

MANAJEMEN *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* DENGAN PARAMETER *QUALITY OF SERVICE* PADA KAFE 99

Wahyu Darajat, Didi Juardi, Arip Solehudin

Program Studi Informatika S1, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Indonesia
1910631170239@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Kafe 99 merupakan tempat nongkrong yang populer dan sering dikunjungi oleh banyak pengguna, yang berakibat pada peningkatan permintaan akan akses internet. Dengan semakin banyaknya pengguna yang mengandalkan jaringan kafe ini, manajemen bandwidth menjadi sangat penting untuk memastikan kualitas layanan dan pengalaman pengguna yang memuaskan. Permasalahan utama yang dihadapi oleh kafe 99 adalah terbatasnya bandwidth internet yang tidak mampu menangani jumlah pengguna yang meningkat secara bersamaan. Hal ini menyebabkan performa jaringan menurun, menyebabkan ketidakpuasan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan mengatur parameter Quality of Service (QoS) pada jaringan kafe 99. Penelitian ini akan menggunakan metode eksperimental, di mana akan diimplementasikan sistem Hierarchical Token Bucket (HTB) pada infrastruktur jaringan kafe 99. Dengan parameter Quality of Service (QoS). Diharapkan bahwa penggunaan Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan parameter Quality of Service (QoS) pada kafe 99 akan menghasilkan manajemen bandwidth yang lebih efisien dan pengalaman pengguna yang lebih baik.

Kata kunci: *Manajemen Bandwidth, Hierarchical Token Bucket (HTB), Quality Of Service (QoS), Kafe 99*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan komunikasi telah mengalami kemajuan pesat, sesuai dengan tuntutan masyarakat modern yang semakin banyak mencari layanan yang mudah diakses di berbagai bidang. Dalam konteks ini, kebutuhan akan informasi dan komunikasi juga mengalami peningkatan yang signifikan. Internet menjadi sumber utama bagi masyarakat modern untuk mencari informasi dan menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Internet telah menjadi kebutuhan esensial dalam kehidupan modern, dan semakin banyak tempat yang menyediakan akses internet, seperti mal, kafe, restoran, taman, kampus, dan berbagai tempat lainnya yang menawarkan akses wifi. Semakin banyaknya fasilitas yang menyediakan internet mencerminkan betapa pentingnya internet dalam memenuhi kebutuhan masyarakat modern dalam hal komunikasi, akses informasi, dan konektivitas. Akan tetapi jarang sekali kita jumpai bahwa kecepatan setiap client dalam satu jaringan tidaklah sama, hal ini perlu dilakukann pengelolaan jaringan dengan baik [1]

Quality of Service (QoS) adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengelola *Bandwidth*, *Delay*, *Jitter*, dan *packet loss* dalam suatu jaringan. Mekanisme QoS bertujuan untuk mempengaruhi setidaknya salah satu dari empat parameter tersebut. QoS dirancang dengan tujuan membantu pengguna akhir (klien) agar lebih produktif dan memastikan bahwa mereka mendapatkan performa yang handal dari komponen jaringan yang mendukungnya. QoS merujuk pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik bagi jenis trafik

jaringan tertentu melalui berbagai teknologi yang berbeda [2]

