

# Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Router Mikrotik dengan Metode Hierarchical Token Bucket (Studi Kasus: SD Negeri 1 Sukasada)

Putu Alta Saputra<sup>a1</sup>, I Made Agus Dwi Suarjaya<sup>a2</sup>, Gusti Made Arya Sasmita<sup>a3</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

email: [1altasaputra@student.unud.ac.id](mailto:1altasaputra@student.unud.ac.id), [2agussuarjaya@it.unud.ac.id](mailto:2agussuarjaya@it.unud.ac.id), [3aryasasmita@unud.ac.id](mailto:3aryasasmita@unud.ac.id)

## Abstrak

Layanan jaringan internet menjadi sebuah kebutuhan utama dalam suatu proses pertukaran data ataupun informasi. Banyak pekerjaan yang terbantu dengan adanya penggunaan layanan internet. Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada merupakan salah satu sekolah yang berlokasi di kota Singaraja. Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada sudah menggunakan layanan internet untuk menunjang segala jenis kegiatan dan pekerjaan. Permasalahan muncul ketika banyak orang yang menggunakan jaringan internet. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan manajemen bandwidth menggunakan metode Hierarchical Token Bucket yang pembagian dilakukan secara hierarki yang dibagi menjadi beberapa kelas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatur pembagian bandwidth agar layanan internet bekerja secara optimal, dan melakukan perbandingan antara sebelum dan sesudah manajemen bandwidth menggunakan metode Hierarchical Token Bucket. Pengujian dilakukan dengan melakukan analisis quality of service berdasarkan standarisasi TIPHON. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan manajemen bandwidth adalah metode Hierarchical Token Bucket dapat bekerja dengan baik sehingga bandwidth untuk user tersebar secara merata, dan berdasarkan standarisasi TIPHON, mendapatkan nilai indeks 4 dengan kategori sangat baik.

**Kata Kunci:** Hierarchical Token Bucket, Internet, Manajemen Bandwidth, Quality of Service

## Abstract

Internet network services become a major requirement in a process of exchanging data or information. Many jobs are helped by the use of internet services. Sukasada State Elementary School 1 is one of the schools located in the city of Singaraja. State Elementary School 1 Sukasada already uses internet services to support all kinds of activities and work. Problems arise when many people use the internet network. These problems can be overcome by performing bandwidth management using the Hierarchical Token Bucket method which is divided into several classes. The purpose of this study is to regulate the distribution of bandwidth so that internet services work optimally, and to compare before and after bandwidth management using the Hierarchical Token Bucket method. Testing is done by analyzing the quality of service based on TIPHON standardization. The results obtained after bandwidth management is done is that the Hierarchical Token Bucket method can work well so that the bandwidth for users is spread evenly, and based on the TIPHON standard, it gets an index value of 4 with a very good category.

**Keyword:** Bandwidth Management, Hierarchical Token Bucket, Internet, Quality of Service.

## 1. Pendahuluan

Layanan jaringan internet menjadi sebuah kebutuhan utama dalam suatu proses pertukaran data ataupun informasi. Banyak aspek kehidupan yang terbantu dengan adanya layanan internet [1]. Oleh karena itu, kemajuan teknologi internet harus terus dilakukan yang diiringi dengan meningkatnya kualitas dan kuantitasnya [2]. Tingginya kebutuhan akses internet oleh pengguna jaringan, menimbulkan masalah menurunnya kualitas internet. Penggunaan internet secara massal akan mengakibatkan penurunan performa dan kualitas jaringan yang dimiliki, seiring dengan bertambahnya pengguna yang mengakses jaringan internet [3]. Permasalahan pada jaringan internet dapat disebabkan oleh perangkat internet yang

kurang memadai, dan pengguna layanan internet yang tidak termanajemen. Masalah inilah yang muncul pada Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan manajemen *user* dan manajemen *bandwidth* pada jaringan komputer sehingga jaringan tersebut dapat bekerja secara optimal. *Bandwidth* merupakan kapasitas atau daya tampung kabel *ethernet* agar dapat dilewati jalur paket data dalam jumlah tertentu [4]. Manajemen *bandwidth* ini dilakukan untuk mengatur hak akses pengguna yang dapat menggunakan layanan internet, jadi tidak sembarang orang dapat menggunakan *bandwidth* tersebut. Manajemen *bandwidth* harus diterapkan ketika terdapat banyak *client* yang menggunakan jaringan yang sama [5]. Menerapkan manajemen *bandwidth* dapat membantu dalam hal monitoring penggunaan internet [6].

