ANALISIS KUALITAS LAYANAN JARINGAN PADA MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) DI PT. MUARATOYU SUBUR LESTARI

Rangga Pranata[1], Wawan Joko Pranoto[2], Abdul Hallim[3]
[1,2,3] Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Alamat e-mail : 2111102441098@umkt.ac.id[1], wjp337@umkt.ac.id[2], ah445@umkt.ac.id[3]

ABSTRACT

The quality of internet network services in bandwidth management at PT. Muaratoyu Subur Lestari has not been implemented optimally and evenly, necessitating an effective solution to address these issues. This study aims to improve the quality of network services and ensure equitable prioritization of network usage. Therefore, bandwidth management using the Queue Tree method with the Hierarchical Token Bucket (HTB) on the Mikrotik RB750Gr3 is required. After implementing the HTB method, Quality of Service (QoS) measurements were conducted using parameters such as bandwidth, throughput, delay, and packet loss. The results of bandwidth management with the HTB method showed an increase in throughput of 0.40% for cnn.com, 0.45% for instagram.com, while youtube.com experienced a decrease of 168%, likely caused by user overload. For the packet loss parameter, there was a reduction of 11,81% for cnn.com, 12,25% for instagram.com, and 12,68% for youtube.com. Regarding the delay parameter, a reduction was observed from 172.4 ms to 60.8 ms for cnn.com, from 154.8 ms to 61.4 ms for instagram.com, and from 196.2 ms to 64.6 ms for youtube.com. The final index score after bandwidth management using the HTB method increased from 2.3 to 3. These findings were further supported by a user satisfaction survey on the quality of internet network services conducted after the implementation of bandwidth management. The results indicated that users perceived a significant improvement in the quality of internet network services compared to previous conditions.

Keywords: bandwidth management, Hierarchical Token Bucket.

ABSTRAK

Kualitas layanan jaringan internet pada manajemen *bandwidth* di PT. Muaratoyu Subur Lestari belum diterapkan secara optimal dan merata, sehingga membutuhkan solusi yang efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan dan menentukan prioritas penggunaan jaringan yang merata. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan manajemen *bandwidth Queue Tree* dengan metode *Hierachical Token Bucket* (HTB) pada mikrotik RB750Gr3. Setelah menerapkan metode HTB, dilakukan pengukuran *Quality of Service* (QoS) menggunakan parameter *bandwidth*, *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Hasil yang didapatkan dari manajemen *bandwidth* dengan metode HTB yaitu pada parameter *throughput* mengalami peningkatan 0,40% pada cnn.com, peningkatan 0,45% pada

instagram.com, dan untuk youtube.com mengalami penurunan sebesar 168% yang mungkin disebabkan antrian pengguna terlalu banyak (*overload*). Pada parameter *packet loss* mengalami penurunan 11,81% pada cnn.com, penurunan 12,25% pada instagram, dan penurunan 12,68% pada youtube.com. Pada parameter *delay* mengalami penurunan dari sebelumnya 172,4 ms menjadi 60,8 ms pada cnn.com, dari 154,8% menjadi 61,4% pada instagram.com dan dari 196,2% menjadi 64,6% pada youtube.com. Indeks nilai akhir setelah dilakukan manajemen *bandwidth* dengan metode HTB mengalami kenaikan dari 2,3 menjadi 3. Hasil akhir ini juga diperkuat dengan dengan penyebaran kuesioner pada survei kepuasan kualitas layanan jaringan internet yang dilakukan setelah penerapan manajemen *bandwidth*. Didapatkan para pengguna merasakan peningkatan yang cukup signifikan dari kualitas layanan jaringan internet sebelumnya.

Kata Kunci: manajemen *bandwidth*, *Hierarchical Token Bucket.*

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi terutama bidang jaringan telah berkembang dengan sangat cepat. Sebagai pengguna, kita sudah sangat bergantung pada jaringan untuk melaksanakan tugas, pencarian data atau informasi tertentu yang dibutuhkan. Pengguna dapat men-*download* dan meng-*upload* data seperti *file*, aplikasi, media, *teks* dan lain-lain melalui jaringan internet (Fauziah & Andryana, 2015; Aziz, 2020). Pada ruang lingkup perusahaan. jaringan internet sangat penting dan dibutuhkan untuk mengelola serta menunjang kebutuhan sebuah perusahaan. Dengan adanya jaringan internet yang memadai maka proses perputaran data menjadi lebih mudah dan semakin luas (Sidqi et al., 2021). Begitu juga yang terjadi di PT. Muaratoyu Subur Lestari, sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pengelolaan minyak kelapa sawit yang terletak di salah satu daerah terpencil di Desa Labangka, Kecamatan Babulu, Kabupaten Penajam Paser Utara, menjadikan fasilitas internet merupakan bagian penting dari perusahaan untuk menunjang pekerjaan, saling bertukar data dan informasi dengan para karyawan. Akan tetapi fasilitas internet seringkali disalahgunakan pemakainnya menyebabkan padatnya *traffic* pada jalur internet (Cahyadi & ST, 2022; Soetrisno et al., 2024).

Belum adanya pengelolaan *bandwidth* yang optimal di PT. Muaratoyu Subur Lestari mengakibatkan penggunaan dari jaringan internet menjadi terhambat, tidak stabil, pekerjaan terganggu dan kinerja para karyawan serta jajaran staff tidak optimal. Selain itu dapat mengganggu aplikasi perusahaan seperti “Gudangku” dan aplikasi laporan menjadi terhambat dalam pengirimannya. Para atasan perusahaan seperti manager, KTU dan admin lainnya pun terhambat dalam membuat laporan harian. Untuk mengatasi masalah dan meningkatkan kinerja PT. Muaratoyu Subur Lestari, maka diperlukan

optimalisasi *bandwidth*. Dengan dilakukan manajemen *bandwidth*, pengguna internet dapat menggunakan secara optimal dan mendapatkan kinerja jaringan yang baik, serta tidak ada lagi karyawan dan staff berserta jajaran perusahaan yang kelebihan maupun kekurangan jaringan internet (Ferdiansyah et al,, 2020).

Salah satu teknik manajemen *bandwidth* yaitu menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Dengan metode HTB pembagian *bandwidth* dilakukan secara hierarki yang dibagi-bagi ke dalam kelas. Kelebihan metode HTB adalah memberikan fasilitas pembatasan *traffic* pada tiap level dengan prioritas masing-masing sehingga *bandwidth* yang tidak dipakai oleh level yang tinggi dapat digunakan atau dipinjam oleh level yang lebih rendah (Siswanto *et al.*, 2023). Penerapan manajemen *bandwidth* dilakukan untuk meningkatkan nilai kualitas jaringan dengan menggunakan parameter-parameter *Quality of Service* (QoS) yang diharapkan dapat menyelesaikan masalah pemakaian *bandwidth* yang *over capacity,* agar setiap *user* yang menggunakan jaringan yang sama dapat merasakan stabilitas kualitas internet.

Parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas layanan jaringan meliputi *bandwidth, throughput, latency/delay,* dan *packet loss.* untuk menentukan kapasitas maksimum dalam satu waktu atau *real time*. Parameter QoS sangat dibutuhkan untuk mengetahui *bandwidth* yang sesuai untuk digunakan (Ardhana & Mulyodiputro, 2023).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai analisis manajemen *bandwidth* di SMK Negeri 22 Jakarta dengan menggunakan metode HTB *queue tree*. Berdasarkan penelitian tersebut maka didapatkan hasil kualitas layanan internet meningkat dibandingkan jika tidak menggunakan metode HTB (sidqi et al., 2021) Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan di SMK Muhammadiyah Karangampel pada tahun 2021, manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB memberikan pelayanan jaringan lebih optimal, membuktikan manajemen *bandwidth* dapat membantu optimalisasi koneksi internet (Wijaya *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis ingin menerapkan manajemen *bandwidth queue tree* dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan menganalisis kualitas layanan jaringan di PT. Muaratoyu Subur Lestari sehingga dapat menyelesaikan masalah jaringan yang terjadi dan semua *user* mendapatkan *bandwidth* secara merata dan sesuai kebutuhan pengguna. Untuk mendukung hasil analisis maka penelitian ini melibatkan survei tingkat kepuasan pengguna melalui kuesioner. Survei ini bertujuan untuk mengukur persepsi dan pengalaman pengguna terhadap kualitas layanan jaringan setelah penerapan metode HTB, sehingga hasil penelitian ini dapat

mencerminkan tingkat kepuasan pengguna secara langsung.