Hierarchical Token Bucket (HTB) adalah sebuah metode yang dapat meningkatkan penggunaan bandwidth dan mengatur alokasi bandwidth secara hierarkis dalam jaringan dengan menggunakan sistem prioritas berdasarkan kelas yang ada dalam jaringan. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak provider internet yang memperluas cakupan layanan mereka ke daerah perumahan untuk menyediakan akses internet. Harga terjangkau dan Bandwidth yang baik, terkadang sulit di daerah yang belum tercover oleh Banyak provider menghadapi tantangan dalam menyediakan layanan internet di daerah perumahan karena terbatasnya infrastruktur seperti tiang atau menara untuk mendistribusikan jaringan [3]. Selain itu, seringkali Bandwidth yang diberikan tidak sesuai dengan paket yang dibeli oleh pelanggan. Meskipun telah diterapkan manajemen Bandwidth, namun masih belum mampu memenuhi dan mencapai batas kecepatan yang dijanjikan dalam pembelian paket. Sebagai contoh, ada provider penjual yang menawarkan paket dengan kecepatan 3 Mbps melalui router wireless, namun pada kenyataannya pelanggan tidak mendapatkan kecepatan tersebut. Pelanggan seringkali hanya mendapatkan kecepatan rata-rata 2 Mbps untuk unduhan dan 1 Mbps untuk unggahan, meskipun jarang mencapai kecepatan maksimal yang dijanjikan. Ketika mencapai angka maksimal tersebut hanya terjadi sekali saja. Ini disebabkan karena kecepatan internet hanya dibatasi oleh batas maksimum yang telah ditentukan, tanpa adanya manajemen tambahan pada batas maksimal yang dapat

menjaga kecepatan internet tetap stabil dan konsisten dalam rata-rata penggunaan [4]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Quality Of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) atau kualitas layanan adalah suatu metode pengukuran yang digunakan untuk menilai kinerja jaringan, termasuk aplikasi jaringan, host, atau router. Tujuan dari QoS adalah untuk meningkatkan kualitas dan perencanaan layanan jaringan agar dapat memenuhi kebutuhan dan standar pelayanan yang diharapkan oleh pengguna, yang dikenal sebagai *Quality of Service (QoS)*. Mekanisme atau teknologi untuk mengelola lalu lintas dan memastikan kinerja aplikasi kritis. Ini memungkinkan organisasi untuk menyesuaikan lalu lintas jaringan mereka secara keseluruhan dengan memprioritaskan aplikasi berkinerja tinggi tertentu.

2.2. *Hierarchical Token Bucket (HTB)*

Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) merupakan teknik untuk mengelola pembagian Bandwidth dengan cara hierarkis atau secara antrian, di mana Bandwidth dibagi ke setiap kelas atau kategori untuk mempermudah pengaturan Bandwidth dengan efisien dan optimal. HTB didapat dari algoritma token bucket. Algoritma ini menggunakan konsep "Bucket" untuk menentukan kapasitas pada setiap pengambilan "Token". Jika ember penuh digunakan dan mengosongkan, tidak akan ada penambahan kembali hingga batas awal, seperti sistem menabung jika tabungan habis tidak ada tambahan dan harus menabung lagi. Jadi ketika dibatasi satu customer memiliki kecepatan up to 5 Mbps yang rata-rata kecepatan di 3 Mbps dengan adanya Token Bucket bisa mendapatkan 5Mbps full selama berapa saat dan kemudian kembali ke batas rata-rata 3 Mbps. Sebab Bandwidth yang tersedia hanya up to 5Mbps. Dengan mendapatkan tabungan itu customer bisa menyentuh batas maksimal dari burst yang disebut up to.

2.3. *Manajemen Bandwidth*

Manajemen Bandwidth merupakan proses alokasi yang tepat dari sumber daya Bandwidth untuk memenuhi kebutuhan atau persyaratan aplikasi atau layanan jaringan tertentu. Pengalokasian Bandwidth yang tepat ini berperan dalam menjamin kualitas suatu layanan jaringan, yang sering disebut juga sebagai Quality of Service (QoS).

2.4. *Bandwidth*

Bandwidth adalah ukuran jumlah data yang dapat dikirimkan antara server dan client dalam jangka waktu tertentu, diukur dalam satuan bit per detik atau yang dikenal sebagai bit per second (bps). Definisi lainnya adalah lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi.

2.5. *Router*

Router adalah sebuah perangkat jaringan yang berperan dalam menghubungkan beberapa jaringan dan mengarahkan paket informasi dari satu jaringan ke jaringan lain, baik menggunakan teknologi yang sama maupun berbeda. Fungsinya mencakup pengiriman paket data melalui jaringan atau internet untuk mencapai tujuan tertentu melalui proses yang dikenal sebagai routing. Contoh dari salah satu fitur router adalah komputer router [5].

