

Traffic Shaping Menggunakan Metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) pada Jaringan Nirkabel

Shiha Budin¹, Imam Riadi²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

² Dosen Program Studi Sistem Informasi, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

Kampus 4 UAD Jl. Ringroad Selatan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, D.I. Yogyakarta 55191, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirimkan 19 September 2019,
Direvisi 24 Oktober 2019,
Diterima 04 November 2019.

Kata Kunci:

Traffic Shaping,
Bandwidth,
Hierarchical Token Bucket,
Quality of Service,
Hotspot.

Penulis Korespondensi:

Shiha Budin,
Program Studi Teknik Elektro,
Universitas Ahmad Dahlan,
Yogyakarta, Indonesia.
Surel/Email:
shiha1300022029@webmail.uad.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan zaman yang semakin pesat menuntut adanya layanan informasi yang lebih cepat, tepat, dan akurat menjadikan jaringan komputer sebagai kebutuhan utama. *Traffic Shaping* dengan *Quality of Service* (QoS) dapat digunakan dalam mengoptimalkan *bandwidth* suatu jaringan untuk menentukan jenis-jenis lalu lintas jaringan. Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dapat mengimplementasi pembagian trafik yang lebih akurat, dengan *bandwidth* yang tidak digunakan dapat dioptimalkan oleh pengguna lain. Hasil *traffic shaping* menggunakan metode HTB menghasilkan rata-rata indeks QoS yaitu 3,75 dan dapat dikategorikan Baik, dibandingkan sebelum menerapkan *traffic shaping* yaitu rata-rata 2,25 yang dikategorikan Kurang Baik. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kinerja jaringan *hotspot* dengan *Traffic Shaping* dan *Quality of Service* (QoS) dapat meningkatkan kualitas jaringan daripada sebelumnya.

The development of an increasingly rapid era requires the existence of information services that are faster, more precise, and accurate, making computer networks a primary need. Traffic Shaping with Quality of Service (QoS) can be used in optimizing the bandwidth of a network to determine the types of network traffic. The Hierarchical Token Bucket (HTB) method can implement more accurate traffic sharing, with unused bandwidth being optimized by other users. The results of traffic shaping using the HTB method produces an average QoS index of 3.75 and can be categorized Good, compared to before applying traffic shaping which is an average of 2.25 which is categorized as Poor. Based on the test results it can be concluded that the performance of hotspot networks with Traffic Shaping and Quality of Service (QoS) can improve network quality than before.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Sitasi Dokumen ini:

S. Budin and I. Riadi, "Traffic Shaping Menggunakan Metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) pada Jaringan Nirkabel," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 144--152, 2019. DOI: [10.12928/biste.v1i3.1100](https://doi.org/10.12928/biste.v1i3.1100)

1. PENDAHULUAN

Jaringan internet merupakan gabungan dari beberapa komputer dalam suatu jaringan yang saling terhubung melalui media kabel. Perkembangan teknologi yang kini kian pesat, membuat perangkat-perangkat baru yang ada sekarang dirasa kurang efektif untuk mengaplikasikan media kabel, sehingga diciptakan teknologi jaringan yang berbasis *wireless*, atau disebut juga jaringan tanpa kabel (nirkabel) untuk dapat menjawab segala kekurangan dari media jaringan berbasis kabel [1].

Universitas Ahmad Dahlan merupakan salah satu instansi Muhammadiyah yang bergerak dibidang pendidikan di kota Yogyakarta. Universitas Ahmad Dahlan memiliki *hotspot* yang dapat digunakan untuk kegiatan *civitas* akademik serta membantu proses belajar mengajar, seperti pemanfaatan *e-learning* dan *blog*. Salah satu *hotspot* berada di Laboratorium Komputer dan Informatika Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan (UAD). *Hotspot* tersebut sering digunakan untuk keperluan *browsing* dan lain sebagainya bagi *user* disekitar area *hotspot*.

Dengan adanya jaringan *hotspot* di Laboratorium Komputer dan Informatika Teknik Elektro UAD, sehingga dibutuhkan monitoring *Quality of Service* pada jaringan *hotspot* tersebut. Untuk mengoptimalkan jaringan *hotspot*, diperlukan manajemen *bandwidth* yang baik agar tidak terjadi rebutan *bandwidth* antar pengguna *hotspot*.

