LAPORAN
PENELITIAN

Implementasi Hierarchical Token Bucket (HTB) Untuk Manajemen Bandwidth di UMPR

Disusun Oleh:

Setio Ardy Nuswantoro, M.Kom (NIDN. 1108059302)
M. Ziaurrahman, M.KoM (NIDN. 1126079401)
Ika Safitri Windiarti ST., M.Eng., PhD (NIDN. 0026087901)
Muhammad Ulfi. M.T (NIDN. 1122019801)
Miftahurrizqi. M.Kom (NIDN.1113089101)
Fachri Yuliansyah

Fakultas Teknik Dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Palangka Raya

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PENELITIAN

Judul Pengabdian	:	Implementasi Hierarchical Token Bucket (HTB) Untuk ManajemenBandwidth di UMPR
Ketua Pelaksana	:	Setio Ardy Nuswantoro, M.Kom
Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli
Email	:	Setioardy@gmail.com
Anggota Pelaksana 1	:	M. Ziaurrahman
Jabatan Fungsional		Asisten Ahli
Anggota Pelaksana 2	:	Ika Safitri Windiarti ST., M.Eng., PhD
Jabatan Fungsional		Lektor Kepala
Anggota Pelaksana 3	:	Muhammad Ulfi. M.T
Jabatan Fungsional		Tenaga Pendidik
Anggota Pelaksana 4	:	Miftahurrizqi. M.Kom
Jabatan Fungsional		Asisten Ahli
Mahasiswa	:	Fachri Yuliansyah

Palangka Raya, 8 Juni 202

Mengetahui,
Kaprodi Sistem Informasi

M. Haris Qamaruzzaman.
NIDN 0030127801

Pelaksana,

Setio Ardy Nuswantoro.
NIDN. 1108059302

Menyetujui,
Kepala LP2M UMPR

apt. Mohammad Rizki Fadhil Pratama, M.Si.
NIK. 15.0602.042

Daftar Isi

Daftar Isi *2*

Daftar Gambar *4*

BAB I PENDAHULUAN **5**

1.1 Latar Belakang 5

1.2 Rumusan Masalah 6

1.3 Tujuan Penelitian 6

1.4 Manfaat Kegiatan 7

BAB II METODE PENELITIAN **9**

2.1 Metode 9

2.3 Topologi Implementasi HTB 10

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN **12**

3.1 Konfigurasi Perangkat 12

3.2 Hasil Analisis 14

3.3 Hasil Implementasi HTB 17

BAB IV PENUTUP **18**

4.1 Kesimpulan 18

Daftar Pustaka *19*

Daftar Gambar

Gambar 1. Topologi Jaringan UMPR 10
Gambar 2. Topologi Implementasi HTB..... 11
Gambar 3. Konfigurasi IP 12
Gambar 4. Firewall Mangle 12
Gambar 5. Queue Tree 13
Gambar 6. Monitoring Client dengan HTB 13
Gambar 7. Grafik perolehan Delay sebelum dan sesudah HTB 15
Gambar 8. Grafik perolehan Packet Loss..... 16
Gambar 9. Grafik perolehan Throughput HTB..... 17
Gambar 10. Grafik perbedaan sebelum dan sesudah HTB 17

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era digital yang terus berkembang pesat, jaringan komputer telah menjadi infrastruktur utama yang mendukung berbagai layanan penting, mulai dari aplikasi, komunikasi, hingga pendidikan(Aulia et al., 2023; Susanto et al., 2022). Penggunaan jaringan yang semakin meluas, baik di sektor pendidikan maupun dunia bisnis, memunculkan tantangan besar dalam hal manajemen dan alokasi bandwidth(Setiawan & Maulana, 2018; Syukur, 2018). Untuk menjawab tantangan ini, manajemen bandwidth muncul sebagai solusi yang dapat memastikan pembagian bandwidth yang lebih efisien di antara pengguna(Nuswantoro et al., 2020).

Salah satu metode yang dapat diandalkan dalam manajemen bandwidth adalah Hierarchical Token Bucket (HTB), yang dikembangkan oleh Martin Devara pada tahun 2002(Bosk et al., n.d.; Valia Yoga Pudya Ardhana & Mulyodiputro, 2023). Hierarchical Token Bucket terbukti efektif dalam mengatur pembagian bandwidth secara terstruktur dan maksimal, memungkinkan setiap pengguna mendapatkan alokasi yang sesuai dengan kebutuhannya(Ari et al., 2023; Garroppo et al., 2005). Di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, manajemen bandwidth yang diterapkan saat ini masih belum merata, di mana seorang pengguna dapat login pada beberapa perangkat, yang menyebabkan penggunaan bandwidth yang berlebihan. Dampaknya, kecepatan internet menurun dan kualitas koneksi bagi semua pengguna yang terhubung pada satu titik akses (Wi-Fi/router) ikut terpengaruh.