2.6. *Mikrotik*

Mikrotik RouterOS adalah sistem operasi yang dirancang khusus untuk perangkat router jaringan. Dengan menggunakan sistem operasi ini, PC dapat dijadikan sebagai router. Penggunaan Mikrotik sangat bermanfaat bagi penyedia layanan internet (ISP) dan perusahaan-perusahaan kecil yang ingin terhubung ke internet. Meskipun sudah ada banyak fitur router mini seperti NAT, Mikrotik tetap menjadi solusi terbaik dalam hal ini sebagai keadaan pemakaian pc serta fitur lunak lainnya [6].

2.7. *Winbox*

Winbox adalah sebuah utilitas yang digunakan untuk melakukan remote ke server Mikrotik menggunakan antarmuka GUI (Graphical User Interface). Dengan Winbox, pengguna dapat mengkonfigurasi Mikrotik melalui GUI dari komputer mereka sendiri, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengatur Mikrotik melalui PC klien dengan antarmuka GUI Winbox [7].

2.8. *Jaringan Komputer*

Jaringan komputer merupakan kumpulan komputer yang terhubung satu sama lain menggunakan media khusus, yang memungkinkan komunikasi dan berbagi data, informasi, serta perangkat keras di antara komputer-komputer tersebut. Jaringan komputer dapat dikelompokkan berdasarkan wilayah cakupannya. Secara umum, terdapat tiga jenis jaringan komputer berdasarkan wilayah cakupannya, yaitu Local Area Network (LAN), Metropolitan Area Network (MAN), dan Wide Area Network (WAN) [8].

2.9. *Network Development Life Cycle (NDLC)*

Penulis menggunakan metode pengembangan sistem NDLC (Network Development Life Cycle) untuk menguraikan tahapan dan alur proses elemen-elemen yang terlibat dalam penelitian ini. NDLC adalah suatu model yang mengilustrasikan siklus proses perancangan dan pengembangan sistem jaringan komputer. Model NDLC ini mencakup elemen-elemen yang mendefinisikan fase, tahapan, langkah, atau mekanisme proses yang spesifik. Kata "cycle" menekankan bahwa model ini menggambarkan keseluruhan proses dan tahapan pengembangan sistem jaringan komputer secara menyeluruh [9].

2.10. Topologi

Dalam dijelaskan bahwa terdapat enam macam topologi jaringan yang umum digunakan. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai masing-masing topologi:

1. Topologi Bus merupakan jenis tata letak jaringan yang menggunakan kabel utama sebagai tulang punggung (backbone) dari jaringan tersebut. Seluruh komputer dan perangkat terhubung ke kabel utama ini. Data dikirimkan melalui kabel dan dapat diakses oleh semua komputer dalam jaringan.
2. Topologi Ring merupakan tata letak jaringan yang membentuk lingkaran tertutup dan berisi node-node komunikasi. Setiap komputer dihubungkan dengan dua komputer lainnya, membentuk lingkaran. Data dikirimkan dari satu komputer ke komputer berikutnya dalam lingkaran ini.
3. Topologi Star merupakan topologi jaringan yang menggunakan perangkat concentrator seperti hub atau switch. Perangkat ini berfungsi untuk mengatur paket data. Semua komputer dan perangkat terhubung langsung ke concentrator. Data dikirimkan melalui concentrator, yang mengatur distribusi data ke komputer-komputer dalam jaringan.
4. Topologi Mesh adalah topologi jaringan di mana setiap komputer terhubung langsung dengan semua komputer lain dalam jaringan. Dengan kata lain, setiap simpul memiliki koneksi khusus dengan simpul lainnya. Topologi ini memungkinkan rute alternatif jika ada koneksi yang rusak.
5. Topologi Tree adalah topologi jaringan yang terdiri dari struktur hierarkis seperti pohon. Terdapat simpul induk (root) yang terhubung dengan simpul cabang (branches) dan kemudian simpul-simpul cabang ini terhubung ke simpul lainnya.
6. Topologi Hybrid adalah kombinasi dari dua atau lebih topologi yang ada. Misalnya, menggabungkan topologi star dan topologi ring. Dengan menggunakan topologi hybrid, kelebihan dari masing-masing topologi dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan jaringan yang lebih kompleks.