Penggunaan *bandwidth* yang lebih efisien dapat dilakukan administrator jaringan internet dengan menerapkan manajemen *bandwidth* dalam lalu lintas datanya menggunakan *traffic shaping*. Tanpa dukungan manajemen *bandwidth*, menyebabkan pengguna jaringan internet menggunakan *bandwidth* dengan tidak teratur yang menyebabkan pengguna lain tidak mendapatkan bagian *bandwidth* yang seharusnya didapat [2].

Metode *Traffic Shaping* merupakan metode yang digunakan untuk mengatur lalu lintas data ke perangkat jaringan agar alirannya sesuai dengan kecepatan yang ditentukan. *Traffic shaping* dapat dilakukan dengan menerapkan *Hierarchical Token Bucket* (HTB), kelebihan *traffic shaping* menggunakan metode HTB yaitu dapat membatasi *traffic* pada tiap level maupun klasifikasi, sehingga *bandwidth* yang tidak digunakan oleh pengguna yang menggunakan *traffic* tinggi dapat dipinjam atau digunakan oleh pengguna yang menggunakan *traffic* lebih rendah [3].

Penelitian terkait oleh Qalbi (2017) dengan judul: Optimalisasi Jaringan *Wireless* Menggunakan *Quality of Service*(QoS) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Penelitian ini menjelaskan beberapa masalah antara lain lambatnya kecepatan *browsing*, tetapi ada juga pengguna yang lancar dan cepat sekali melakukan *browsing*. Telah diimplementasikan QoS dan metode HTB dengan hasil pengukuran setelah diterapkan QoS menunjukkan rata-rata *delay*=50 ms, *packet loss*=2%, *jitter*=6,4 ms dan rata-rata *throughput* = 128 kb. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa penerapan QoS dengan HTB memberikan hasil yang lebih baik dan optimal dalam manajemen *bandwidth*.

2. DASAR TEORI

2.1 Bandwidth

Bandwidth didefinisikan sebagai suatu data yang dapat ditransmisikan dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu jaringan pada waktu tertentu. Jumlah penggunaan paket data per satuan waktu juga dapat dikatakan *bandwidth*. Satuan *bandwidth* dinyatakan dengan *bit per second* (bps). Deretan angka yang terdiri dari 0 dan 1 atau yang dikenal dengan istilah *bit* atau *binary digit*. Banyaknya bit (angka 0 dan 1) yang dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain dalam setiap detiknya melalui suatu media merupakan gambaran dari satuan ini [4].

2.2 Traffic Shaping

Traffic Shaping merupakan proses manajemen *bandwidth* untuk mengoptimalkan jaringan internet dengan menerapkan *Quality of Service* (QoS) sebagai penentu trafik suatu jaringan. *Quality of Service* (QoS) adalah teknologi yang berguna pada suatu jaringan untuk memberikan layanan adil dan merata bagi pengguna jaringan komputer. *Quality of Service* dapat mengontrol trafik jaringan agar tidak terjadi kemacetan (*congestion*) antar pengguna jaringan [4][5]. *Traffic Shaping* memiliki beberapa fitur, yaitu:

a. Bandwidth Priority

yaitu memprioritaskan *bandwidth* pada saat lalu lintas penuh, aplikasi prioritas lebih tinggi akan ditingkatkan atau diprioritaskan sehingga memperlambat prioritas yang lebih rendah.

b. Jaminan Bandwidth

yaitu pembagian batas minimal dan maksimal *bandwidth* ke saluran spesifik dan koneksi saluran sebenarnya. Memanfaatkan *bandwidth* yang berlebih pada saat tertentu, sehingga batas koneksi minimum yang didapat melebihi dari *bandwidth* jaminan.

c. Permintaan Bandwidth

yaitu permintaan *bandwidth* minimal *byte* saat mulai melakukan koneksi sampai koneksi diakhiri. Ketika *bottleneck* fitur ini dapat dimanfaatkan.

d. Penandaan *Bandwidth*

Yaitu indikator yang menandakan koneksi yang keluar dari batas maksimal yang diizinkan oleh suatu saluran dengan koneksi yang lain.