Penerapan metode HTB dapat menjadi solusi untuk permasalahan ini dengan membatasi satu pengguna hanya dapat terhubung pada satu perangkat saja(Asy et al., 2024). Langkah ini akan membantu mendistribusikan bandwidth secara merata dan menghindari gangguan antar pengguna. Selain itu, metode HTB memungkinkan penetapan batas kecepatan internet yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing pengguna, sehingga kualitas koneksi menjadi lebih stabil dan terjaga(Riadi et al., 2011; Sunarya & Information, 2023).

Dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, terutama dengan berkembangnya aplikasi-aplikasi yang membutuhkan bandwidth besar dan semakin banyaknya perangkat yang terhubung ke jaringan, manajemen bandwidth menjadi tantangan yang semakin kompleks(Simarmata, 2023). Efisiensi penggunaan sumber daya pun menjadi sangat penting, mengingat investasi infrastruktur yang telah dilakukan oleh universitas. Implementasi kebijakan yang tepat, serta kesadaran pengguna tentang tanggung jawab bersama,

menjadi kunci utama dalam memastikan keberhasilan manajemen bandwidth. Di samping itu, pentingnya menjaga keamanan jaringan semakin relevan dalam konteks ini. Dalam dunia yang semakin mengglobal dan mobilitas pengguna yang terus meningkat, diperlukan strategi manajemen bandwidth yang adaptif untuk memenuhi kebutuhan konektivitas yang semakin dinamis.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengimplementasikan manajemen bandwidth di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya dengan menerapkan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dalam pengelolaan jaringan komputer. Dengan mengkaji kelebihan dan kekurangan metode ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan dan peningkatan kualitas layanan jaringan di universitas, serta meningkatkan pengalaman pengguna dalam mengakses internet.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dapat mengatasi permasalahan ketidakmerataan alokasi bandwidth di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya?
2. Sejauh mana efektivitas metode HTB dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan berdasarkan parameter delay, packet loss, dan throughput?
3. Bagaimana pengaruh penerapan HTB terhadap pengalaman pengguna dalam mengakses jaringan kampus?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1 Menganalisis dan mengimplementasikan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) untuk manajemen bandwidth di lingkungan jaringan Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.
2 Mengevaluasi kinerja jaringan sebelum dan sesudah penerapan HTB berdasarkan parameter teknis seperti delay, packet loss, dan throughput.

3 Memberikan rekomendasi sistem manajemen bandwidth berbasis HTB yang terstruktur dan efisien guna meningkatkan stabilitas dan keadilan dalam distribusi koneksi internet kampus.

1.4 Manfaat Kegiatan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak, antara lain:

1 Manfaat Teoritis

- Memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan di bidang jaringan komputer, khususnya dalam manajemen bandwidth menggunakan metode **Hierarchical Token Bucket (HTB)**.
- Menjadi referensi akademik bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengkaji atau mengembangkan sistem manajemen jaringan berbasis antrian dan prioritas bandwidth.
- Memperkuat dasar teori penerapan HTB dalam konteks jaringan institusi pendidikan dengan pendekatan kuantitatif dan parameter teknis (delay, packet loss, throughput).

2. Manfaat Praktis

- **Bagi Universitas Muhammadiyah Palangkaraya (UMPR):**
    - Memberikan solusi nyata untuk mengatasi ketimpangan distribusi bandwidth dan menurunkan gangguan jaringan (delay dan packet loss).
    - Meningkatkan kualitas layanan jaringan internet di seluruh gedung kampus, sehingga mendukung proses belajar mengajar, administrasi, dan kegiatan digital lainnya secara optimal.
- **Bagi Administrator Jaringan:**
    - Menyediakan panduan teknis dalam menerapkan metode HTB menggunakan perangkat MikroTik.
    - Membantu dalam merancang sistem pembagian bandwidth yang efisien berdasarkan kebutuhan pengguna dan prioritas akses.
- **Bagi Pengguna Jaringan (dosen, mahasiswa, dan pegawai):**

- Menghasilkan pengalaman internet yang lebih stabil, adil, dan cepat, terutama pada jam-jam sibuk.
- Mengurangi gangguan akibat dominasi bandwidth oleh segelintir pengguna atau perangkat.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Metode