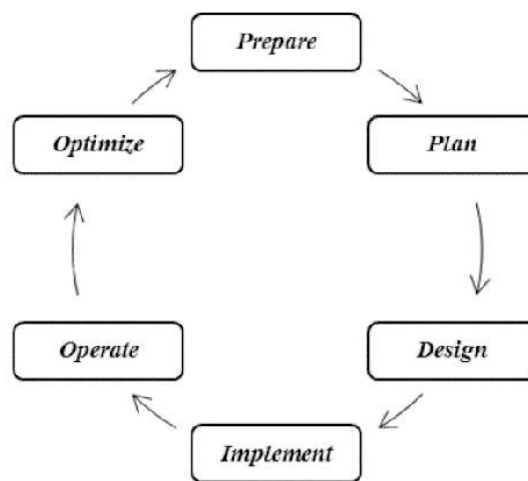
*Router* merupakan perangkat jaringan yang mampu mengirimkan paket data dari satu jaringan ke jaringan yang lain menggunakan metode pengalamatan dan protokol tertentu [7]. *Router* MikroTik merupakan sebuah perangkat jaringan komputer yang memiliki fitur untuk melakukan pengaturan (manajemen) pada jaringan komputer. MikroTik dapat digunakan untuk mengatur *bandwidth*, manajemen jaringan, dan juga dapat berperan sebagai *firewall* yang mampu mengatur hak akses *user*. Pengaturan *bandwidth* dilakukan untuk mengatur tiap data yang lewat sehingga setiap *user* mendapatkan *bandwidth* secara adil dan merata [8]. Konfigurasi yang dilakukan pada *router* MikroTik menggunakan teknik *simple queue* untuk mengatur pembagian *bandwidth*. Teknik *simple queue* dapat digunakan untuk mengatur kecepatan *download upload user* [9]. Penggunaan metode *Hierarchical Token Bucked* (HTB) berfungsi untuk pembagian dilakukan secara hierarki yang dibagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan kebutuhan.

Penggunaan *router* MikroTik disarankan karena sudah memiliki fitur yang lengkap dalam manajemen jaringan internet. Melakukan manajemen *bandwidth* menggunakan *router* MikroTik dapat dilakukan secara mudah [10]. Pemasangan *router* MikroTik tidak memerlukan tempat yang luas karena ukuran *router* MikroTik yang relatif kecil, tidak mengkonsumsi daya listrik yang terlalu besar, harga yang lebih terjangkau, penggunaannya lebih aman dibandingkan menggunakan *router* PC, serta konfigurasi yang dilakukan pada *router* MikroTik lebih mudah dilakukan.

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan di atas, maka penulis merasa perlu mengangkat permasalahan tersebut menjadi sebuah penelitian yang berjudul "Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan *Router* Mikrotik dengan Metode *Hierarchical Token Bucket* (Studi Kasus: Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada)".

## 2. Metodologi Penelitian

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan pada penelitian implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan *router* MikroTik dengan metode *Hierarchical Token Bucket* pada Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada.



Gambar 1. Metode Penelitian PPDIOO

[Gambar 1](#) merupakan alur penelitian yang menggunakan konsep PPDIIO. Metode PPDIIO merupakan sebuah metode untuk merancang dan mendesain jaringan yang diciptakan oleh Cisco. Metode PPDIIO yang terdiri dari enam fase yaitu, *prepare* (persiapan), *plan* (perencanaan), *design* (desain), *implement* (implementasi), *operate* (operasi), dan *optimize* (optimasi).

### 3. Kajian Pustaka

Kajian pustaka yang digunakan dalam penelitian implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan *router* MikroTik dengan metode *Hierarchical Token Bucket* pada Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada adalah sebagai berikut.