2.3 Hierarchical Token Bucket (HTB)

HTB sangat berguna untuk mengatasi bermacam-macam jenis dari sebuah trafik karena menerapkan metode kelas antrian (*classful queuing*). Melakukan pengelompokan-pengelompokan bertingkat dapat membuat susunan antrian dari HTB menjadi lebih terstruktur [6]. *Hierarchical Token Bucket* memberikan kemudahan dalam pemakaian, karena menggunakan metode peminjaman dan pembagian *bandwidth* yang lebih akurat. Cara ini memberikan pembatasan trafik bagi pengguna, sehingga pemakaian *bandwidth* dapat dioptimalkan dengan baik [3]. *Hierarchical Token Bucket* dapat diterapkan melalui langkah-langkah berikut:

- a. Mengkonfigurasi *Mangle* dengan menandai setiap paket pada koneksi pengguna.
- b. Mengkonfigurasi *Queue* dengan menginputkan CIR (*Committed Information Rates*), MIR (*Maximum Information Rates*), *Parent* dan prioritas dari tiap paket.

Langkah tersebut berarti permintaan *bandwidth* dari pengguna baik itu *download* ataupun *upload*, selanjutnya *mangle* akan menandai secara otomatis paket yang masuk untuk mendapatkan batasan *bandwidth* (baik batas atas maupun batas bawah) pada *Queue*. Langkah pembatasan dan penandaan ini akan tetap berjalan selama pengguna terus melakukan permintaan *bandwidth* [7].

2.4 Quality of Service (QoS)

Quality of Service didefinisikan sebagai kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan tingkat jaminan layanan yang berbeda-beda [8]. Persentase dan nilai dari QoS menurut standarisasi jaringan versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) [9] terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Indeks parameter *Quality of Service* [8][10]

Nilai	Persentase	Indeks
3,8 s/d 4	95% - 100%	Sangat Baik
3 s/d 3,79	75% - 94,75%	Baik
2 s/d 2,99	50% - 74,75%	Kurang Baik
1 s/d 1,99	25% - 49,75%	Buruk

Klasifikasi nilai yang terdapat pada Tabel 1 digunakan untuk menentukan seberapa baik kualitas jaringan menurut indeks *Quality of Service* dengan menghitung rata-rata indeks pada pengukuran *Throughput*, *Packet Loss*, *Jitter* dan *Delay*.

Parameter dalam *Quality of Service*:

a) *Throughput*

Merupakan variasi beban dari pengguna lain ketika menggunakan sumber yang sama. Kategori *throughput* terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Performansi *Throughput*

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

Sumber: TIPHON

b) *Packet Loss*

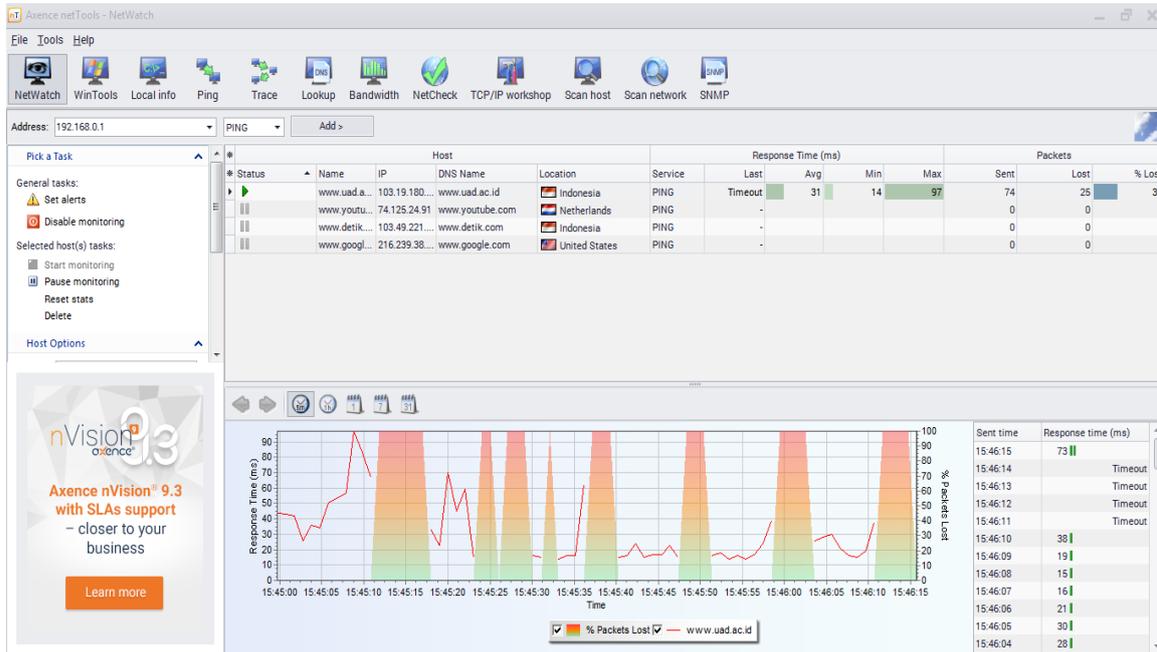
Diartikan sebagai kegagalan transmisi paket IP dalam mencapai tujuannya. Kategori *packet loss* terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Performansi *Packet Loss*