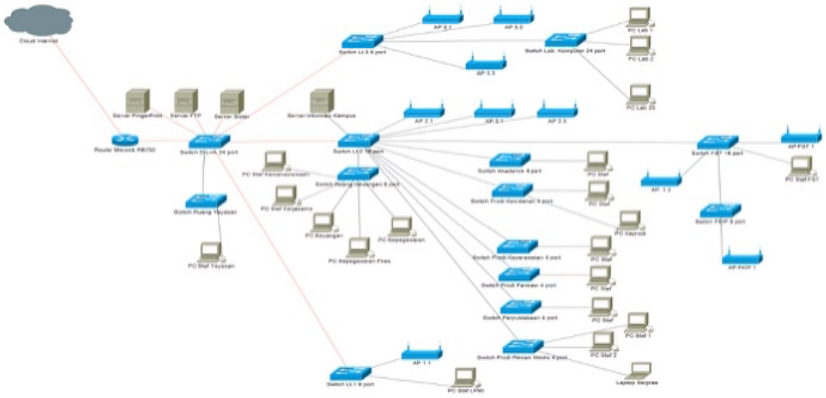
Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengevaluasi dampak penerapan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) terhadap pengelolaan bandwidth di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya(Iskandar et al., 2023; Sidqi et al., 2021). Fokus utama dari penelitian ini adalah pengumpulan dan analisis data kuantitatif yang berkaitan dengan efektivitas HTB dalam mengoptimalkan distribusi bandwidth pada jaringan universitas. Populasi yang diteliti mencakup seluruh pengguna jaringan universitas, yakni dosen, pegawai, dan mahasiswa/i. Sampel penelitian dipilih secara representatif dari masing-masing kategori pengguna untuk mewakili keseluruhan populasi. Variabel yang diukur meliputi kecepatan internet, stabilitas jaringan, dan respons pengguna terhadap perubahan yang terjadi selama implementasi HTB. Data akan dikumpulkan dalam dua periode waktu: sebelum dan setelah penerapan metode HTB.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan observasi langsung terhadap aktivitas jaringan, wawancara dengan berbagai pihak terkait, serta studi literatur. Observasi dilakukan untuk memantau pola penggunaan bandwidth dan mengidentifikasi ketidakmerataan penggunaan yang terjadi di antara kategori pengguna, serta potensi gangguan yang dapat mempengaruhi kinerja jaringan. Wawancara terstruktur dilakukan dengan administrator jaringan, dosen, pegawai, dan mahasiswa/i untuk memperoleh wawasan tentang pengalaman mereka terkait manajemen bandwidth yang ada, kendala yang dihadapi, serta harapan mereka terhadap penerapan metode HTB. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai teori-teori manajemen bandwidth dan penerapan metode HTB yang relevan dengan penelitian ini, yang diharapkan dapat memperkaya pemahaman terhadap solusi yang diusulkan.

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya dengan pengumpulan data selama periode implementasi HTB, yang dibagi menjadi dua fase: pengumpulan data awal sebelum penerapan HTB dan pengumpulan data lanjutan setelah penerapan HTB. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan teknik statistik untuk mengidentifikasi perbedaan signifikan dan hubungan antar variabel yang diteliti. Proses pengolahan dan analisis data bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas metode HTB dalam meningkatkan manajemen bandwidth di lingkungan universitas. Penelitian ini mengumpulkan data terkait kinerja jaringan internet UMPR, yang mencakup empat parameter utama: throughput, delay, jitter, dan packet loss, yang akan menjadi dasar analisis kinerja jaringan dan evaluasi efektivitas implementasi HTB.

2.2 Topologi Jaringan UMPR

Saat ini, jaringan internet di UMPR mengandalkan penyedia layanan internet (ISP) yang mendistribusikan koneksi ke seluruh area kampus, yang terdiri dari beberapa gedung bertingkat. Namun, saat ini, alokasi bandwidth tidak merata dan belum ada pengelolaan akses internet yang menyeluruh, yang dapat memengaruhi kualitas layanan jaringan di kampus.