3. METODE PENELITIAN

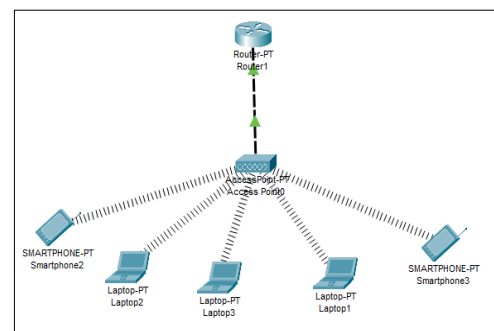
Penelitian ini menerapkan Network Development Life Cycle (NDLC) sebagai metodologi, yang merupakan pendekatan proses dalam komunikasi data yang membentuk siklus tanpa awal dan akhir dalam membangun jaringan komputer. Metodologi ini mencakup beberapa tahapan, seperti analisis, desain, simulasi, prototipe, implementasi, monitoring, dan manajemen. Pemilihan metode NDLC dilakukan karena penelitian ini membutuhkan pendekatan yang fokus pada aspek jaringan komputer. Tahapan-tahapan dalam NDLC disesuaikan dengan kondisi jaringan komputer yang ada saat ini, terutama pada tahap

manajemen. Metodologi ini juga mencakup lingkup atau objek penelitian, bahan dan alat utama yang digunakan, lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, definisi operasional variabel penelitian, serta teknik analisis data [10].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan manajemen Bandwidth dengan menggunakan metode Hierarchical Token Bucket. Bagian penelitian ini mencakup analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring, dan manajemen yang sesuai dengan alur penelitian.

Pada tahap analisis, penelitian ini menjelaskan tentang semua hal yang diperlukan dalam membangun sistem manajemen Bandwidth yang akan dikembangkan. Analisis kebutuhan akan mengidentifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk implementasi manajemen Bandwidth tersebut, sedangkan analisis jaringan menjelaskan apa yang digunakan pada jaringan tersebut sesuai dengan target awal dari penelitian ini. Analisis perancangan ini terbagi menjadi dua tahap sebagai berikut:



Gambar 1. Topologi jaringan kafe 99

Pada gambar diatas peneliti melakukan analisis topologi jaringan yang sudah ada di kafe 99. Pada tahap analisis perangkat keras dan lunak, penelitian ini akan menjelaskan semua hal yang dibutuhkan dalam membangun sistem manajemen Bandwidth yang direncanakan. Fokus analisis akan mencakup kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk implementasi manajemen Bandwidth tersebut. Selain itu, akan diidentifikasi komponen perangkat keras yang akan digunakan dalam sistem tersebut. Pada tabel dibawah ini kebutuhan apa saja yang dibutuhkan dalam memanajemen bandwidth.

Tabel 1. Kebutuhan perangkat

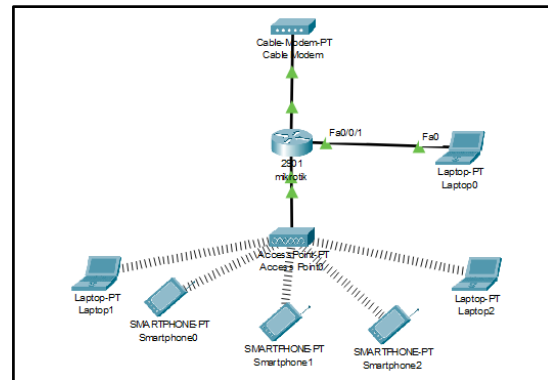
No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	RAM	8,00 GB
2	Mikrotik	Rb450gx
3	Acces Point	ZTE-ZXHN F660
4	Hardisk	512 GB