#### 3.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sebuah jaringan telekomunikasi yang menghubungkan dua atau lebih komputer sehingga mampu melakukan proses pertukaran data [11]. Setiap komputer yang terhubung dapat saling meminta dan memberi layanan. Komputer yang meminta layanan disebut *client* sedangkan komputer yang berperan sebagai pemberi layanan disebut dengan *server*. *Design* jaringan tersebut disebut dengan sistem *client-server* [12]. Media perantara yang digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer tersebut dapat berupa berkabel dan nirkabel [13].

#### 3.2 Manajemen Bandwidth

*Bandwidth* merupakan kapasitas atau daya tampung kabel *ethernet* agar dapat dilewati jalur paket data dalam jumlah tertentu [4]. *Bandwidth* pada jaringan komputer sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk kecepatan transfer data yang dibawa dari satu titik ke titik yang lain dalam jangka waktu tertentu. Satuan yang digunakan pada *bandwidth* adalah *Bit per Second* (bps).

#### 3.3 Hierarchical Token Bucket

*Hierarchical Token Bucket* merupakan metode untuk mengatur pembagian *bandwidth* yang dilakukan secara hierarki yang dibagi menjadi beberapa kelas atau level sehingga pembagian akan dilakukan secara optimal. Metode *Hierarchical Token Bucket* dapat membatasi jalur data setiap level, jika ada *bandwidth* yang tidak terpakai dapat digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah. Metode *Hierarchical Token Bucket* sangat berguna untuk membatasi rating *download* dan *upload client*, sehingga *client* tidak dapat menggunakan *bandwidth* secara berlebihan [14].

#### 3.4 Simple queue

Metode *simple queue* merupakan sebuah metode manajemen *bandwidth* sederhana yang dimiliki oleh *router* MikroTik. Pembatasan dilakukan berdasarkan IP *address* yang dimiliki oleh *client*, dengan menentukan batasan kecepatan maksimal *upload* dan *download* [15]. Pembatasan berdasarkan data *rate* dapat dilakukan dalam manajemen *bandwidth* yang diterapkan pada jaringan komputer dengan skala kecil hingga menengah untuk mengatur penggunaan *bandwidth* untuk setiap pengguna [16].

#### 3.5 Quality of Service

*Quality of Service* atau QoS merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur kinerja suatu jaringan internet. *Quality of Service* atau QoS dapat digunakan untuk mendefinisikan karakteristik dari layanan internet sehingga dapat diketahui seberapa baik kualitas jaringan internet yang dimiliki. Parameter yang sering digunakan dalam analisa *quality of service* adalah *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. *Throughput* merupakan banyaknya paket yang berhasil diterima pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut, yang dihitung dalam satuan bps. *Delay* merupakan lama waktu yang dibutuhkan suatu paket untuk melakukan proses transmisi dari satu titik asal ke titik yang menjadi tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak transmisi, media fisik, kongesti atau lama waktu yang dibutuhkan selama proses transmisi berlangsung. *Packet loss* adalah banyaknya paket yang hilang pada suatu jaringan, yang biasanya disebabkan oleh tabrakan antar paket, penuhnya kapasitas *bandwidth*, dan penurunan paket yang disebabkan oleh habisnya TTL dari paket. *Jitter* merupakan variasi delay antar paket pada sebuah jaringan. *Jitter* diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, waktu pengolahan data, peningkatan *traffic* secara mendadak sehingga menimbulkan efek penyempitan *bandwidth* dan menyebabkan antrian.[17]

**4. Hasil dan Pembahasan**

Bagian ini membahas pengujian pada manajemen *bandwidth* dan hasil analisis *quality of service* pada jaringan Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada

**4.1 Pengujian Bandwidth**

Pengujian *bandwidth* dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan sesudah implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket*. Berikut merupakan hasil pengujian *bandwidth* sebelum dilakukan implementasi manajemen *bandwidth*.