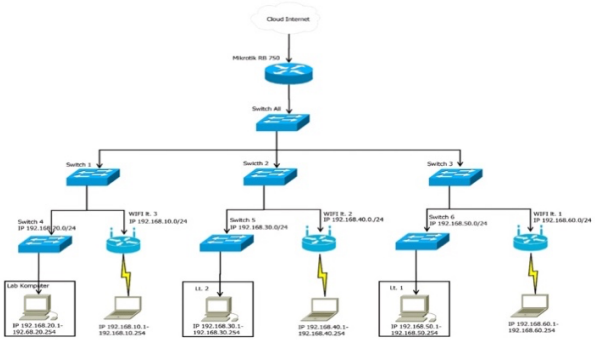


Gambar 1. Topologi Jaringan UMPR

Pada gambar ini, dapat dilihat bahwa sumber daya internet di UMPR tersebar di seluruh gedung di kampus, namun distribusinya tidak terkelola dengan baik. Gedung-gedung yang ada di UMPR memiliki berbagai ruangan, seperti ruang yayasan, ruang penerimaan mahasiswa baru (PMB), ruang rektorat, ruang laboratorium komputer, dan ruang kelas, yang kesemuanya membutuhkan alokasi bandwidth yang efisien.

2.3 Topologi Implementasi HTB

Setelah penerapan metode Hierarchical Token Bucket (HTB), alokasi bandwidth sebesar 50 Mbps dibagi ke dalam enam kelas, yang masing-masing mewakili dua kelas di setiap lantai gedung(Hidayatulloh et al., 2023). Proses ini akan dilakukan melalui konfigurasi di router MikroTik yang dihubungkan dengan pengaturan HTB pada firewall mangle.



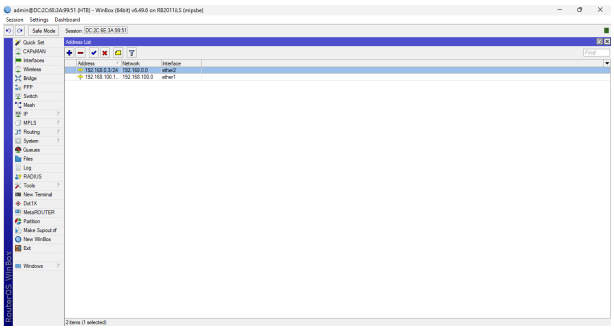
Gambar 2. Topologi Implementasi HTB

Topologi implementasi HTB ini menggambarkan bagaimana bandwidth yang telah dialokasikan akan dialirkan melalui router MikroTik untuk kemudian diterapkan pengaturan berdasarkan mark connection dan mark packet. Langkah-langkah pemfilteran ini meliputi pengelompokan aktivitas seperti browsing, streaming, download, dan game online. Setelah itu, pembagian queue tree berdasarkan mark packet akan diterapkan untuk memastikan bahwa manajemen aliran data berjalan secara efisien di setiap kelas dan lantai di kampus.

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

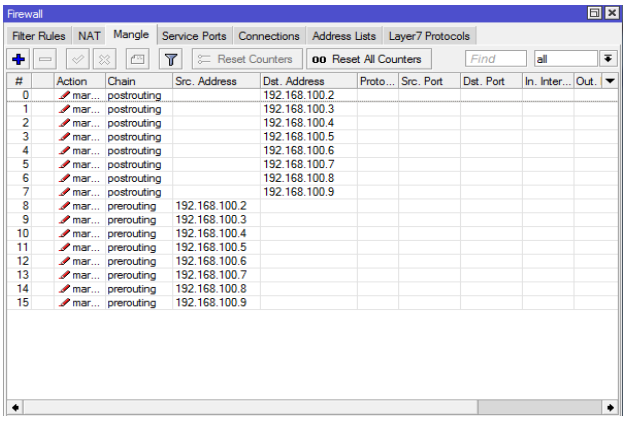
3.1 Konfigurasi Perangkat

Manajemen bandwidth menggunakan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya dilaksanakan berdasarkan topologi jaringan yang telah dirancang sebelumnya. Langkah awal dalam penerapan manajemen bandwidth ini adalah dengan mengonfigurasi TCP/IP menggunakan perangkat Winbox. Pengaturan IP bertujuan untuk menghubungkan komputer klien ke dalam jaringan.



Gambar 3. Konfigurasi IP

Gambar 3 menunjukkan pengaturan IP yang digunakan dalam jaringan UMPR, yang memakai alamat IP kelas C dengan netmask 255.255.255.0. IP kelas C cocok untuk jaringan Local Area Network (LAN) berukuran kecil, seperti yang digunakan di sekolah atau kampus. IP address yang digunakan untuk koneksi internet adalah eth1 dengan IP 192.168.0.3/24, sementara eth2 digunakan untuk memberikan alamat lokal kepada komputer klien yang terhubung dengan jaringan internet, menggunakan IP 192.168.100.1/24.

