangkan nilai parameter *delay* yang dihasilkan sebesar 45ms dengan indeks 4 dan pada parameter *packet loss* nilai yang dihasilkan sebesar 18,52% dengan nilai indeks 2.

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisis yang lebih dalam terhadap jenis perangkat yang digunakan, baik perangkat router maupun perangkat yang digunakan oleh *client*.
2. Agar mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik, data pengujian sampel perlu ditambahkan

agar dapat mewakili dari keadaan objek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Antodi, C., P., dkk., 2017, Penerapan *Quality of Service* Pada Jaringan Internet Menggunakan Metode *Hierarchical Token Bucket*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer ISSN:2338-0403.
- Ferguson, P. & Huston, G., 1998, *Quality of Service*, John Wiley & Sons Inc.
- Foster & Kesselman, 2003, *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, Second Edition, Morgan Kaufman.
- Kamarullah, A Hafiz, 2009, Penerapan Metode *Quality Of Service (QOS)* Pada Jaringan Traffic yang Padat. Jurnal Jaringan Komputer. Universitas Sriwijaya. Hal 1-22.
- Nugraha, M., & Utama, S., N., 2016, Implementasi Manajemen *Bandwidth* Dengan Disiplin Antrian HTB(HTB) Pada Sistem Operasi Linux. Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.ISSN : 1978-161X.
- Nugroho, B., 2005, "Instalasi & Konfigurasi Jaringan Windows & Linux ". Yogyakarta. Andi Yogyakarta.
- Oktafiandi, H, dkk, 2015, Rancang Bangun Manajemen *Bandwidth* pada *Wireless Mesh Network* dengan metode *Hierarchycal Token Bucket*, Prosiding SEMNAS Teknologi Informasi dan Multimedia ISSN : 2302-3805.
- Rico, 2015, Penerapan Metode Hierarchy Token Bucket Dalam Manajemen *Bandwidth* Pada SMK Veteran Jambi. Jurnal Ilmiah Media Processor. ISSN 1907-6738.
- Rifai, B., 2017, Management *Bandwidth* Pada Dynamic *Queue* Menggunakan Metode *Per Connection Queuing (PCQ)*. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer Vol. 2. No. 2, E-ISSN: 2527-4864.
- Rofiq, M., 2013, Perancangan Manajemen *Bandwidth* Internet Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA Vol. 7 No 1. ISSN : 3601-8737.
- Silitonga., P & Morina, S.I., 2014, Analisis QoS (*Quality of Service*) Jaringan Kampus Dengan Menggunakan Microtic Routerboard Jurnal TIMES, Vol III No 2 : 19-24, ISSN : 2337 – 3601.

Stiawan, D., 2009, *Fundamental Internetworking Development & Design Life Cycle*, Sistem Komputer FASILKOM UNSRI.
http://unsri.ac.id/upload/arsip/network_development_cycles.pdf, diakses pada 05 Februari 2017

Sugiyono, 2007, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Penerbit Alfabeta, Bandung.

Anonim, TR 101329.V2.1.1., 1999, *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*, http://www.TIPHON.org/deliver/TIPHON_tr_101329v020101p.pdf. Diakses 5 Februari 2017.