Tabel 1. Sebelum Implementasi

Hari	User	Download	Upload
Senin	Tenaga Pendidik	2.43 Mbps	1.97 Mbps
	Kepala Sekolah	4.06 Mbps	1.54 Mbps
	Guru	1.88 Mbps	3.76 Mbps
	Guru	1.76 Mbps	1.09 Mbps
	Guru	0.34 Mbps	0.23 Mbps
	Guru	0.73 Mbps	0.47 Mbps
	Guru	0.78 Mbps	0.18 Mbps
	Guru	1.44 Mbps	1.77 Mbps
Selasa	Tenaga Pendidik	4.43 Mbps	3.34 Mbps
	Kepala Sekolah	1.96 Mbps	2.34 Mbps
	Guru	0.56 Mbps	1.86 Mbps
	Guru	3.35 Mbps	0.89 Mbps
	Guru	0.45 Mbps	0.35 Mbps
	Guru	0.76 Mbps	0.98 Mbps
	Guru	0.92 Mbps	0.67 Mbps
	Siswa	1.34 Mbps	0.75 Mbps
Rabu	Tenaga Pendidik	1.07 Mbps	1.23 Mbps
	Guru	5.03 Mbps	2.87 Mbps
	Guru	0.36 Mbps	0.45 Mbps
	Guru	0.87 Mbps	0.95 Mbps
	Guru	0.53 Mbps	0.78 Mbps
	Guru	1.45 Mbps	1.34 Mbps
	Siswa	0.36 Mbps	3.46 Mbps
	Tenaga Pendidik	2.64 Mbps	3.68 Mbps
Kamis	Kepala Sekolah	1.24 Mbps	0.35 Mbps
	Guru	0.36 Mbps	0.27 Mbps
	Guru	0.68 Mbps	0.45 Mbps
	Guru	3.56 Mbps	0.59 Mbps
	Guru	1.34 Mbps	1.44 Mbps
	Guru	0.45 Mbps	0.94 Mbps
	Siswa	0.65 Mbps	0.68 Mbps
	Tenaga Pendidik	1.45 Mbps	2.26 Mbps
Jumat	Kepala Sekolah	1.78 Mbps	4.37 Mbps
	Guru	0.23 Mbps	0.35 Mbps
	Guru	0.87 Mbps	0.65 Mbps
	Guru	1.68 Mbps	0.61 Mbps
	Guru	4.28 Mbps	1.24 Mbps
	Guru	0.75 Mbps	0.54 Mbps
	Siswa	0.58 Mbps	0.13 Mbps
	Tenaga Pendidik	1.62 Mbps	3.42 Mbps
Sabtu	Kepala Sekolah	1.68 Mbps	1.92 Mbps
	Guru	0.23 Mbps	0.56 Mbps

Guru	5.32 Mbps	0.78 Mbps
Guru	0.38 Mbps	0.26 Mbps
Guru	0.57 Mbps	1.74 Mbps
Guru	0.68 Mbps	0.86 Mbps
Siswa	0.32 Mbps	0.54 Mbps

[Tabel 1](#) merupakan data nilai *download* dan *upload* setiap *user* yang sedang menggunakan jaringan Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada. Data di atas menunjukkan bahwa penyebaran *bandwidth* untuk setiap *user* tidak sama rata. Hal tersebut menyebabkan beberapa *user* merasakan internet yang lambat. Pengujian berikutnya dilakukan pada jaringan yang sudah terimplementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket*. Hasil pengujian jaringan yang telah terimplementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Implementasi Metode Hierarchical Token Bucket