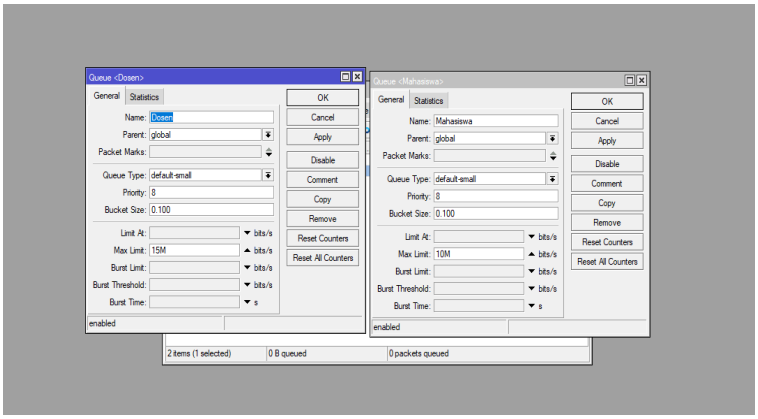


#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out.
0	mar...	postrouting		192.168.100.2					
1	mar...	postrouting		192.168.100.3					
2	mar...	postrouting		192.168.100.4					
3	mar...	postrouting		192.168.100.5					
4	mar...	postrouting		192.168.100.6					
5	mar...	postrouting		192.168.100.7					
6	mar...	postrouting		192.168.100.8					
7	mar...	postrouting		192.168.100.9					
8	mar...	prerouting	192.168.100.2						
9	mar...	prerouting	192.168.100.3						
10	mar...	prerouting	192.168.100.4						
11	mar...	prerouting	192.168.100.5						
12	mar...	prerouting	192.168.100.6						
13	mar...	prerouting	192.168.100.7						
14	mar...	prerouting	192.168.100.8						
15	mar...	prerouting	192.168.100.9						

Gambar 4. Firewall Mangle

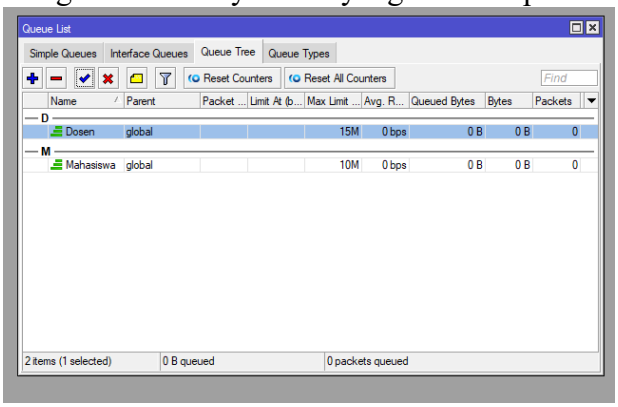
Gambar 4 menggambarkan konfigurasi firewall mangle yang berfungsi untuk menandai paket data (mark packet) yang masuk ke dalam router. Proses ini melibatkan pembagian aliran data antara download dan upload, dengan menggunakan chain postrouting untuk download dan chain prerouting untuk upload. Penandaan paket ini menjadi penting untuk manajemen bandwidth yang lebih terstruktur.

Langkah selanjutnya adalah pembuatan queue yang berperan untuk mengonfigurasi pembagian bandwidth secara adil untuk setiap klien di jaringan.



Gambar 5. Queue Tree

Gambar 5 , tampak bahwa setiap queue yang dibuat dapat menjadi parent untuk queue lainnya. Parent queue hanya memerlukan pengaturan max-limit tanpa memerlukan limit-at. Konfigurasi di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya menggunakan max-limit 3 Mbps untuk seluruh jaringan. Setiap klien, seperti PC Dosen dan PC Mahasiswa, dibatasi sesuai dengan prioritas yang ditentukan. Contohnya, PC Dosen 1 mendapatkan limit-at 500 kbps, dan PC Dosen 2 serta PC Mahasiswa masing-masing mendapatkan 400 kbps. Hal ini bertujuan agar pembagian bandwidth lebih teratur, menghindari adanya klien yang memonopoli bandwidth.