B. Metode Penelitian

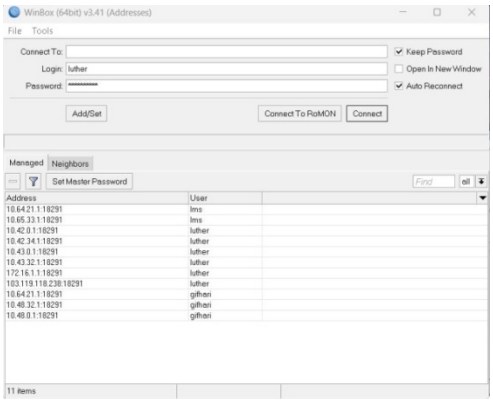
Pada penelitian ini, objek yang akan diteliti adalah kualitas layanan jaringan internet di PT. Muaratoyu Subur Lestari dengan manajemen *bandwidth queue tree* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket (HTB).* Perusahaan tersebut bergerak di bidang mengelolaan minyak kelapa sawit yang terletak di Desa Labangka, Kecamatan Babulu, Kabupaten Penajam Paser Utara. PT. Muaratoyu Subur Lestari dipilih sebagai lokasi penelitian dikarenakan pada perusahaan ini belum melakukan pembagian manajemen *bandwidth* sehingga penggunaan dari jaringan internet sering terhambat dan tidak stabil, pekerjaan terganggu dan kinerja para karyawan tidak optimal. Untuk itu diperlukan analisis kualitas layanan jaringan agar pengguna internet mendapatkan layanan yang baik dan merata sesuai dengan prioritas pengguna (Siswanto *et al.*, 2023). Penelitian ini membutuhkan berbagai alat dan bahan, termasuk perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*hardware*), dan data informasi jaringan selama proses penelitian. Perangkat lunak digunakan untuk menganalisis jaringan *bandwidth* dan melakukan pengukuran jaringan, sementara perangkat keras sebagai pengelola jaringan dan menjalankan berbagai fitur di dalamnya. Adapun tahap penelitian yaitu mauli, studi literatur, observasi lapangan, identifikasi masalah, pengumpulan data, penerapan manajemen bandwith, pengujian dan pengambilan data, pengukuran nilai bandwith, hasil dan evaluasi, analisis dan pembahasan dan selesai.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil

Konfigurasi *router* mikrotik menggunakan RB750Gr3 dan pada sistem pengaksesan akan menggunakan *Winbox* karena mudah dipahami dan diaplikasikan. Adapun cara pengaksesannya adalah sebagai berikut:

1. Buka aplikasi *Winbox,* klik MAC *Address* yang terlihat pada *list address*, kemudian klik *connect* untuk terkoneksi ke mikrotik.



Gambar 1. *Interface Winbox*

Gambar 1 memperlihatkan beberapa daftar IP yang digunakan pada mikrotik. Selanjutnya memilih IP yang akan digunakan dalam konfigurasi mikrotik.

2. *Winbox* akan melakukan koneksi ke mikrotik

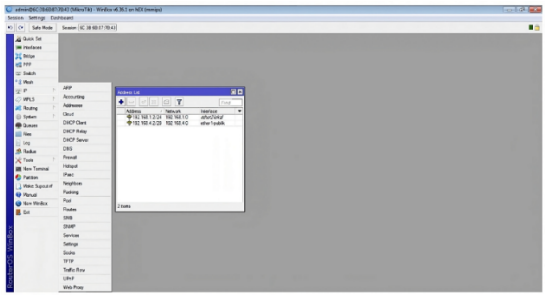


Gambar 2. *Interface* Mikrotik pada *Winbox*

Gambar 2 memperlihatkan tampilan awal (*Interface*) mikrotik pada *Winbox*, dimana tahap selanjutkan akan melakukan kofigurasi penambahan IP *address.*

3. Menambahkan IP *Address*

Penambahkan IP *Address* dengan cara klik IP➔*Address* ➔ klik tanda (+) lalu isi *address*, *network* dan pilih *interface*.



Gambar 3. Konfigurasi IP Address

Gambar 3 memperlihatkan tahapan melakukan penambahan IP *Address* pada mikrotik. Adapun IP yang digunakan sebagai berikut:

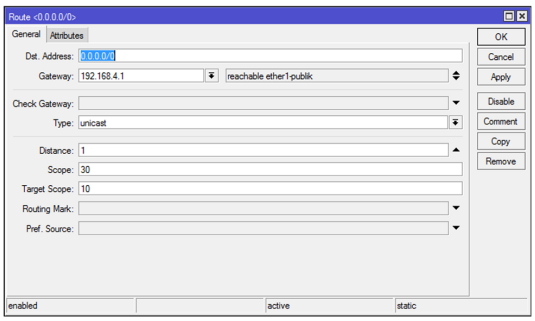
Tabel 1. IP *Address*

Interface	*Address*	*Network*
Ether1-publik	192.168.4.2/29	192.168.4.0
Ether2-lokal	192.168.1.2/24	192.168.1.0

4. Memasukkan *Gateway*

Tahap selanjutnya membuka menu IP ➔ Routes kemudian klik tanda

(+) isi *gateway* dari modem yaitu 192.168.4.1. Untuk konfigurasinya dapat dilihat pada Gambar 4.



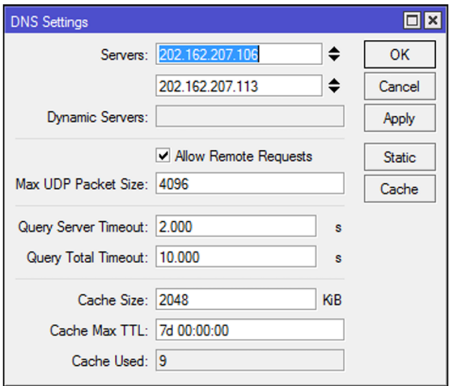
Gambar 4. Konfigurasi *Gateway*

Gambar 4 menampilkan konfigurasi *gateway*, yang mana fungsi *gateway* adalah untuk menjadikan mikrotik sebagai jalan keluar untuk mengakses internet. Setiap komputer yang akan mengakses internet akan melalui *router* mikrotik tersebut.

5. Konfigurasi *Domain Name System* (DNS)

Tahap selanjutnya membuka IP ➔ DNS *settings*, isi servers dengan IP 202.162.207.106 dan 202.162.207.113. Agar semua komputer *client* dalam LAN bisa lebih cepat dalam mengakses *browsing* internet, maka *router* mikrotik perlu melakukan set agar bisa menyimpan *cache* DNS. Sehingga setiap komputer *client browsing* tidak perlu mengambil informasi dari server ISP, namun langsung mengambil informasi yang ada dalam server DNS *Router* Mikrotik. Untuk

kofigurasinya dapat dilihat pada Gambar 5.

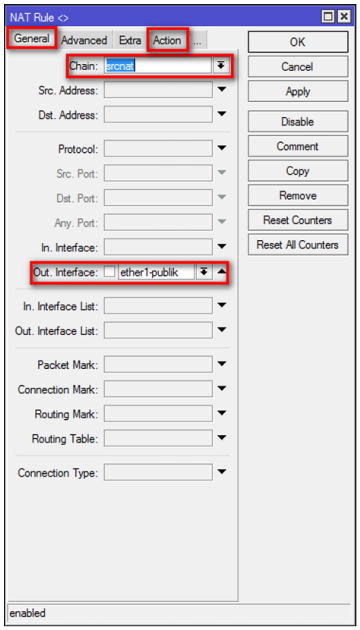


Gambar 5. Konfigurasi DNS

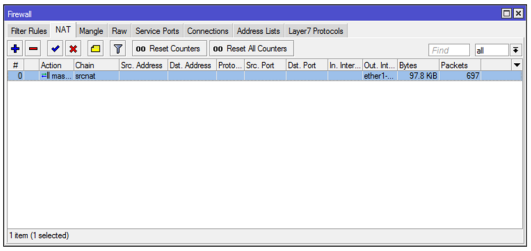
Gambar 5 menampilkan konfigurasi DNS yang berfungsi sebagai mengarahkan paket menuju *router* untuk diterjemahkan menuju DNS primer dan sekunder yang berada pada ruangan kerja kantor PT. Muaratoyu Subur Lestari. Perintah *allow-remote-request* = *yes* digunakan agar *client* bisa menggunakan alamat IP *gateway local* untuk digunakan sebagai DNS yang mana nantinya akan tetap diarahkan menuju alamat DNS primer atau sekunder.

6. Konfigurasi *Masquerade*

Buka menu IP ➔ *Firewall* ➔ pilih NAT ➔ klik tanda (+) pada *tab general*, pilih chain isi dengan *srcnat, out interface* pilih ether1-publik, kemudian klik *tab action*, pilih *action* = *masquerade.* Tahapan dapat dilihat pada Gambar 6.