Kategori	Besar <i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat Baik	0% - 2%	4
Baik	3% - 14%	3
Sedang	15% - 24%	2
Buruk	>25%	1

Sumber: TIPHON

Pengukuran *throughput* dan *packet loss* menggunakan *software Axence NetTools* seperti pada Gambar 1. Hasil pengukuran langsung tertera pada aplikasi tersebut.



Gambar 1 Tampilan *axence netTools*

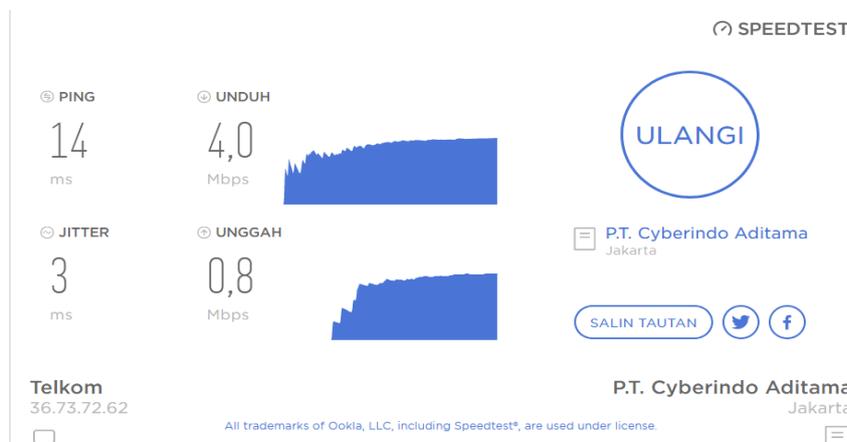
c) *Jitter*

Variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan berbasis IP (*Internet Protocol Address*). Kategori *jitter* terlihat pada tabel 4. Pengukuran *jitter* dengan menggunakan *speedtest.cbn* pada situs <https://speedtest.cbn.id/> dengan langsung menjalankannya. Tampilan *speedtest.cbn* seperti Gambar 2.

Tabel 4 Performansi *Jitter*

Kategori	Besar <i>Jitter</i>	Indeks
Sangat Baik	0 ms	4
Baik	1 ms – 75 ms	3
Sedang	76 ms – 125 ms	2
Buruk	126 ms – 225 ms	1

Sumber: TIPHON



Gambar 2 Tampilan *speedtest.cbn*

d) *Delay*

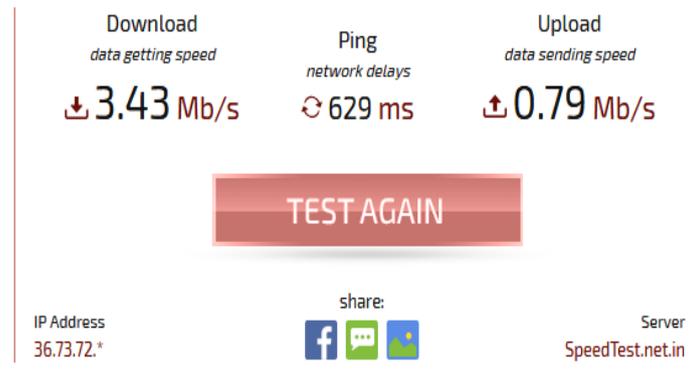
Adalah proses transmisi dari suatu titik ke titik lain yang menjadi tujuan yang mengalami waktu tunda. Kategori *delay* terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Performansi *delay*

Kategori	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150 ms – 300 ms	3
Sedang	300 ms – 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

Sumber: TIPHON

Pengukuran *jitter* dengan menggunakan *speedtest.net* pada situs <https://speedtest.net/> dengan langsung menjalankannya. Tampilan *speedtest.net* seperti Gambar 3.