Gambar 6. Monitoring Client dengan HTB

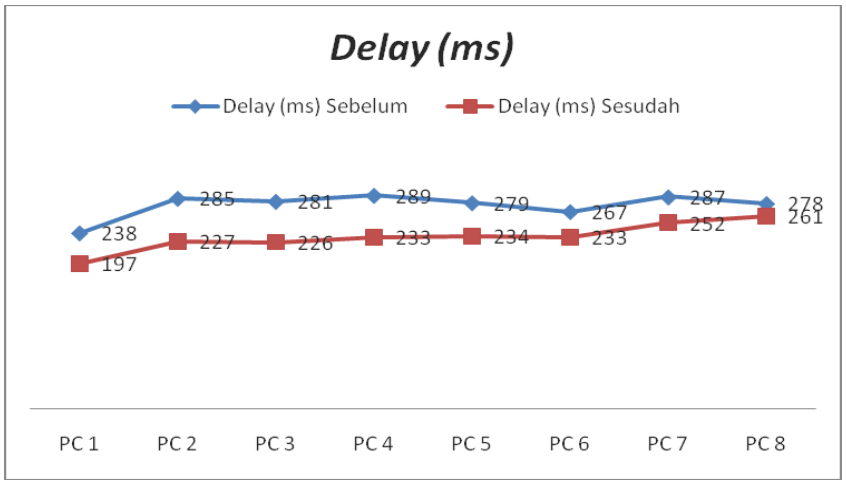
Gambar 6, terlihat bahwa konfigurasi global-in digunakan untuk upload dan global-out untuk download. Hal ini disebabkan karena Mikrotik menghadap ke arah klien, sehingga konfigurasi untuk global-in adalah upstream, dan global-out untuk downstream. Setelah HTB diterapkan, pembagian bandwidth menjadi lebih efisien dan merata, sehingga tidak ada lagi klien yang dapat mengambil bandwidth secara tidak adil.

3.2 Hasil Analisis

Berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian, dilakukan analisis untuk mengukur kinerja jaringan berdasarkan delay, packet loss, dan throughput. Perhitungan dilakukan menggunakan perangkat lunak Axence NetTools Profesional. Berikut adalah hasil pengukuran yang diperoleh:

Tabel 1. Pengukuran Delay

Client	*Delay (ms)*	
	Sebelum	Sesudah
Dosen 1	238	197
Dosen 2	285	227
Mahasiswa	281	226
Mahasiswa	289	233
Mahasiswi	279	234

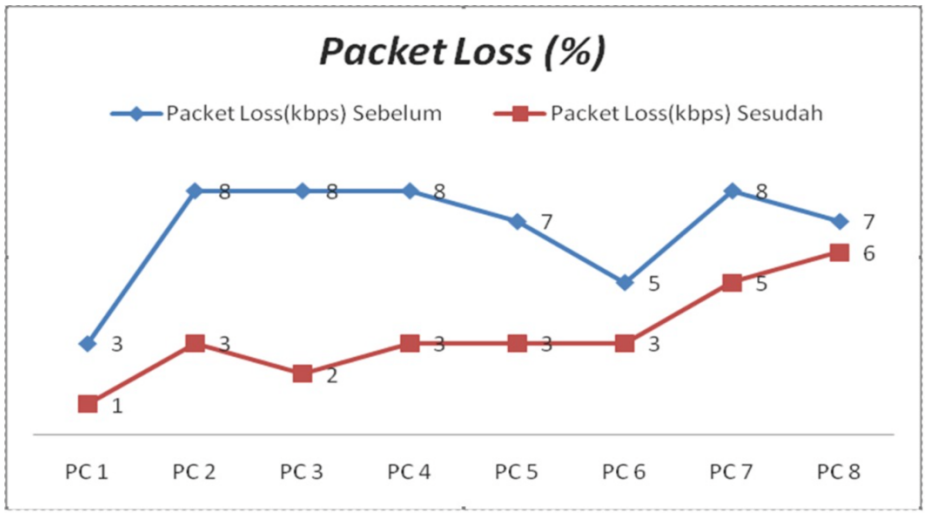


Gambar 7. Grafik perolehan Delay sebelum dan sesudah HTB

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa sebelum penerapan HTB, nilai delay tergolong tinggi karena bandwidth yang tersedia digunakan secara tidak terstruktur, menyebabkan antrian paket data. Setelah penerapan HTB, terjadi penurunan signifikan pada delay, dari rata-rata 276 ms menjadi 233 ms, menunjukkan bahwa bandwidth telah terbagi secara optimal.