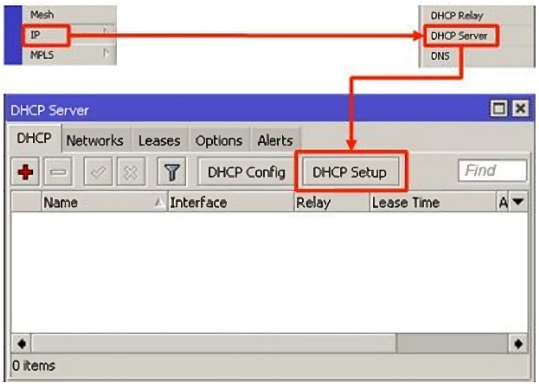
Gambar 6. Konfigurasi *Masquerade*



Gambar 7. Hasil Konfigurasi Masquerade

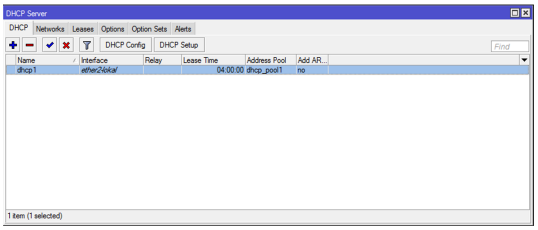
7. Konfigurasi *Dynamic Host Configuration Protocol Server* (DHCP *Server)*

DHCP *Server* sangat tepat dilakukan pada jaringan yang memiliki *user* yang bersifat dinamis, dengan jumlah *client* yang tidak tetap atau selalu berubah pada ruang kerja. Konfigurasi DHCP *Server* dapat dilakukan pada menu IP ➔ DHCP *server* ➔ Klik DHCP *setup*. Konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Konfigurasi DHCP *Server*

Gambar 8 melakukan konfigurasi dengan menekan tombol DHCP Setup, *wizard* DHCP akan mengarahkan untuk melakukan *setting*. Langkah pertama adalah memilih pada *interface* mana DHCP *Server* yang aktif. Pada kasus ini DHCP *server* diaktifkan pada ether2-lokal. Selanjutnya menentukan DHCP *address space*, karena IP *address* yang digunakan adalah 192.168.1.1/24 maka secara otomatis *wizard* akan menawarkan DHCP *address space* 192.168.1.0/24. Selanjutnya menentukan IP *gateway* untuk DHCP, IP *gateway* yang digunakan adalah IP 192.168.1.1. Fungsi IP *gateway* adalah untuk menjembatani antara jaringan LAN dan mikrotik. Kemudian tentukan DHCP IP *address range*, karena jumlah *user* di ruangan kerja kurang lebih 50 *user,* maka IP *address range* yang dibuat adalah 192.168.1.2 – 192.168.1.51. Kemudian menentukan IP *address* DNS *server*, IP DNS yang digunakan adalah 202.162.207.106 dan 202.162.207.113. Langkah terakhir tentukan *lease time*. *Lease time* adalah lama waktu yang diberikan kepada *client* untuk menggunakan IP *address* otomatis dari DHCP *server* mikrotik.



Gambar 9. Hasil Konfigurasi DHCP *Server*

Konfigurasi Manajemen *Bandwidth*

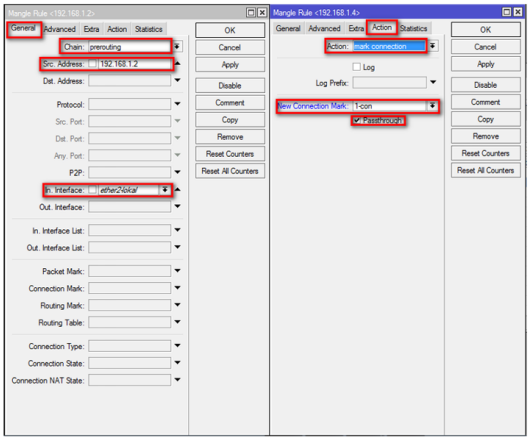
1. Konfigurasi *Mangle*

Setelah berhasil melakukan konfigurasi mikrotik, langkah berikutnya adalah melakukan konfigurasi pada manajemen *bandwidth queue tree* dengan metode HTB. Sebelum membagi *bandwidth* pada *router* mikrotik, maka harus menggunakan *mangle* (istilah pada *router)* untuk menandai aliran paket agar paket tersebut dapat dikenali oleh *queue tree*. *Mangle* berfunsi sebagai pembelah IP *traffic* dan memberikan tanda (*mark*) pada suatu IP *traffic* yang nantinya akan diproses sesuai kebutuhan jaringan.

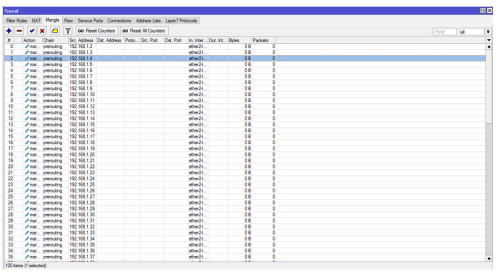
Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan konfigurasi *marking packet* pada *firewall mangle*. Konfigurasi akan diawali dengan melakukan *marking connection* pada *chain prerouting* yang berfungsi untuk menangkap koneksi yang dibuat oleh *client*. Setelah konfigurasi *marking connection* selesai, maka tahap selanjutnya melakukan konfigurasi *marking packet*.

a. *Marking Connection*

Pada tahap ini melakukan *marking connection* dengan membuka menu IP ➔ *Firewall* ➔ *Mangle* ➔ klik tanda (+) pada *tab general*, pilih *chain = prerouting, src. Address* = 192. 168.1.2, *in. Interface* = ether2-lokal. Kemudian *tab action* pilih *action = mark connection, new connection mark* = 1 -con dan ceklis *passthrough. Passthrough = yes* berfungsi agar *packet* yang sudah dikonfigurasi pada *marking connection*, masih dapat di *marking* oleh konfigurasi *marking packet* lainnya. Untuk konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 10.



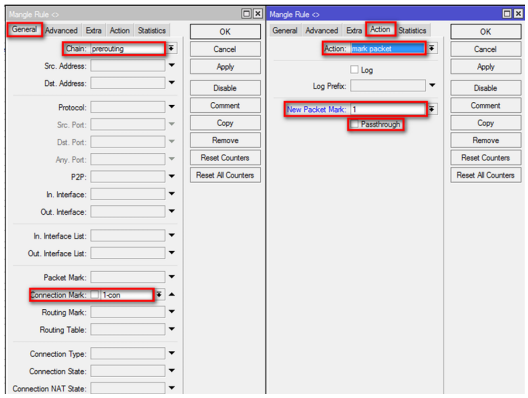
Gambar 10. Konfigurasi *Marking Connection*



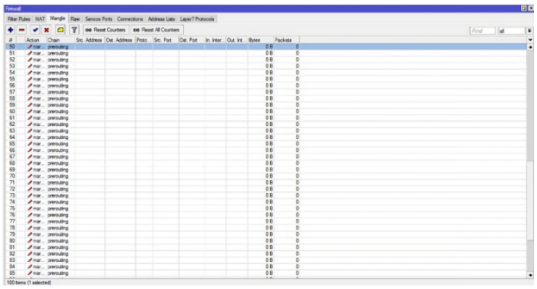
Gambar 11. Hasil Konfigurasi *Marking Connection*

2. Marking Packet

Setelah melakukan konfigurasi *marking connection* maka tahap selanjutnya membuat konfigurasi *marking packet*. Dalam konfigurasi harus sama dengan konfigurasi *marking connection* sebelumnya, dimana harus menggunakan parameter *connection-mark* =1-con. Konfigurasi *marking packet* dapat dilakukan dengan membuka menu IP ➔ *firewall* ➔ *Mangle* ➔ klik tanda (+) pada *tab general*, pilih *chain = prerouting connection mark* = 1-con. Pada *tab action* pilih *action = mark packet*, *new packet mark = 1*, *passthrough = no*, agar *packet* yang sudah di *marking* oleh konfigurasi *marking packet* tidak dapat melakukan proses konfigurasi yang lain. Untuk konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Konfigurasi *Marking Packet*