Hari	User	Download	Upload
Senin	Tenaga Pendidik (p_user)	2.43 Mbps	1.97 Mbps
	Kepala Sekolah (g_user)	1.44 Mbps	2.06 Mbps
	Guru (g_user)	1.51 Mbps	1.09 Mbps
	Guru (g_user)	1.24 Mbps	1.23 Mbps
	Guru (g_user)	1.21 Mbps	1.27 Mbps
	Guru (g_user)	1.02 Mbps	1.18 Mbps
	Guru (g_user)	1.34Mbps	1.57 Mbps
	Guru (g_user)	1.01 Mbps	1.10 Mbps
Selasa	Tenaga Pendidik (p_user)	1.58 Mbps	1.90 Mbps
	Kepala Sekolah (g_user)	1.67 Mbps	1.94 Mbps
	Guru (g_user)	1.63 Mbps	1.36 Mbps
	Guru (g_user)	1.46 Mbps	1.33 Mbps
	Guru (g_user)	1.36 Mbps	1.18 Mbps
	Guru (g_user)	1.19 Mbps	1.29 Mbps
	Guru (g_user)	1.44 Mbps	1.76 Mbps
	Siswa (s_user)	1.23 Mbps	1.68 Mbps
Rabu	Tenaga Pendidik (p_user)	1.68 Mbps	1.66 Mbps
	Guru (g_user)	1.88 Mbps	2.74 Mbps
	Guru (g_user)	1.76 Mbps	1.31 Mbps
	Guru (g_user)	1.34 Mbps	1.19 Mbps
	Guru (g_user)	1.36 Mbps	1.38 Mbps
	Guru (g_user)	1.23 Mbps	1.17 Mbps
	Siswa (g_user)	1.44 Mbps	1.77 Mbps
	Tenaga Pendidik (p_user)	1.72 Mbps	1.86 Mbps
Kamis	Kepala Sekolah (g_user)	1.42 Mbps	1.66 Mbps
	Guru (g_user)	1.75 Mbps	1.22 Mbps
	Guru (g_user)	1.44 Mbps	1.26 Mbps
	Guru (g_user)	1.35 Mbps	1.32 Mbps
	Guru (g_user)	1.22 Mbps	1.27 Mbps
	Guru (g_user)	1.17 Mbps	1.46 Mbps
	Siswa (s_user)	1.23 Mbps	1.38 Mbps
	Tenaga Pendidik (p_user)	1.72 Mbps	1.86 Mbps
Jumat	Kepala Sekolah (g_user)	1.40 Mbps	1.63 Mbps
	Guru (g_user)	1.55 Mbps	1.34 Mbps
	Guru (g_user)	1.37 Mbps	1.33 Mbps
	Guru (g_user)	1.28 Mbps	1.21 Mbps
	Guru (g_user)	1.39 Mbps	1.32 Mbps
	Guru (g_user)	1.15 Mbps	1.27 Mbps

Sabtu	Siswa (s_user)	1.07 Mbps	1.19 Mbps
	Tenaga Pendidik (p_user)	1.80 Mbps	1.87 Mbps
	Kepala Sekolah (g_user)	1.50 Mbps	1.62 Mbps
	Guru (g_user)	1.49 Mbps	1.40 Mbps
	Guru (g_user)	1.57 Mbps	1.33 Mbps
	Guru (g_user)	1.36 Mbps	1.30 Mbps
	Guru (g_user)	1.23 Mbps	1.29 Mbps
	Guru (g_user)	1.20 Mbps	1.39 Mbps
	Siswa (s_user)	1.46 Mbps	1.65 Mbps

Tabel 2 merupakan nilai *download* dan *upload* yang didapat setiap *user* setelah diterapkannya implementasi manajemen *bandwidth*. Data di atas menunjukkan, pembagian *bandwidth* untuk setiap *user* sudah dapat dikatakan sama, karena setiap *user* mendapatkan *bandwidth* sebesar 1 Mbps hingga 2 Mbps..

#### 4.2 Pengujian Quality of Service

Pengujian *quality of service* bertujuan untuk mendapatkan hasil data pengukuran parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Pengujian *quality of service* menggunakan standarisasi TIPHON untuk mendapatkan hasil dari perhitungna parameter yang dianalisa. Pengambilan data dilakukan selama hari kerja, yang menyesuaikan dengan jam kerja sekolah. Pengujian *quality of service* dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan sesudah implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket*. Berikut hasil pengujian *quality of service* sebelum dilakukan implementasi manajemen *bandwidth*.

Tabel 3 Hasil Quality of Service Sebelum Implementasi

Hari	Jam	Parameter	Nilai	Indeks	Kategori	
Senin	08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	41.5	Kbps	2	Sedang
		Delay (ms)	126.20	ms	4	Sangat Baik
		Jitter (ms)	0.002704	ms	4	Sangat Bak
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	18.9	Kbps	1	Buruk
		Delay (ms)	275.73	ms	3	Baik
		Jitter (ms)	0.015830	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Bak
Selasa	08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	45.4	Kbps	2	Sedang
		Delay (ms)	149.81	ms	4	Sangat Baik
		Jitter (ms)	0.005125	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	30.8	Kbps	2	Sedang
		Delay (ms)	143.93	ms	4	Sangat Baik
		Jitter (ms)	0.004016	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Bak
Rabu	08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	21.9	Kbps	1	Buruk
		Delay (ms)	258.37	ms	3	Baik
		Jitter (ms)	0.010149	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	239.6	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	35.27	ms	4	Sangat Baik
		Jitter (ms)	0.000252	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
Kamis	08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	100.7	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	72.04	ms	4	Sangat Baik
		Jitter (ms)	0.000870	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik

10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	18.4	Kbps	1	Buruk
	Delay (ms)	274.23	ms	3	Baik
	Jitter (ms)	0.014511	ms	4	Sangat Baik
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
Jumat 08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	47.0	Kbps	2	Sedang
	Delay (ms)	136.31	ms	4	Sangat Baik
	Jitter (ms)	0.003429	ms	4	Sangat Baik
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	12.0	Kbps	1	Buruk
	Delay (ms)	338.41	ms	2	Sedang
	Jitter (ms)	0.021471	ms	4	Sangat Baik
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
Sabtu 08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	15.5	Kbps	1	Buruk
	Delay (ms)	307.42	ms	2	Sedang
	Jitter (ms)	0.013960	ms	4	Sangat Baik
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	11.4	Kbps	1	Buruk
	Delay (ms)	200.12	ms	3	Baik
	Jitter (ms)	0.217758	ms	4	Sangat Baik
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik

[Tabel 3](#) merupakan hasil pengujian dan analisa Quality of Service (QoS) pada Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada sebelum dilakukan implementasi manajemen *bandwidth*. Data di atas menunjukkan empat parameter yang digunakan yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Data di atas menunjukkan bahwa terdapat dua parameter yang mengalami masalah, yaitu pada parameter *throughput* dan *delay*. Pengujian berikutnya dilakukan pada jaringan yang sudah terimplementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket*. Hasil pengujian jaringan yang telah terimplementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* adalah sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil Quality of Service Metode Hierarchical Token Bucket

Hari	Jam	Parameter	Nilai	Indeks	Kategori	
Senin	08.30 –	Troughput (Kbps)	1064.1	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	5.88	ms	4	Sangat Baik
	10.00	Jitter (ms)	0.000023	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
	10.00 –	Troughput (Kbps)	1263.0	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	5.08	ms	4	Sangat Baik
	11.30	Jitter (ms)	0.000017	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
Selasa	08.30 –	Troughput (Kbps)	1002.0	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	6.67	ms	4	Sangat Baik
	10.00	Jitter (ms)	0.000033	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	976.2	Kbps	4	Sangat Baik	
	Delay (ms)	6.23	ms	4	Sangat Baik	
	Jitter (ms)	0.000016	ms	4	Sangat Baik	
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik	
Rabu	08.30 –	Troughput (Kbps)	745.1	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	8.97	ms	4	Sangat Baik
	10.00	Jitter (ms)	0.000066	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	1389.3	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	4.32	ms	4	Sangat Baik



		Jitter (ms)	0.000019	ms	4	Sangat Baik
		Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik
		Troughput (Kbps)	1376.1	Kbps	4	Sangat Baik
Kamis	08.30 – 10.00	Delay (ms)	4.53	ms	4	Sangat Baik
		Jitter (ms)	0.000019	ms	4	Sangat Baik
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik	
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	1357.9	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	4.93	ms	4	Sangat Baik
	Jitter (ms)	0.000023	ms	4	Sangat Baik	
Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik		
Jumat	08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	1507.9	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	4.47	ms	4	Sangat Baik
	Jitter (ms)	0.000021	ms	4	Sangat Baik	
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik	
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	430.5	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	15.14	ms	4	Sangat Baik
Jitter (ms)	0.000122	ms	4	Sangat Baik		
Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik		
Sabtu	08.30 – 10.00	Troughput (Kbps)	793.9	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	9.49	ms	4	Sangat Baik
	Jitter (ms)	0.000080	ms	4	Sangat Baik	
	Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik	
	10.00 – 11.30	Troughput (Kbps)	426.6	Kbps	4	Sangat Baik
		Delay (ms)	17.64	ms	4	Sangat Baik
Jitter (ms)	0.000234	ms	4	Sangat Baik		
Packet Loss (%)	0.00	%	4	Sangat Baik		

**Tabel 4** merupakan hasil pengujian dan analisa *quality of service* pada Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasada setelah dilakukan implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket*. Data di atas menunjukkan empat parameter yang diujikan yaitu *troughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Data di atas menunjukkan setiap parameter mendapatkan nilai 4 dengan kategori sangat baik. Kategori dan indeks didapatkan berdasarkan standarisasi yang diterapkan oleh TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*).