Tabel 2. Pengukuran Packet Loss

Client	***Packet Loss (%)***	
	Sebelum	Sesudah
Dosen	3	1
Dosen	8	2
Mahasiswa	8	3
Mahasiswa	8	4
Mahasiswi	7	5

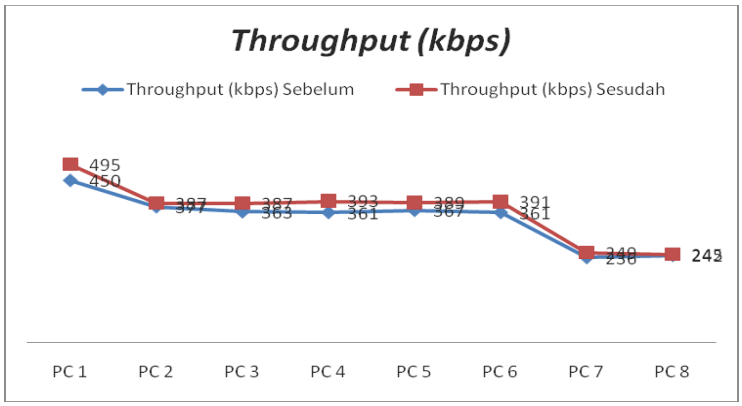


Gambar 8. Grafik perolehan Packet Loss

Pada Gambar 8, sebelum HTB diterapkan, nilai packet loss tinggi, yang mengindikasikan bahwa data yang hilang cukup banyak akibat klien saling berebut bandwidth. Setelah manajemen bandwidth dengan HTB diterapkan, packet loss berkurang signifikan, dengan rata-rata penurunan dari 7% menjadi 3%.

Tabel 3. Pengukuran Throughput

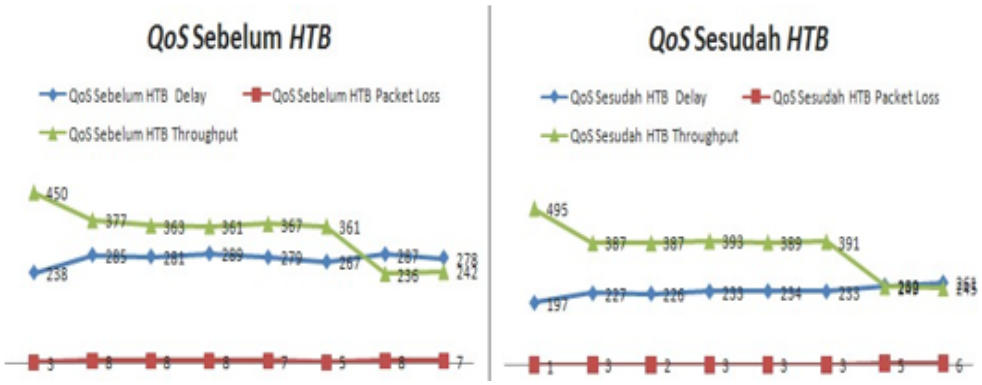
Client	*Throughput (kbps)*	
	Sebelum	Sesudah
Dosen 1	450	1
Dosen 2	377	2
Mahasiswa	363	3
Mahasiswa	361	4
Mahasiswi	367	5



Gambar 9. Grafik perolehan Throughput HTB

Dari Gambar 9, terlihat bahwa sebelum penerapan HTB, throughput masing-masing klien cenderung bervariasi dan bergantung pada kondisi jaringan yang tidak terkontrol. Setelah HTB diterapkan, throughput menjadi lebih terkontrol dan merata, dengan peningkatan rata-rata throughput dari 345 kbps menjadi 367 kbps

3.3 Hasil Implementasi HTB



Gambar 10. Grafik perbedaan sebelum dan sesudah HTB

Berdasarkan Gambar 10, dapat disimpulkan bahwa ada hubungan langsung antara delay dan throughput. Semakin kecil delay, semakin besar throughput yang dapat dicapai oleh klien. Penerapan HTB telah meningkatkan kualitas jaringan di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, yang terbukti dari penurunan nilai delay dan packet loss, serta peningkatan throughput yang lebih stabil.

BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Penerapan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya berhasil meningkatkan manajemen bandwidth jaringan kampus secara signifikan. Sebelum penerapan HTB, terdapat ketidakmerataan dalam distribusi bandwidth yang menyebabkan gangguan pada kualitas jaringan, seperti tingginya nilai delay, packet loss yang signifikan, dan throughput yang tidak stabil. Setelah implementasi HTB, terjadi penurunan yang jelas dalam nilai delay dan packet loss, serta peningkatan throughput yang lebih merata dan terkontrol. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai delay berkurang dari rata-rata 276 ms menjadi 233 ms, packet loss turun dari 7% menjadi 3%, dan throughput meningkat dari 345 kbps menjadi 367 kbps.