Gambar 13. Hasil Konfigurasi *Marking Connection*

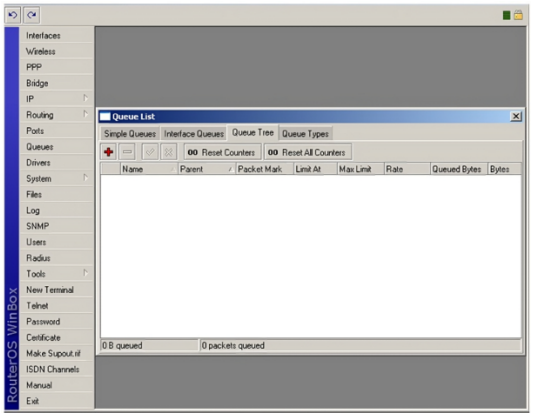
3. Konfigurasi HTB

Konfigurasi HTB menggunakan *queue* dengan jenis *queue tree*,

dimana konfigurasi *queue tree* memiliki kesamaan dalam penggunakan parameter *priority* dan parameter *burst* dengan *simple queue*. *Queue tree* adalah konfigurasi yang bersifat *oneway* (satu arah), Konfigurasi *queue* hanya mampu melakukan *queue* terhadap satu arah jenis *traffic*. Jika sebuah konfigurasi *queue* pada *queue tree* ditujukan untuk melakukan *queue* terhadap *bandwidth download*, maka konfigurasi tidak akan melakukan *queue* untuk *upload*, demikian sebaliknya. Sehingga untuk melakukan *queue* terhadap *traffic upload* dan *download* harus dibuat dua konfigurasi *queue*. Langkah yang harus dilakukan untuk konfigurasi HTB adalah membuat *inner queue* atau disebut *parent*. Karena *queue tree* bersifat *oneway* (satu arah) sehingga harus membuat 2 konfigurasi untuk *traffic download* dan *upload*.

a. Konfigurasi *Traffic Download*

Pada langkah ini membuat *inner queue traffic download* dengan membuka menu *Queue*, pilih *queue tree*, kemudian klik tanda (+).

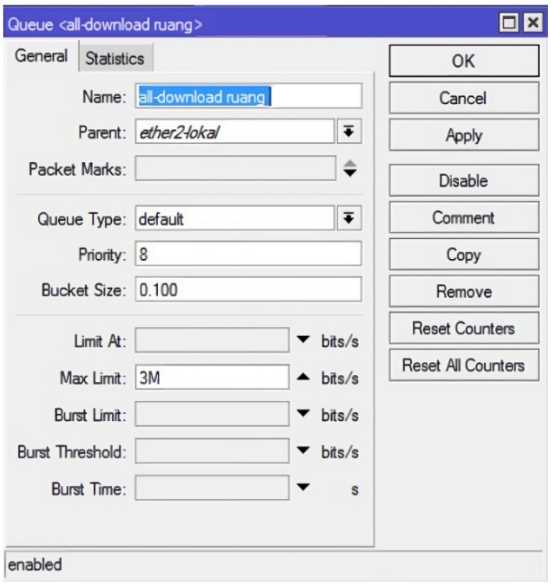


Gambar 14. Hasil Konfigurasi *Queue Tree* dengan Metode HTB

Membuat rule dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 2. Konfigurasi *Parent Queue Traffic Download*

Name	All-download ruang
Parent	Ether2-lokal
Queue type	default
Priority	8
Bucket size	0.100
Max limit	3M
Klik	Apply ➔ OK



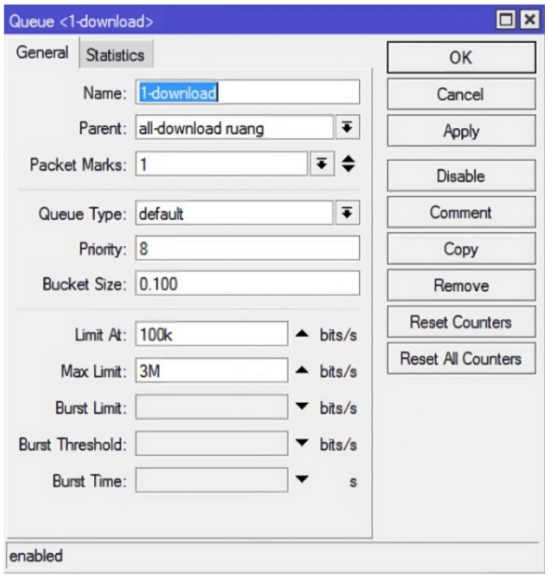
Gambar 15. Hasil Konfigurasi *Parent Queue Traffic Download*

Setelah membuat *inner queue* atau *parent* untuk *traffic download*, selanjutnya membuat *child queue* untuk *traffic download.* Tahap melakukan konfigurasi *child queue* adalah membuka menu *queue*, pilih *queue tree*, kemudian klik tanda (+). Selanjutnya membuat rule dengan parameter sebagai berikut.

Tabel 3. Konfigurasi *Child Queue Traffic Download*

Name	1-download
Parent	All-download ruang
Packet Marks	1
Queue type	default

Priority	8
Bucket size	0.100
Limit at	100k
Max limit	3M
Klik	Apply ➔ OK



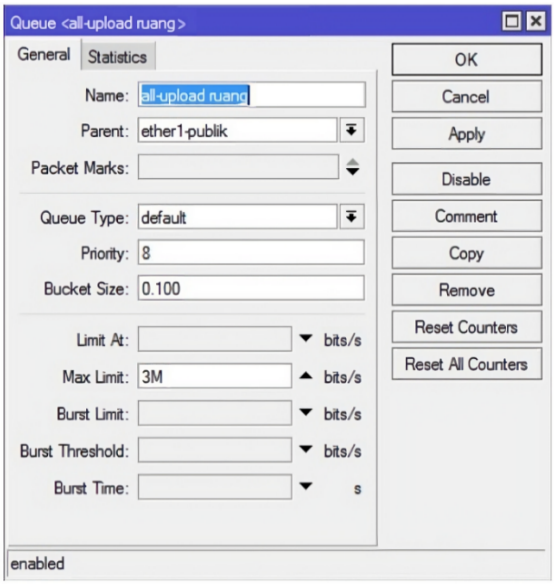
Gambar 16. Konfigurasi *Child Queue Traffic Download*

b. Konfigurasi *Traffic Upload*

Pada tahap ini membuat *inner queue traffic upload* dengan membuka menu *Queue*, pilih *queue tree*, kemudian klik tanda (+). Selanjutnnya membuat rule dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 4. Konfigurasi *Parent Queue Traffic Upload*

Name	All-download ruang
Parent	Ether1-publik
Queue type	default
Priority	8
Bucket size	0.100
Max limit	3M
Klik	Apply ➔OK

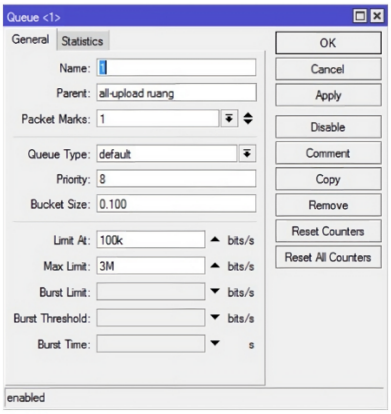


Gambar 17. Konfigurasi *Parent Queue Traffic Upload*

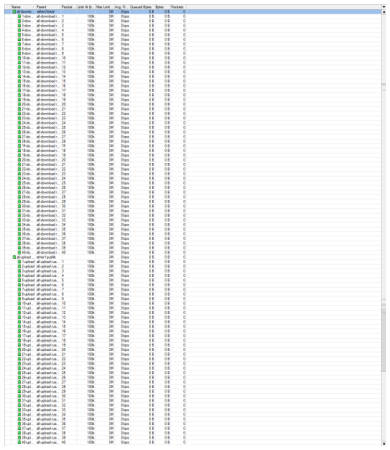
Setelah membuat *inner queue* atau *parent* untuk *traffic upload*, tahap selanjutnya adalah melakukan konfigurasi *child queue* dengan membuka menu *Queue,* pilih *queue tree*, kemudian klik tanda (+). Selanjutnya membuat rule dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 5. Konfigurasi *Child Queue Traffic Upload*

Name	1
Parent	All-download ruang
Packet Marks	1
Queue type	default
Priority	8
Bucket size	0.100
Limit at	100k
Max limit	3 M
Klik	Apply ➔ OK