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
5	Prosesor	Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU @ 2.60GHz 2.60 GHz

Bucket Size Pada tahapan penelitian ini mengkonfigurasi bucket size sesuai dengan sistem yang dibutuhkan dalam penelitian ini konfigurasi *Hierarchical Token Bucket* (HTB) telah diimplementasikan dengan membuat queue dalam penelitian ini. Fungsinya adalah sebagai penyedia ekstra Bandwidth yang diberikan dalam satuan waktu dengan mengatur ukuran bucket. Jika ukuran bucket lebih dari 1 (>1) atau kapasitas bucket melebihi Maximum Information Rate (MIR), maka ekstra Bandwidth akan diberikan. Ekstra Bandwidth ini dihitung berdasarkan hasil perkalian MIR (max-limit) dengan ukuran bucket. Apabila ukuran bucket bernilai 0.1, maka kapasitas bucket menjadi lebih kecil dari MIR, sehingga Bandwidth yang diberikan akan mengacu pada max-limit yang telah ditentukan. Namun, jika ukuran bucket diatur dengan nilai lebih dari 1, maka ukuran bucket akan melebihi max-limit, sehingga Bandwidth yang diberikan akan menjadi lebih besar dari max-limit. Konsep token bucket dalam penelitian ini mirip dengan konsep menabung tanpa bunga. Pada penelitian ini, nilai bucket size ditetapkan sebesar 10.000 sebagai ukuran bucket yang digunakan.

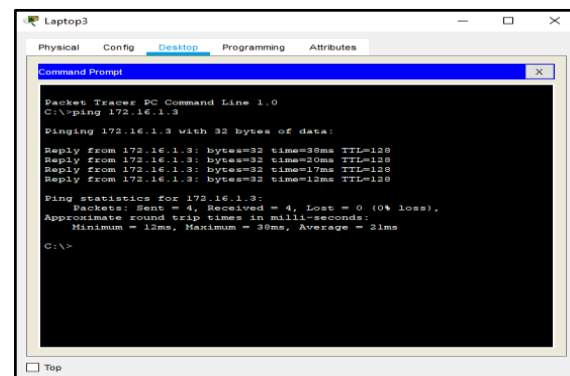
Pada tahap Simulasi, dilakukan pengujian atau percobaan simulasi terhadap topologi jaringan yang akan digunakan. Simulasi ini digunakan agar dapat mengetahui bisa atau tidaknya topologi yang akan digunakan dapat berjalan dengan baik atau tidak.

1. Tahap kinerja jaringan untuk manajemen Bandwidth pada tahap ini, akan dilakukan evaluasi terhadap kinerja awal dari jaringan yang akan diterapkan manajemen Bandwidth. Melalui simulasi ini, peneliti akan mendapatkan wawasan tentang langkah-langkah yang perlu diambil pada tahap selanjutnya guna memperbaiki dan mengoptimalkan kinerja jaringan.
2. MenSimulasi kan topologi pada cisco Pada tahapan ini desain topologi jaringan yang akan dibangun diSimulasi kan terlebih dahulu menggunakan aplikasi cisco dengan topologi Hasil dari tahap desain telah direncanakan dan berikut adalah hasil dari pembuatan topologi jaringan.



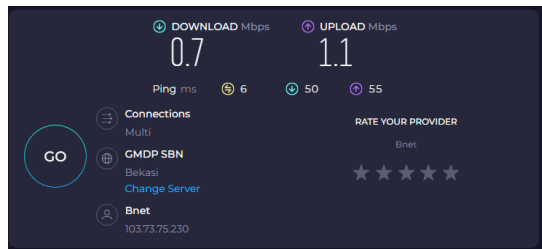
Gambar 2. Simulasi topologi jaringan

Hasil rancangan dari simulasi telah berhasil dijalankan menggunakan aplikasi Cisco Packet Tracer. Setelah itu, dilakukan pengaturan melalui aplikasi Winbox pada perangkat MikroTik yang terhubung terlebih dahulu ke access point. Selanjutnya, jaringan dibagi menjadi beberapa client dengan alamat IP yang berbeda. Dengan konfigurasi ini, klien dapat terhubung ke internet dengan lancar dan menampilkan lampu hijau yang menunjukkan bahwa koneksi internet sudah berhasil terhubung pada masing-masing client.