Penerapan HTB terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan ketidakmerataan penggunaan bandwidth yang terjadi di kampus. Proses pengalokasian bandwidth yang lebih terstruktur melalui pembagian kelas dan pengaturan prioritas untuk masing-masing pengguna, seperti dosen, mahasiswa, dan pegawai, membantu menciptakan jaringan yang lebih efisien dan stabil. Hasil ini menunjukkan bahwa HTB dapat menjadi solusi yang sangat efektif dalam manajemen bandwidth di lingkungan universitas, di mana banyak pengguna dengan kebutuhan yang berbeda-beda.

Daftar Pustaka

Ari, E., Hadimirawan, P., & Pariwisata, D. (2023). *ANALISIS MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET) PADA DINAS PARIWISATA PROVINSI LAMPUNG*. *3*(5).

Asy, M., Iriansyah, S., Rahman, M., & Pater, D. L. (2024). *Implementasi Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) Menggunakan Metode Network Development Life Cycle (NDLC)*. *5*(2), 120–128.

Aulia, B. W., Rizki, M., Prindiyana, P., & Surgana, S. (2023). Peran Krusial Jaringan Komputer dan Basis Data dalam Era Digital. *JUSTINFO | Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, *1*(1), 9–20. https://doi.org/10.33197/justinfo.vol1.iss1.2023.1253

Bosk, M., Gaji, M., Schwarzmann, S., Lange, S., & Zinner, T. (n.d.). *HTBQueue : A Hierarchical Token Bucket Implementation for the OMNeT ++ / INET Framework*. 1–9.

Garroppo, R. G., Giordano, S., Lucetti, S., & Valori, E. (2005). *The wireless hierarchical token bucket : A channel aware scheduler for 802 . 11 networks The Wireless Hierarchical Token Bucket : a Channel Aware Scheduler for 802 . 11 Networks*. *July*. https://doi.org/10.1109/WOWMOM.2005.103

Hidayatulloh, W. A., Setiawan, H., & Sumarno. (2023). *Implementasi Jaringan RT / RW Net menggunakan metode IP Binddings dan HTB untuk Usaha Menengah Kecil Mikro*. *4*(2), 323–332.

Iskandar, M. I., Satra, R., & Syafie, L. (2023). *Analisis Performansi Jaringan dengan Metode Per Connection Queue (PCQ) dan Hierarchical Token Bucket (HTB) di SMK Latanro Enrekang*. *4*(1), 15–24.

Nuswantoro, S. A., Wahid, F., & Putro, H. P. (2020). *Risiko pengembangan perangkat lunak di indonesia : Temuan studi delphi Software development risk in indonesia : Findings from a delphi study*. *10*(1), 43–54.

Riadi, I., Wicaksono, W. P., Studi, P., Informasi, S., & Dahlan, U. A. (2011). *Implementasi Quality of Service M enggunakan Metode Hie rarchical Token Bucket Landasan Teori*. *1*(2), 93–104.

Setiawan, S., & Maulana, M. (2018). Penggunaan Metode Simple Queue Dalam Manajemen Bandwidth. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, *4*(2), 60–63. https://doi.org/10.37012/jtik.v4i2.264

Sidqi, T. O., Fitri, I., & Nathashia, N. D. (2021). *Implementasi manajemen bandwith menggunakan metode htb (hierarchical token bucket) pada jaringan mikrotik*. *06*, 132–138.

Simarmata, H. S. (2023). *Manajemen Bandwidth Menggunakan Hierarchical Token Bucket (HTB) (Studi Kasus : PT . Orion Cyber Internet)*. *8*(2), 248–260.

Sunarya, I. M. G., & Information, A. (2023). *Internet Network Analysis with Hierarchy Token Bucket Method at Dhyana Pura University*. *24*(1).

Susanto, E., Solikin, I., & Purnomo, B. S. (2022). a Review of Digital Payment Adoption in Asia. *Advanced International Journal of Business, Entrepreneurship and SMEs*, *4*(11), 01–15. https://doi.org/10.35631/aijbes.411001

Syukur, A. (2018). Analisis Management Bandwidth Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dengan Authentikasi RADIUS. *It Journal Research and Development*, *2*(2), 78–89. https://doi.org/10.25299/itjrd.2018.vol2(2).1260

Valia Yoga Pudya Ardhana, & 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), 70–76. https://doi.org/10.47065/jimat.v3i2.257