Gambar 18. Konfigurasi *Child Queue Traffic Upload*



Gambar 19. Hasil Akhir Konfigurasi *Queue Tree* dengan Metode HTB

Pembahasan

1. Pengukuran Parameter Kualitas Jaringan Sebelum Managemen *Bandwidth*

Berikut merupakan hasil pengukuran parameter kualitas jaringan yang terdiri dari pengukuran *throughput, delay* dan *packet loss* yang dilakukan sebelum menerapkan manajemen *bandwidth* dengan metode HTB. Data sebelum manajemen *bandwidth* tertera pada Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

a. Pengukuran *Throughput*

Tabel 6. Hasil Pengukuran *Throughput* Sebelum Manajemen *Bandwidth*

Hari / Tanggal	Perangkat Pengukuran	*Throughput* (b/s)		
		Min	Max	Avg
Kamis, 29 Agustus 2024	www.cnn.com	41.367	357.329	302.054
	www.instagram.com	20.346	362.972	295.861
	www.youtube.com	16.952	366.084	299.673
Jum'at, 30 Agustus 2024	www.cnn.com	15.965	362.986	302.649
	www.instagram.com	29.158	364.903	308.721
	www.youtube.com	31.487	363.945	311.678
Sabtu, 31 Agustus 2024	www.cnn.com	16.980	369.702	296.045
	www.instagram.com	15.840	368.672	299.573
	www.youtube.com	16.573	369.056	303.561
Senin, 2 September 2024	www.cnn.com	15.905	359.785	293.091
	www.instagram.com	20.583	364.794	296.595
	www.youtube.com	16.582	360.756	268.562

Senin, 3 September 2024	www.cnn.com	12.564	366.784	272.560
	www.instagram.com	10.467	369.468	289.352
	www.youtube.com	8.346	374.654	280.145

b. Pengukuran *Delay*

Tabel 7. Hasil Pengukuran *Delay* Sebelum Manajemen *Bandwidth*

Hari / Tanggal	Perangkat Pengukuran	*Response Time* (ms)				
		Last	Avg	Min	Max	Sent
Kamis, 29 Agustus 2024	www.cnn.com	213	210	189	897	1.000
	www.instagram.com	132	150	187	868	1.000
	www.youtube.com	189	193	188	759	1.000
Jum'at, 30 Agustus 2024	www.cnn.com	159	241	189	894	1.034
	www.instagram.com	108	160	187	850	1.034
	www.youtube.com	190	198	186	795	1.034
Sabtu, 31 Agustus 2024	www.cnn.com	69	64	75	983	1.112
	www.instagram.com	140	175	76	438	1.112
	www.youtube.com	85	106	75	879	1.112
Senin, 2 Septermber 2024	www.cnn.com	272	264	283	472	1.056
	www.instagram.com	88	120	284	393	1.056
	www.youtube.com	292	298	285	758	1.056
Senin, 3 Septermber 2024	www.cnn.com	74	83	96	869	1.265
	www.instagram.com	139	169	98	847	1.265
	www.youtube.com	165	186	97	895	1.265

c. Pengukuran *Packet Loss*

Tabel 8. Hasil Pengukuran *Packet Loss* Sebelum Manajemen *Bandwidth*

Hari / Tanggal	Perangkat Pengukuran	*Packet*		
		Sent	*Loss*	*Loss%*
Kamis, 29 Agustus 2024	www.cnn.com	1.012	110	11
	www.instagram.com	1.012	125	12
	www.youtube.com	1.012	136	13
Jum'at, 30 Agustus 2024	www.cnn.com	1.137	175	15
	www.instagram.com	1.137	171	15
	www.youtube.com	1.137	173	15
Sabtu, 31 Agustus 2024	www.cnn.com	1.285	230	18
	www.instagram.com	1.285	238	19
	www.youtube.com	1.285	235	18
Senin, 2 Septermber 2024	www.cnn.com	1.246	115	9
	www.instagram.com	1.246	120	10
	www.youtube.com	1.246	125	10
Senin, 3 September 2024	www.cnn.com	1.188	112	9
	www.instagram.com	1.188	118	10

	www.youtube.com	1.188	120	11

2. Pengukuran Parameter Kualitas Jaringan Setelah Managemen *Bandwidth*

a. Pengukuran *Bandwidth*

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada jaringan *hotspot* ruang kerja, didapatkan hasil *bandwidth* dalam *kilobit per second* (Kbps) seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Hasil Pengukuran *Bandwidth*

Hari/Tanggal	*Bandwidth* (Kbps)	Kapasitas *Bandwidth* (Kbps)	Minimal *Bandwidth / User* (Kbps)
Selasa, 29 Oktober 2024	2.950	3.000	100
Rabu, 30 Oktober 2024	2.520	3.000	100
Kamis, 31 Oktober 2024	1.990	3.000	100
Jumat, 1 November2024	2.040	3.000	100
Sabtu, 2 November 2024	2.240	3.000	100
Total Rata-rata *Bandwidth*	**2.348**	**3.000**	**100**

b. Pengukuran *Throughput*

Berdasarkan pengukuran *throughput* yang dilakukan dengan menggunakan *software axence net tools* pada jaringan *hotspot* ruang kerja, didapatkan hasil *throughput* dalam *bit per second* (bps) yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengukuran *Throughput* Setelah Manajemen *Bandwidth*

Hari / Tanggal	Perangkat Pengukuran	*Throughput* (bit/s)		
		Min	Max	Avg
Selasa, 29 Oktober 2024	www.cnn.com	42.928	366.368	303.367
	www.instagram.com	21.472	365.136	297.623
	www.youtube.com	17.016	366.424	300.873
Rabu, 30 Oktober 2024	www.cnn.com	16.704	363.104	304.301
	www.instagram.com	30.888	365.952	309.309
	www.youtube.com	31.968	364.768	312.914
Kamis, 31 Oktober 2024	www.cnn.com	17.120	370.968	297.161
	www.instagram.com	16.808	369.184	300.369
	www.youtube.com	17.368	370.512	304.966
Jumat, 1 November 2024	www.cnn.com	16.512	360.008	294.166
	www.instagram.com	21.472	365.136	297.623
	www.youtube.com	17.112	361.744	269.459
Sabtu, 2 November 2024	www.cnn.com	13.336	367.592	273.294
	www.instagram.com	11.696	371.816	291.985
	www.youtube.com	8.272	365.328	250.145

c. Pengukuran *Delay*

Berdasarkan pengukuran *delay* menggunakan *software axence net*

tools yang dilakukan pada jaringan *hotspot* ruang kerja, mendapatkan hasil *delay* dalam *mili second* (ms). Dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah.

Tabel 11. Hasil Pengukuran *Delay* Setelah Manajemen *Bandwidth*

Hari / Tanggal	Perangkat Pengukuran	Response Time (ms)				
		Last	Avg	Min	Max	Sent
Selasa, 29 Oktober 2024	www.cnn.com	53	69	43	688	1.066
	www.instagram.com	46	72	43	872	1.066
	www.youtube.com	47	82	43	993	1.066
Rabu, 30 Oktober 2024	www.cnn.com	45	68	43	990	1.122
	www.instagram.com	45	69	42	970	1.122
	www.youtube.com	44	72	43	984	1.122
Kamis, 31 Oktober 2024	www.cnn.com	44	60	44	778	1.450
	www.instagram.com	59	60	43	746	1.449
	www.youtube.com	68	62	43	992	1.448
Jumat, 1 November 2024	www.cnn.com	108	53	44	308	1.210
	www.instagram.com	82	53	43	728	1.210
	www.youtube.com	59	54	43	712	1.210
Sabtu, 2 November 2024	www.cnn.com	48	54	43	739	1.398
	www.instagram.com	44	53	43	714	1.398
	www.youtube.com	44	53	43	981	1.398

d. Pengukuran *Packet Loss*

Berdasarkan pengukuran *packet loss* menggunakan *software axence net tools* yang dilakukan pada jaringan ruang kerja. Didapatkan hasil *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengukuran *Packet Loss* Setelah Manajemen *Bandwidth*

Hari / Tanggal	Perangkat Pengukuran	*Packets Loss*		
		Sent	*Loss*	*Loss%*
Selasa, 29 Oktober 2024	www.cnn.com	1.066	20	2
	www.instagram.com	1.066	23	2
	www.youtube.com	1.066	13	1
Rabu, 30 Oktober 2024	www.cnn.com	1.122	15	1
	www.instagram.com	1.122	16	1
	www.youtube.com	1.122	13	1
Kamis, 31 Oktober 2024	www.cnn.com	1.450	10	1
	www.instagram.com	1.449	11	1
	www.youtube.com	1.448	13	1
Jumat, 1 November 2024	www.cnn.com	1.210	2	0
	www.instagram.com	1.210	4	0
	www.youtube.com	1.210	4	0
Sabtu, 2 Septermber 2024	www.cnn.com	1.398	6	0
	www.instagram.com	1.398	3	0
	www.youtube.com	1.397	5	0

3. Analisis Data Penelitian

Setelah mengkonfigurasi manajemen *bandwidth queue tree* dengan metode HTB, maka didapatkan hasil dari pengukuran pada jaringan *hotspot* ruang kerja pada parameter kualitas layanan yang terdiri dari *bandwidth, throughput, packet loss* dan *delay*. Data hasil penelitian ini akan di analisis untuk mengetahuai kualitas layanan jaringan setelah menggunakan metode HTB dengan menerapkan manajemen *bandwidth*.

a. *Throughput*

Tabel 13. Hasil Pengukuran Rata-Rata *Throughput*

Nama Perangkat	Server Tujuan	*Bandwidth* Tersedia (Kbps)	Rata-Rata *Throughput*	Presentase (%)
Ruang	www.cnn.com	3000	294.457	9.815
	www.instagram.com	3000	299.381	9.979
	www.youtube.com	3000	287.671	9.589

Tabel 13 menunjukkan bahwa *bandwidth* yang tersedia setiap pengujian sama besar yaitu 3.000 Kbps. Rata-rata *throughput* didapatkan dari total penjumlahan nilai *throughput* selama lima hari pengukuran dibagi jumlah data. Didapatkan rata-rata *throughput* www.cnn.com sebesar 294.457 Kbps, www.instagram.com sebesar 299.381 Kbps, dan www.youtube.com sebesar 287.671 Kbps. Nilai rata-rata *throughput* menunjukkan kualitas koneksi aktual yang diterima saat melakukan pengujian server tujuan.