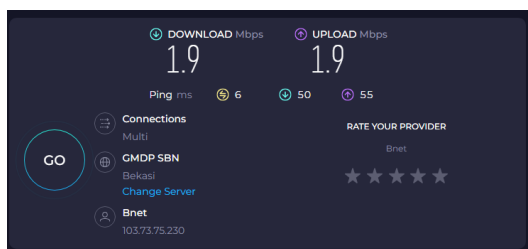


Gambar 3. Hasil koneksi

Dalam tahap ini jaringan sudah berhasil terkoneksi dan berhasil terhubung satu sama lain dengan berarti topologi jaringan yang akan dilakukan dalam penelitian berhasil diterapkan pada tahap monitoring, dilakukan pemantauan terhadap implementasi metode Hierarchical Token Bucket yang telah diterapkan. Tujuan pemantauan ini adalah untuk mengamati hasil penelitian terkait pemerataan Bandwidth berdasarkan Maximum Information Rate (MIR) dan Committed Information Rate (CIR), serta ukuran bucket yang telah ditetapkan. Berikut adalah hasil dari implementasi simple queue yang telah diterapkan. Pada tahap monitoring ini, juga dilakukan evaluasi terhadap pemerataan Bandwidth saat tidak menggunakan bucket size. Kemudian, dilakukan pemantauan jaringan dengan menggunakan bucket size untuk melihat perbedaan yang terjadi dibandingkan dengan penggunaan *bucket size*.

Gambar 4. Hasil monitoring tanpa *bucket size*

Pada gambar diatas menggunakan speed test dengan tidak menggunakan bucket size mendapatkan besaran Bandwidth unduh dengan 0.7 Mbps dan unggah dengan 1.1 Mbps. Dengan menerapkan bucket size, hasilnya klien dapat mengakses Bandwidth lebih besar. Meskipun peningkatan ini hanya berlangsung dalam beberapa saat, tetapi bucket size memungkinkan Bandwidth yang tidak terpakai dapat dimanfaatkan oleh laptop atau perangkat lain yang sedang terhubung ke jaringan. Hal ini memastikan bahwa Bandwidth tidak terbuang percuma dan dapat dimanfaatkan secara efisien oleh perangkat dalam jaringan.

Gambar 5. Hasil monitoring menggunakan *bucket size*

Pada gambar diatas merupakan hasil pemerataan Bandwidth dengan mengkonfigurasi bucket size. Hasilnya client mendapatkan Bandwidth lebih wa;aupun hanya sedikit saja perbedaan nya karena dalam penelitian ini bucket size hanya sebesar 10.000. Dengan adanya tambahan Bandwidth ini diharapkan client dapat sedikit mendapatkan Bandwidth tambahan meski hanya sebentar saja. Monitoring bandwidth ini masih menggunakan situs speedtest.cbn.net.id sama seperti pada tahap sebelumnya, supaya terlihat perbedaan dengan sesudah dan sebelum adanya adanya metode bucket size.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengimplementasian metode Hierarchical Token Bucket untuk manajemen Bandwidth pada Kafe 99 memiliki beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan metode Hierarchical Token Bucket ini telah memberikan manfaat yang sesuai dengan kebutuhan dalam penggunaan internet di Kafe 99. Dengan menerapkan simple queue dan membuat antrian pada Bandwidth setiap klien, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan internet menjadi lebih stabil dan terdapat hirarki

yang sesuai pada setiap klien karena pembagian Bandwidth telah dilakukan dengan proporsional sesuai dengan total Bandwidth yang ditentukan untuk setiap klien. Dengan penerapan CIR dan MIR, pembatasan Bandwidth telah diatur secara merata untuk setiap parent yang ada, sehingga Bandwidth didistribusikan secara adil dan sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Selain itu, keseluruhan sistem menunjukkan hasil yang mengarah pada stabilisasi dan manajemen yang lebih baik terhadap pemanfaatan Bandwidth, sehingga memberikan dampak positif dalam penggunaan internet di Kafe 99.