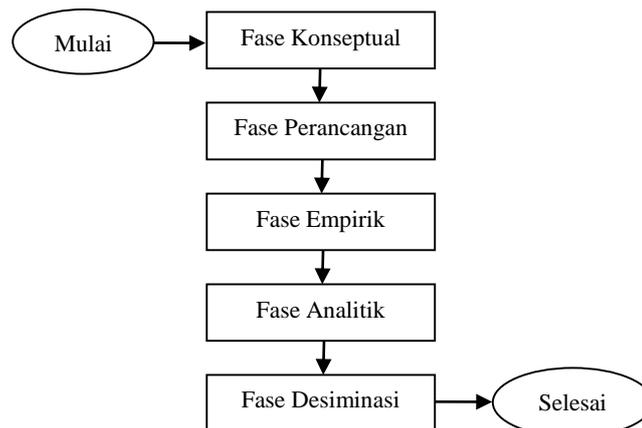
Gambar 3 Tampilan *speedtest.net*

Parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Jitter* dan *Delay* digunakan untuk mengetahui kualitas dari suatu jaringan apakah sudah memenuhi standar *Quality of Service* atau belum.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Proses Eksperimen

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Metode ini menggunakan angka sebagai data yang akan dianalisis dan digunakan untuk mengetahui apa yang ingin diteliti [10]. Tahapan penelitian kuantitatif ditunjukkan pada Gambar 4 yang berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian kuantitatif.



Gambar 4 Tahapan penelitian kuantitatif

1. Fase Konseptual
Merupakan awal dimulainya penelitian, seperti tahapan identifikasi masalah, rumusan masalah, dan studi literatur.
2. Fase Perancangan
Mendesain parameter dan model penelitian. Fase perancangan ini juga termasuk mendesain rancangan penelitian dari awal sampai akhir penelitian.

3. Fase Empirik
Dilakukan pengujian pada tempat dan waktu tertentu untuk pengambilan data. Data yang telah terkumpul selanjutnya akan dianalisis.
4. Fase Analitik
Menganalisis dan mengolah data hasil penelitian. Data yang telah terkumpulkan dari pengukuran selanjutnya dianalisis dan diolah serta dilakukan evaluasi terhadap hasil-hasil penelitian sehingga didapatkan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.
5. Fase Diseminasi
Pembuatan laporan hasil penelitian untuk memudahkan pembaca dalam memahami hasil penelitian.

3.2 Topologi Jaringan

Penerapan topologi untuk *traffic shaping bandwidth* dilakukan dengan cara mengetahui kondisi awal topologi jaringan untuk selanjutnya diimplementasikan sistem ini. Penerapan topologi jaringan dapat memberikan hasil yang maksimal jika sesuai dengan kondisi tempat penelitian. Topologi jaringan pada sistem ini terlihat pada Gambar 5.

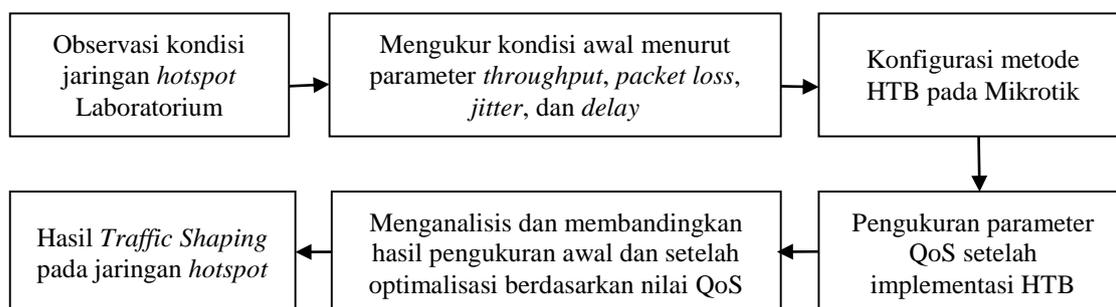


Gambar 5 Topologi jaringan

Pada Gambar 5 diketahui bahwa topologi menggunakan HTB untuk mengatur *bandwidth*. Jaringan *hotspot* diatur *bandwidth*-nya menggunakan *router* yang telah di implementasikan QoS metode HTB agar pengguna jaringan mendapatkan *bandwidth* yang adil.