Sedangkan persentase dihitung dengan membagi rata-rata *throughput* dengan *bandwidth* yang tersedia dikali 100%, dengan hasil www.cnn.com sebesar 9.815%, www.instagram.com sebesar 9.979% dan www.youtube.com sebesar 9.589%.

Semua hasil pengukuran menunjukkan bahwa hanya sekitar 9-10% dari *bandwidth* tersedia yang dapat digunakan untuk *throughput* aktual. Berdasarkan kategori TIPHON, maka pengukuran *throughput* masuk dalam kategori buruk (<25%). Hal tersebut dapat disebabkan oleh banyak hal seperti *overhead* jaringan, kondisi jaringan, server tujuan, maupun durasi pengujian.

b. *Delay*

Tabel 14. Hasil Pengukuran Rata-Rata *Delay*

Perangkat Pengukuran Ruang Kerja	Rata - Rata *Delay* (ms)	TIPHON
www.cnn.com	60,8	Sangat Bagus
www.instagram.com	61,4	Sangat Bagus
www.youtube.com	64,6	Sangat Bagus

Tabel 14 menunjukkan bahwa rata-rata *delay* didapatkan dari total penjumlahan nilai *average* selama lima hari pengukuran dibagi jumlah data. Didapatkan rata-rata *delay* *www.cnn.com* sebesar 60,8 ms,

www.instagram.com sebesar 61,4 ms, dan www.youtube.com sebesar 64,6 ms. Nilai rata-rata *delay* pada ketiga server menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Perbedaan yang tidak signifikan antar server menunjukkan bahwa jaringan yang digunakan memiliki stabilitas tinggi dan konsisten dalam pengiriman data.

Berdasarkan kategori TIPHON, seluruh hasil rata-rata *delay* ini masuk kategori sangat bagus (<150ms). Secara umum nilai *delay* memenuhi kriteria kualitas jaringan ideal untuk *browsing, streaming* dan komunikasi data. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan infrastruktur jaringan, kualitas koneksi jaringan, beban *traffic* jaringan maupun kapasitas dan kecepatan server.

c. *Packet Loss*

Tabel 15. Hasil Pengukuran Rata-Rata *Packet Loss*

Perangkat Pengukuran Ruang Kerja	Rata-Rata			TIPHON
	Sent	*Loss*	*%Loss*	
www.cnn.com	1.249	10,60	0,84	Sangat Bagus
www.instagram.com	1.249	11,4	0,91	Sangat Bagus
www.youtube.com	1.248	9,6	0,77	Sangat Bagus

Tabel 15 menunjukkan bahwa rata-rata *packet loss* didapatkan dari total penjumlahan nilai *sent* dan *loss* selama lima hari pengukuran dibagi jumlah data. Didapatkan rata-rata *sent* www.cnn.com sebesar 1.249 dan *loss* 10,60, www.instagram.com *sent* sebesar 1.249 dan *loss* sebesar 11,4, sedangkan www.youtube.com didapatkan sent sebesar 1.248 dan loss 9,6. Pada persentase *loss* dihitung dengan membagi nilai *loss* dengan *send* dikali 100%, dengan hasil www.cnn.com sebesar 0,84%, www.instagram.com sebesar 0,91% dan www.youtube.com sebesar 0,77%.

Berdasarkan kategori TIPHON, semua hasil *packet loss* masuk kategori sangat bagus dimana menunjukkan koneksi jaringan yang stabil dan berkualitas tinggi dengan tingkat kehilangan data yang minimal dalam mengirimkan data ke server tujuan.

3. Analisis Kualitas Layanan Jaringan Manajemen *Bandwidth* dengan Metode HTB

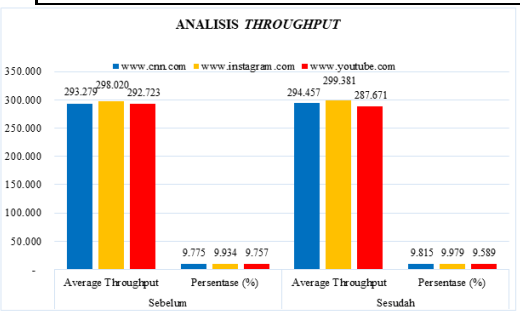
Tabel 16. Kualitas Jaringan Sebelum Manajemen *Bandwidth* dengan Metode HTB

Web	*Average Throughput*	*Persentase (%)*	Predikat TIPHON	Nilai
www.cnn.com	293.279	9.775	Buruk	1
www.instagram.com	298.020	9.934	Buruk	1
www.youtube.com	292.723	9.757	Buruk	1

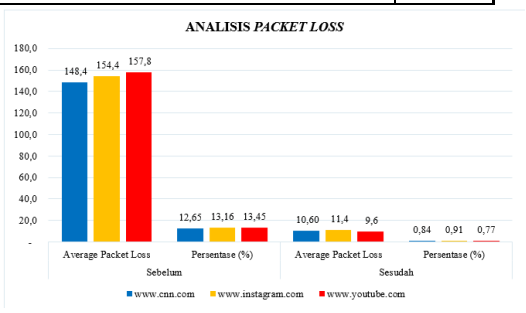
Web	*Average Packet Loss*	*Persentase (%)*	Predikat TIPHON	Nilai
www.cnn.com	148,4	3,0	Bagus	3
www.instagram.com	154,4	3,0	Bagus	3
www.youtube.com	157,8	3,0	Bagus	3
Web	***Average Delay***		**Predikat TIPHON**	**Nilai**
www.cnn.com	172,4		Bagus	3
www.instagram.com	154,8		Bagus	3
www.youtube.com	196,2		Bagus	3
Hasil Penjumlahan				**21**
Dibagi jumlah parameter yang diukur (9)				**2,3**

Tabel 17. Kualitas Jaringan Setelah Manajemen *Bandwidth* Dengan Metode HTB

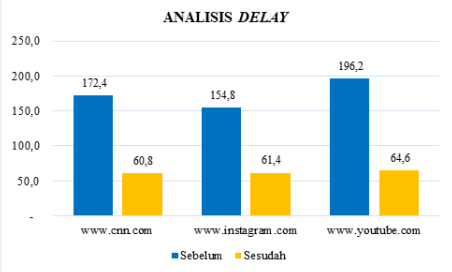
Web	*Average Throughput*	*Persentase (%)*	Predikat TIPHON	Nilai
www.cnn.com	294.457	9.815	Buruk	1
www.instagram.com	299.381	9.979	Buruk	1
www.youtube.com	287.671	9.589	Buruk	1
Web	***Average Packet Loss***	***Persentase (%)***	**Predikat TIPHON**	**Nilai**
www.cnn.com	10,60	0,84	Sangat Bagus	4
www.instagram.com	11,4	0,91	Sangat Bagus	4
www.youtube.com	9,6	0,77	Sangat Bagus	4
Web	***Average Delay* (ms)**		**Predikat TIPHON**	**Nilai**
www.cnn.com	60,8		Sangat Bagus	4
www.instagram.com	61,4		Sangat Bagus	4
www.youtube.com	64,6		Sangat Bagus	4
Hasil Penjumlahan				**27**
Dibagi jumlah parameter yang diukur (9)				**3**



Gambar 20. Grafik Perbandingan Data *Throughput* Sebelum dan Setelah Manajemen *Bandwidth* dengan Metode HTB



Gambar 21. Grafik Perbandingan Data *Packet Loss* Sebelum dan Setelah Manajemen *Bandwidth* dengan Metode HTB



Gambar 22. Grafik Perbandingan Data *Delay* Sebelum dan Setelah Manajemen *Bandwidth* dengan Metode HTB

Pada parameter *throughput* perangkat pengujian www.cnn.com mengalami peningkatan dari 9.775% menjadi 9.815%, perangkat pengujian www.instagram.com mengalami peningkatan dari 9.934% menjadi 9.979%, sedangkan pada perangkat pengujian www.youtube.com justru mengalami penurunan dari 9.757% menjadi 9.589%.