- Perbedaan yang signifikan terlihat antara menggunakan bucket size dan tidak menggunakan bucket size. Dengan menambahkan bucket size, klien dapat menerima ekstra Bandwidth yang melebihi kapasitas burst yang sebelumnya terbatas. Sebaliknya, jika tidak menggunakan bucket size, Bandwidth yang diterima hanya mencapai batas burst yang telah ditetapkan sebelumnya. Keputusan untuk menggunakan atau tidak menggunakan bucket size tergantung pada kebutuhan Bandwidth yang diperlukan. Jika terdapat sisa Bandwidth dari parent dan tidak ada klien lain yang memanfaatkannya, maka penggunaan bucket size dapat memberikan klien ekstra Bandwidth yang tersedia. Namun, keputusan ini harus diambil dengan mempertimbangkan kebutuhan dan keseimbangan pemanfaatan Bandwidth agar tidak terjadi pemborosan sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Y. B. Pello dan R. Efendi, "Analisis Quality of Service Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Studi Kasus: Fti Uksw) Quality of Service Analysis Using the Hierarchical Token Bucket Method (Case Study: Swcu Fti)," *J. Inform. dan Komputer) Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, vol. 4, no. 3, hal. 193–198, 2021, doi: 10.33387/jiko.
- M. Badrul dan Akmaludin, "Implementasi Quality of Services (Qos) Untuk Optimalisasi Manajemen Bandwidth," *Prosisko Vol. 6 No. 1 Maret 2019*, vol. 6, no. 1, hal. 1–9, 2019.
- L. Lukman, A. M. Saputro, A. S. Wicaksono, F. H. T. Hartomo, dan M. N. Jatun, "Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) di Farid.net," *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 5, no. 3, hal. 209, 2019, doi: 10.24076/citec.2018v5i3.237.
- A. Wahyu Azinar dan R. Sapta Adi, "Analisis QoS (Quality of Service) pada Warnet dengan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket)," *J. Ilm. Nero*, vol. 3, no. 1, hal. 45–52, 2017.
- S. Ahdan, O. Firmanto, dan S. Ramadana, "Rancang Bangun dan Analisis QoS (Quality of Service) Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) pada RT/RW Net

- Perumahan Prasanti 2,” *J. Teknoinfo*, vol. 12, no. 2, hal. 49, 2018, doi: 10.33365/jti.v12i2.89.
- [6] C. A. Pamungkas, “Manajemen Bandwith Menggunakan Mikrotik Routerboard Di Politeknik Indonusa Surakarta,” *Inf. Politek. Indonusa Surakarta*, vol. 1, hal. 22, 2016.
- [7] D. Wintana, D. Pribadi, dan M. Y. Nurhadi, “Analisis Perbandingan Efektifitas White-Box Testing dan Black-Box Testing,” 2022.
- [8] S. Sumardi dan M. T. A. Zaen, “Perancangan Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik Router OS Pada SMAN 4 Praya,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 1, no. 1, hal. 50, 2018, doi: 10.36595/jire.v1i1.32.
- [9] T. Sanjaya dan D. Setiyadi, “Network Development Life Cycle (NDLC) Dalam Perancangan Jaringan Komputer Pada Rumah Shalom Mahanaim,” *Mhs. Bina Insa.*, vol. 4, no. 1, hal. 1–10, 2019.
- [10] C. Hariyadi, “Graf Dalam Topologi Jaringan,” *Ilmu Komput. Dan Teknologi Inf.*, vol. III, no. 10, 2009.