3.3 Diagram Blok Sistem

Diagram blok *traffic shaping bandwidth* ini dengan menerapkan QoS pada jaringan nirkabel (*hotspot*) menggunakan implementasi metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Rancangan sistem *traffic bandwidth* terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Blok Desain Sistem

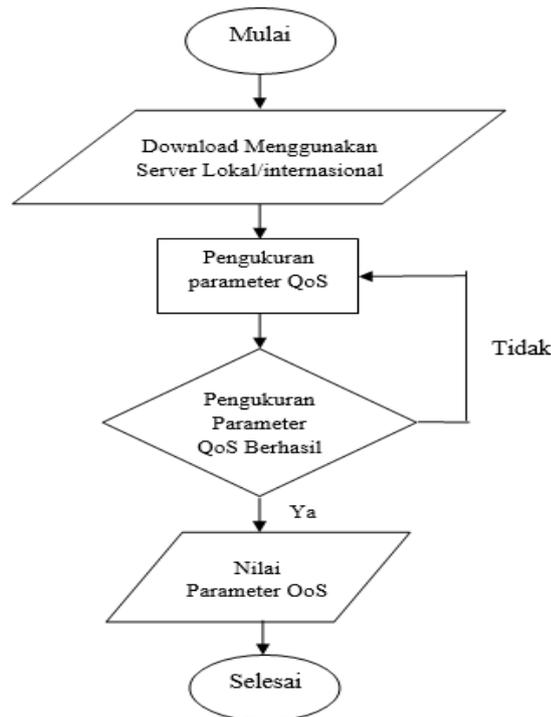
Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam perancangan sistem analisis jaringan *hotspot* pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan observasi terhadap jaringan awal tempat penelitian (jaringan *hotspot*).
- b. Melakukan pengukuran terhadap kondisi jaringan awal berdasarkan parameter QoS yaitu *Throughput*, *Jitter*, *Delay*, dan *Packetloss*.

- c. Setelah mengukur kondisi awal jaringan, selanjutnya melakukan implementasi penerapan metode pembagian *bandwidth Hierarchical Token Bucket* (HTB) dengan membuat konfigurasi HTB pada mikrotik.
- d. Mengukur parameter QoS untuk metode pembagian *bandwidth* HTB.
- e. Menganalisa dan membandingkan hasil penelitian sebelum dan sesudah diterapkan metode pembagian *bandwidth* HTB.
- f. Mendapatkan hasil analisa dari pengukuran QoS jaringan *hotspot*.

3.4 Flowchart Pengukuran

Flowchart pengukuran parameter merupakan alur berjalannya sistem pengambilan data yang akan dijadikan tolak ukur data yang dibutuhkan. Parameter ini berguna untuk menentukan kualitas QoS, apakah berjalan dengan baik atau buruk. Diagram alir parameter pengukuran ini terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Flowchart pengukuran

Pada gambar 7 pengukuran dilakukan dengan melakukan *upload* atau *download file*. Setelah melakukan *upload* atau *download*, sistem akan menghitung kualitas jaringan menggunakan parameter QoS. Apabila berhasil akan didapatkan nilai parameter, jika pengukuran gagal maka dilakukan pengukuran kembali.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Pengukuran kualitas kinerja jaringan dengan menerapkan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) menurut parameter QoS yaitu *Throughput*, *Packet Loss*, *Jitter*, dan *Delay*. Dilakukan pengukuran sebelum implementasi metode *Hierarchical Token Bucket* dan setelah diimplementasikan untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah implementasi.