Pada parameter *packet loss* perangkat pengujian www.cnn.com mengalami penurunan dari 12,65% menjadi 0,84%, perangkat pengujian www.instagram.com mengalami penurunan dari 13,16% menjadi 0,91% dan pada perangkat pengujian www.youtube.com juga mengalami penurunan dari 13,45% menjadi 0,77%.

Pada parameter *delay* setelah menggunakan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode HTB pada perangkat pengujian www.cnn.com mengalami penurunan dari 172,4 ms menjadi 60,8 ms, perangkat pengujian www.instagram.com mengalami penurunan dari 154,8 ms menjadi 61,4 ms, dan perangkat pengujian www.youtube.com juga mengalami penurunan dari 196,2 ms menjadi 64,6 ms.

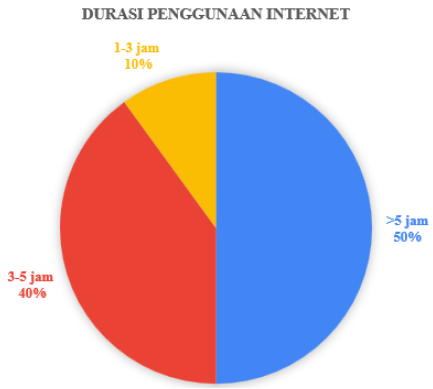
Berdasarkan pengukuran kualitas jaringan setelah manajemen *bandwidth* dengan metode HTB pada Tabel 17, hasil akhir dari seluruh parameter didapatkan indeks nilai sebesar 3. Nilai tersebut masuk dalam kategori “bagus” pada standar TIPHON. Berbeda dengan pengukuran kualitas jaringan sebelum manajemen pada Tabel 16 dengan indeks nilai sebesar 2,3 yang masuk dalam kategori “sedang”. Hal tersebut membuktikan bahwa kualitas jaringan setelah dilakukan manajemen *bandwidth* dengan metode HTB menjadi meningkat dan lebih baik.

5. Survei Kepuasan Penggunaan Layanan Jaringan *Setelah* Manajemen *Bandwidth*

Survei kepuasan penggunaan internet dilakukan untuk membuktikan keberhasilan dari penelitian ini terhadap manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) di PT. Muaratoyu Subur Lestari. Survei kepuasan dilakukan dengan menyebar kuesioner melalui *google form* kepada pengguna layanan jaringan di PT. Muaratoyu Subur Lestari.

Kuesioner terdiri 6 pertanyaan terkait tingkat kepuasan layanan jaringan dengan empat pilihan jawaban yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Kemudian data dikelola dengan menggunakan *Ms.Excel* dan didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Durasi Penggunaan Internet



Gambar 23. Grafik Durasi Penggunaan Internet

Pada Gambar 23 menunjukkan bahwa dari total 30 responden yang mengisi kuesioner, terdapat 15 orang (50%) menggunakan internet selama >5 jam, 12 orang (40%) selama 3-5 jam, dan 3 orang (10%) selama 1-3 jam.

2. Tingkat Kepuasan Akses Layanan Jaringan Internet

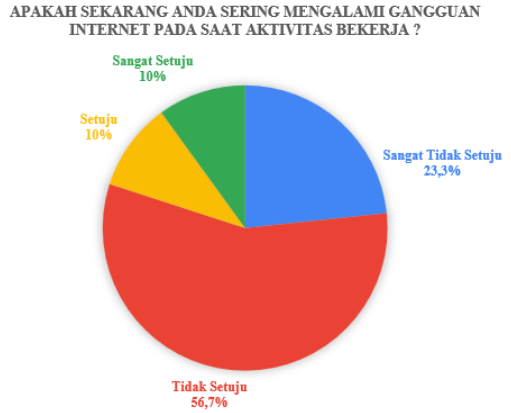
a. Apakah sekarang anda mudah mengakses layanan internet untuk kebutuhan pekerjaan ?



Gambar 24. Grafik Pertanyaan Pertama

Gambar 24 menunjukkan bahwa dari total 30 responden, terdapat 19 orang (63,3%) memilih sangat setuju, 9 orang (30%) memilih setuju, 1 orang (3,3%) memilih tidak setuju dan 1 orang (3,3%) memilih sangat tidak setuju. Hal tersebut membuktikan bahwa setelah dilakukan manajemen *bandwidth*, pengguna layanan internet menjadi mudah mengakses internet selama bekerja.

b. Apakah sekarang anda sering mengalami gangguan internet pada saat aktivitas bekerja ?



Gambar 25. Grafik Pertanyaan Kedua

Gambar 25 menunjukkan bahwa dari total 30 responden, terdapat 7 orang (23,3%) memilih sangat tidak setuju, 17 orang (56,7%) memilih tidak setuju, 3 orang (10%) memilih setuju dan 3 orang (10%) memilih sangat setuju. Hal ini menunjukkan bahwa setelah manajemen *bandwidth* mayoritas pengguna jaringan tidak mengalami gangguan internet saat aktivitas bekerja, namun masih terdapat beberapa pengguna yang mengalami gangguan internet. Hal tersebut dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti cuaca, jarak jangkuan pengguna terlalu jauh dari sumber internet atau kepadatan *traffic* pengguna.

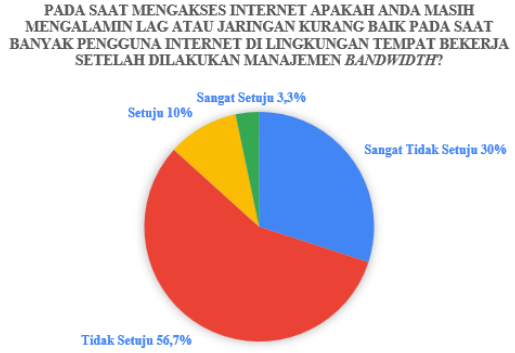
c. Apakah kualitas jaringan internet sekarang menjadi lebih baik dan stabil ?



Gambar 26. Grafik Pertanyaan Ketiga

Gambar 26 menunjukkan bahwa dari total 30 responden, terdapat 24 orang (80%) memilih sangat setuju, 6 0rang (20%) memilih setuju. Hal tersebut membuktikan bahwa setelah dilakukan manajemen *bandwidth,* seluruh responden mengakui kualitas jaringan internet menjadi lebih baik dan stabil.

d. Pada saat mengakses internet apakah anda masih mengalamin lag atau jaringan kurang baik pada saat banyak pengguna internet di lingkungan tempat bekerja setelah dilakukan manajemen *bandwidth*?



Gambar 27. Grafik Pertanyaan Keempat

Gambar 27 menunjukkan bahwa dari total 30 responden, terdapat 9 orang (30%) memilih sangat tidak setuju, 17 orang (56,7%) memilih tidak setuju, 3 orang (10%) memilih setuju, 1 orang (3,3%) memilih sangat setuju. Hal ini menunjukkan mayoritas pengguna mendapatkan kualitas jaringan yang baik tanpa adanya leg pada saat bekerja, namun beberapa pengguna masih merasa lag disebabkan karena jangkuan terlalu jauh dari internet dan faktor cuaca dapat mempengaruhi.

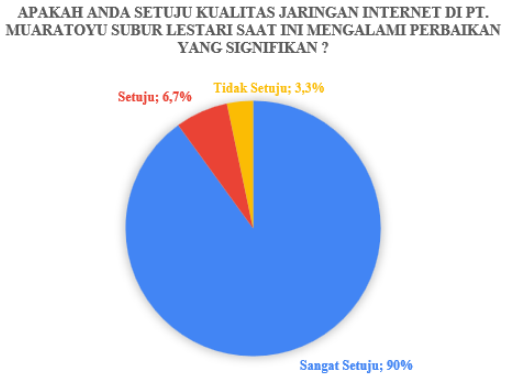
e. Apakah saat ini layanan internet di kawasan perusahaan mendukung kelancaran pekerjaan anda dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan ?



Gambar 28. Grafik Pertanyaan Kelima

Gambar 28 menunjukkan bahwa dari total 30 responden, terdapat 29 orang (96,7%) memilih sangat setuju, 1 orang (3,3%) memilih setuju. Hal tersebut membuktikan bahwa setelah dilakukan manajemen *bandwidth,* seluruh responden merasakan layanan internet di kawasan perusahaan telah mendukung kelancaran pekerjaan sehingga dapat meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

f. Apakah anda setuju kualitas jaringan internet di PT. Muaratoyu Subur Lestari saat ini mengalami perbaikan yang signifikan ?



Gambar 29. Grafik Pertanyaan Keenam

Gambar 29 menunjukkan bahwa dari total 30 responden, terdapat 27 orang (90%) memilih sangat setuju, 2 orang (6,7%) memilih setuju dan 1 orang (3,3%) memilih tidak setuju. Hal ini menunjukkan mayoritas pengguna setuju bahwa setelah melakukan manajemen *bandwidth* kualitas jaringan di PT. Muaratoyu Subur Lestari mengalami perbaikan yang signifikan.

D. Kesimpulan

Manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) berhasil diterapkan di *hotspot* ruang kerja di PT. Muaratoyu Subur Lestari menggunakan mikrotik RB750Gr3 dengan menggunakan fitur *queue tree*.

Kualitas layanan jaringan di PT. Muaratoyu Subur Lestari saat sebelum menggunakan manajemen *bandwidth* dengan metode HTB mendapatkan indeks nilai akhir 2,3. Yang mana 2,3 termasuk dalam kategori ”sedang”. Setelah menerapkan manajemen *bandwidth queue tree* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) kualitas layanan jaringan menjadi lebih baik, dapat dilihat dari parameter *throughput* mengalami kenaikan 0,40% pada cnn.com, 0,45% kenaikan pada instagram.com, dan untuk youtube.com mengalami kekurangan sebesar 168%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor antrian pengguna terlalu banyak (*overload*). Pada parameter *packet loss* mengalami penurunan 11,81% pada cnn.com, 12,25% pada instagram, dan 12,68% pada youtube.com. Pada parameter *delay* mengalami penurunan dari sebelumnya 172,4 ms menjadi 60,8 ms pada cnn.com, dan 154,8% menjadi 61,4% instagram.com dan 196,2% menjadi 64,6% pada youtube.com. Pada indeks nilai akhir setelah menggunakan manajemen *bandwidth* dengan metode HTB mengalami kenaikan dari 2,3 menjadi 3.

Hasil akhir ini juga diperkuat dengan kuesioner pada survei kepuasan kualitas layanan jaringan internet yang dilakukan setelah penerapan manajemen *bandwidth* dengan metode *Hiearachical Token Bucket* (HTB). Berdasarkan hasil, para pengguna merasakan kualitas jaringan internet mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari pada sebelum melakukan manajemen *bandwidth*. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan manajemen bandwidth dengan HTB

berhasil memenuhi tujuan penelitian dan memberikan dampak yang cukup baik terhadap kualitas layanan jaringan.

Daftar Pustaka

Ahmad Zen Fadilah, Rd. Rohmat Saedudin, U.Y.K.S.H. (2021) 'Analisis Simulasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (htb) Untuk Meningkatkat Quality Of Service (qos)', *eProceedings …*, 8(5), pp. 9072–9078. Available at: https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15874%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15874/15587.

Andhika, M.H. *et al.* (2022) 'Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Dengan Penambahan Bucket Size Usaha Aj Comp', *Elkom : Jurnal Elektronika dan Komputer*, 15(1), pp. 9–15. Available at: https://doi.org/10.51903/elkom.v15i1.626.

Ardhana, V.Y.P. (2021) 'Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet di SMP Al Mutmainnah', *SainsTech Innovation Journal*, 4(2), pp. 139–143. Available at: https://doi.org/10.37824/sij.v4i2.2021.299.

Ferdiansyah, P., Indrayani, R. and Subektiningsih, S. (2020) 'Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Hierarchical Token Bucket Pada Router dengan Standar Deviasi', *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 6(1), pp. 38–45. Available at: https://doi.org/10.25077/teknosi.v6i1.2020.38-45.

Hasbi, M. and Saputra, N.R. (2021) 'Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet Kantor Pusat King Bukopin Dengan Menggunakan Wireshark', *Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 12(1), pp. 1–7. Available at: https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/view/13596.

Al Kautsar, D. and Nulhakim, L. (2020) 'Pengelolaan Management Bandwidth dengan Menggunakan Metode Simple Queue di Toko Subur Graphic Jakarta Pusat', *Jurnal TEKNIK INFORMATIKA STMIK ANTAR BANGSA1*, 2(1), pp. 63–73.

Maesaroh, S., Hanum, G.K. and Rajab, S. (2022) 'Penerapan Management Bandwidth Menggunakan Hierarchical Token Bucket Pada PT. Indomarco Prismatama', *Journal Sensi*, 8(1), pp. 14–27. Available at: https://doi.org/10.33050/sensi.v8i1.2181.

Misinem, M.- *et al.* (2022) 'Analisis Peningkatan Kualitas Jaringan Wlan Pada Bank Mandiri Area Palembang Sudirman Dengan Menggunakan Metode Per Connection Queue', *Jurnal*

Teknik Informasi dan Komputer (Tekinkom), 5(2), p. 319. Available at: https://doi.org/10.37600/tekinkom.v5i2.520.

Orlando, E., Ekasari, M.H. and Lusita, M.D. (2022) 'Simulasi Rancang Bangun Manajemen Jaringan Menggunakan Mikrotik Berbasis GNS3 (Studi Kasus PT. Zahir Internasional)', *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, 6, pp. 157–165. Available at: https://ejournal.jak-stik.ac.id/index.php/sentik/article/view/3089.

Pratama, R., Dedy Irawan, J. and Orisa, M. (2022) 'Analisis Quality of Service Sistem Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Laboratorium Teknik Informatika Itn Malang', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), pp. 196–204. Available at: https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4557.

Prihantoro, C., Hidayah, A.K. and Fernandez, S. (2021) 'Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu', *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 13(2), p. 81. Available at: https://doi.org/10.46964/justti.v13i2.750.

Rahmadani, R. *et al.* (2023) 'Implementasi Antena Ubiquiti Nanostation M5 Sebagai Penguat Sinyal Mess Pada Pt Dharma Satya Nusantara Group Implementation of the Ubiquiti Nanostation M5 Antenna As a Mess Signal Amplifier At Pt Dharma Satya Nusantara Group', *Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(6).

Santoso, A.A., Wara, F.A. and Reja, I.D. (2023) 'Analisa Jaringan Komputer Pada Studio Foto Varia Indah Menggunakan Metode Quality of Services (QoS)', *Jurnal In Create (Inovasi dan Kreasi dalam Teknologi Informasi*, 9(1), pp. 53–65.

Sidqi, T.O., Fitri, I. and Nathasia, N.D. (2021) 'Implementasi Manajemen Bandwith Menggunakan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada Jaringan Mikrotik', *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 6(1), pp. 132–138. Available at: https://doi.org/10.29100/jipi.v6i1.1927.

Simarmata, H.S. and Widiasari, I.R. (2023) 'Manajemen Bandwidth Menggunakan Hierarchical Token Bucket (HTB) (Studi Kasus: PT. Orion Cyber Internet)', *Technomedia Journal*, 8(2SP), pp. 248–260. Available at: https://doi.org/10.33050/tmj.v8i2sp.2078.

Siswanto, B. *et al.* (2023) 'Analisis Manajemen Bandwidth Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Penggunaan Video Conference Dan Sosial Media', *Jurnal Jaringan dan Teknologi Informasi)*, 4(1), pp. 16–24.

Available at: https://doi.org/00.0000/jati.

Subektiningsih, S., Renaldi, R. and Ferdiansyah, P. (2022) 'Analisis Perbandingan Parameter QoS Standar TIPHON Pada Jaringan Nirkabel Dalam Penerapan Metode PCQ', *Explore*, 12(1), p. 57. Available at: https://doi.org/10.35200/explore.v12i1.527.

Sundara, K.A., Aspriyono, H. and Supardi, R. (2022) 'Perancangan Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Router Wireless Pada Sekolah Menegah Kejuruan Negeri 4 Kota Bengkulu', *Jurnal Media Infotama*, 18(2), p. 341139.

Valia Yoga Pudya Ardhana and Mulyodiputro, M.D. (2023) 'Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)', *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 3(2), pp. 70–76. Available at: https://doi.org/10.47065/jimat.v3i2.257.

Wijaya, I.N. *et al.* (2022) 'Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket Pada SMK Muhammadiyah Karangampel', *INFORMATICS FOR EDUCATORS AND PROFESSIONAL : Journal of Informatics*, 6(1), p. 84. Available at:https://doi.org/10.51211/itbi.v6i1.1698.