4.2 Pengukuran Awal

Hasil pengukuran kualitas *Quality of Service* pada kondisi awal jaringan terlihat pada Tabel 6. Pada Tabel 6 hasil *throughput* pada pengukuran ke-1 dan ke-3 merupakan hasil pengukuran terendah dan masuk kategori buruk, sedangkan pengukuran ke-2, 3 dan 5 mendapatkan hasil dalam kategori sangat baik. Hasil pengukuran *packet loss* dalam keadaan baik pada pengukuran ke-2 dan ke-5, pengukuran ke-3 kondisi sedang, dan pengukuran ke-1 dan ke-3 dalam kondisi buruk. Hasil *jitter* pada pengukuran ke-1,3 dan 6 kategori baik, pengukuran ke-2 kategori sedang, dan pengukuran ke-4 kategori buruk. Hasil *delay* pada pengukuran ke-1 kategori sangat baik, pengukuran ke-2,3 dan 4 dalam kategori baik, dan hasil pengukuran ke-5 dalam kategori sedang.

Tabel 6 Pengukuran kondisi awal

Pengukuran ke-	Throughput (%)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)
1	23	70	30	100
2	90	7	124	200
3	93	17	65	206
4	32	52	145	207
5	85	7	36	369
Rata-rata	64,6	30,6	80	216,4

Nilai rata-rata pengukuran *Throughput* sebesar 64,6% (Baik), *Packet Loss* sebesar 30,6% (Buruk), *Jitter* sebesar 80 ms (Sedang) dan *Delay* sebesar 216,4 ms (Baik). Menurut hasil rata-rata tersebut, kinerja jaringan pada kondisi awal masih kurang maksimal dan terjadi transmisi data yang tidak lancar dikarenakan nilai *packet loss* dan *jitter* dalam kategori buruk dan sedang.

4.3 Implementasi Hierarchical Token Bucket (HTB)

Hasil pengukuran kualitas *Quality of Service* menggunakan metode HTB terlihat pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 hasil pengukuran *throughput*, *packet loss* dan *jitter* pada pengukuran ke-1 sampai pengukuran ke-5 masuk dalam kategori sangat baik. Hasil pengukuran *delay* pada pengukuran ke-1 dalam kategori baik dan pada pengukuran ke-2 sampai pengukuran ke-5 kategori sangat baik.

Tabel 7 Pengukuran metode HTB

Pengukuran ke-	Throughput (%)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)
1	100	0	10	190
2	100	0	4	105
3	100	0	3	92
4	100	0	3	92
5	100	0	6	92
Rata-rata	100	0	5,2	114,2

Hasil rata-rata *throughput* sebesar 100% (Sangat Baik), *Packet Loss* sebesar 0% (Sangat Baik), *Jitter* sebesar 5,2 ms (Baik) dan *Delay* 114,2 ms (Sangat Baik). Hasil yang didapat setelah mengimplementasikan metode HTB mengalami perubahan yang lebih baik daripada pengukuran kondisi awal dan menunjukkan transmisi data berjalan lebih lancar.

4.4 Analisis Hasil Pengukuran

Proses pengukuran yang telah dilakukan, mulai dari pengukuran awal sampai implementasi metode pembagian *bandwidth*, selanjutnya dilakukan analisis hasil pengukuran dengan cara perbandingan terhadap nilai standar *Quality of Service* itu sendiri dan menjadi bahan acuan pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil pengukuran *Quality of Service* dapat disimpulkan indeks kualitas jaringan berdasarkan nilai rata-rata seperti pada Tabel 8.

Tabel 8 Indeks hasil pengukuran awal dan implementasi QoS

Metode	Parameter QoS	Hasil Pengukuran	Standar TIPHON	Indeks Nilai
Awal	<i>Throughput</i>	64,6%	Baik	3
	<i>Packet Loss</i>	30,6 %	Buruk	1
	<i>Jitter</i>	80 ms	Sedang	2
	<i>Delay</i>	216,4 ms	Baik	3
	Hasil Rata-rata			
HTB	<i>Throughput</i>	100 %	Sangat Baik	4
	<i>Packet Loss</i>	0 %	Sangat Baik	4
	<i>Jitter</i>	5,2 ms	Baik	3
	<i>Delay</i>	114,2 ms	Sangat Baik	4
	Hasil Rata-rata			

Berdasarkan Tabel 8 nilai rata-rata indeks pada pengukuran awal yaitu 2,25 dan menurut indeks parameter *Quality of Service* (QoS), hasil tersebut dapat dikategorikan Kurang Baik, sedangkan hasil rata-rata indeks QoS menggunakan metode HTB yaitu 3,75, dan menurut indeks parameter *Quality of Service* (QoS) hasil tersebut dapat dikategorikan Baik. Hasil rata-rata indeks QoS menunjukkan bahwa ada peningkatan kualitas jaringan sebelum dan sesudah implementasi metode *Hierarchical Token Bucket*.

5. KESIMPULAN

Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dapat digunakan untuk melakukan pembagian *bandwidth*. Hasil pengukuran awal sebelum menerapkan QoS yaitu: *throughput* 64,6% (Baik), *packet loss* 30,6% (Buruk), *jitter* 80 ms (Sedang), *delay* 216,4 ms (Baik). Setelah melakukan implementasi pembagian *bandwidth* menggunakan metode HTB didapatkan hasil yaitu *throughput* 100% (Sangat Baik), *packet loss* 0% (Sangat Baik), *jitter* 5,2 ms (Baik), *delay* 114,2 ms (Sangat Baik). Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kinerja jaringan *hotspot* dapat digunakan dengan baik dan dapat meningkatkan kinerja *hotspot* dari kondisi semula berupa pembagian *bandwidth* yang lebih adil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sampaikan ucapan terima kasih kepada editor dan reviewer atas segala saran, masukan dan telah membantu dalam proses penerbitan naskah. Ucapan terima kasih juga ditunjukkan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan memberikan bantuan moral dan material.

REFERENSI

- [1] B. Sugiantoro and Y. B. Mahardhika, "Analisis Quality Of Service Jaringan Wireless Sukanet Wifi Di Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Kalijaga," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 191–201, 2018. DOI: [10.15408/jti.v10i2.7027](https://doi.org/10.15408/jti.v10i2.7027)
- [2] P. Silitonga and I. S. Morina, "Analisis QoS (Quality of Service) Jaringan Kampus dengan Menggunakan Microtic Routerboard," *J. TIMES*, vol. 5, no. 69, pp. 12–17, 2014. [Google Scholar](#)
- [3] A. I. Wijaya and L. B. Handoko, "Manajemen Bandwidth Dengan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Semarang," *J. Tek. Inform. Udinus*, vol. 1, no. 1, pp. 5–7, 2014. DOI: [10.24076/citec.2018v5i3.237](https://doi.org/10.24076/citec.2018v5i3.237)
- [4] I. Riadi, "Optimasi Bandwidth Menggunakan Traffic Shaping," *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 374–382, 2010. [Google Scholar](#)
- [5] M. Syaifulah, "Metode Traffic Shaping Pada Layer 7 Protocol Untuk Mengoptimalkan Kinerja Jaringan Komputer Menggunakan Mikrotik (Studi Kasus Di SMK Negeri 1 Bukit Batu)," *J. Ilmu Komput. dan Bisnis*, vol. 8, no. 1, pp. 1890–1934, 2017. [Google Scholar](#)
- [6] Lisnawita, "Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket," *J. Teknol. Inormasi Komun. Digit. Zo.*, vol. 7, no. 1, pp. 18–25, 2016. DOI: [10.31849/digitalzone.v7i1.520](https://doi.org/10.31849/digitalzone.v7i1.520)
- [7] Y. Arifin, "Implementasi Quality Of Service Dengan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) PADA PT. KOMUNIKA LIMA DUABELAS," *J. Elektron. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. May 2014, p. 32, 2012. [Google Scholar](#)
- [8] R. Wulandari, "Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016. DOI: [10.28932/jutisi.v2i2.454](https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i2.454)
- [9] Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of Service (QoS), "TR 101 329," *ETSI Technical Report*, 1999. [Online](#)
- [10] I. Iskandar and A. Hidayat, "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)," *J. CoreIT*, vol. 1, no. 2, pp. 67–76, 2015. DOI: [10.24014/coreit.v1i2.1233](https://doi.org/10.24014/coreit.v1i2.1233)

BIOGRAFI PENULIS



Shiha Budin

Lahir di Riau. Menyelesaikan pendidikan S1 Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.



Imam Riadi

Lahir di Kudus. Menyelesaikan pendidikan S1 Pendidikan Teknik Komputer/Teknik Elektro di Universitas Negeri Yogyakarta, S2 dan S3 Ilmu Komputer di Universitas Gajah Mada Yogyakarta dengan judul Disertasi "*Framework Untuk Forensik Internet Menggunakan k-means Clustering dan Horizontal Partitioning*". Saat ini beliau adalah dosen aktif di Program Studi Sistem Informasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.