## 5. Kesimpulan

Implementasi manajemen *bandwidth* bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan internet dengan memberikan *bandwidth* secara merata untuk setiap *user* yang terhubung. Penggunaan metode *Hierarchical Token Bucket*, pembagian dilakukan secara hierarki yang dibagi menjadi beberapa kelompok, yakni kelompok guru, pegawai, dan siswa. Penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* berfungsi dengan baik yang dibuktikan dengan setiap *user* yang terhubung mendapatkan *bandwidth* yang merata. Berdasarkan hasil analisa *quality of service* pada metode *Hierarchical Token Bucket* dan metode seluruh parameter yang diujikan berdasarkan standarisasi TIPHON mendapatkan indeks 4 dengan kategori Sangat Baik.

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah dengan dilakukannya pengujian terhadap metode *Hierarchical Token Bucket*, pihak sekolah memiliki acuan metode yang efektif untuk diterapkan pada jaringan internet Sekolah Dasar Negeri 1 Sukasda. Saran untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk pengujian kecepatan *bandwidth* dilakukan dengan cara setiap *user* mengunduh sebuah *file* yang sama secara bersamaan, kemudian di-*monitoring* pada MikroTik melalui aplikasi WinBox.



**6. Daftar Pustaka**

- [1] K. G. W. P. Putra, G. S. Santyadiputra, and M. W. A. Kesiman, "Penerapan Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Hierarchical Token Bucket* Pada Layanan Hotspot Mikrotik Undiksha," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 146, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i1.14959.
- [2] D. Supriadi, H. Fahmi, and K. Imtihan, "Analisa Dan Perancangan Infrastruktur Jaringan Wireless Local Area Network (Wlan) Pada Dinas Perindustrian Dan Perdagangan Kabupaten Lombok Tengah," *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2018, doi: 10.36595/jire.v1i2.53.
- [3] A. Syukur, "Analisis Management *Bandwidth* Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dengan Authentikasi RADIUS," *It J. Res. Dev.*, vol. 2, no. 2, pp. 78–89, 2018, doi: 10.25299/itjrd.2018.vol2(2).1260.
- [4] R. F. Doni, "Implementasi Manajemen *Bandwidth* pada Jaringan Komputer dengan Router Mikrotik," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [5] M. D. Lesmana Siahaan, M. Sari Panjaitan, and A. P. Utama Siahaan, "MikroTik *Bandwidth* Management to Gain the Users Prosperity Prevalent," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 42, no. 5, pp. 218–222, 2016, doi: 10.14445/22315381/ijett-v42p243.
- [6] G. Ardiansa and R. Primananda, "Manajemen *Bandwidth* dan Manajemen Pengguna pada Jaringan Wireless Mesh Network dengan Mikrotik," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 11, p. 47, 2017, doi: 10.32736/sisfokom.v4i1.203.
- [7] R. Aliansyah, Y. N. Kuanag, and M. Kom, "Perancangan Dan Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Vyatta Pada Pt . Ginting Jaya Energi Palembang," pp. 1–13, 2013.
- [8] F. Adhi Purwaningrum, A. Purwanto, E. Agus Darmadi, P. Tri Mitra Karya Mandiri Blok Semper Jomin Baru, and C. -Karawang, "Optimalisasi Jaringan Menggunakan Firewall," vol. 2, no. 3, pp. 17–23, 2018.
- [9] S. Mhd Billy Sandi, G. Indra, O. K. Ika, Sumarno, and Q. Hendry, "Mikrotik Hotspot Network Implementation Using *Simple queue* As *Bandwidth* Management," *Sist. Pendukung Keputusan Pemilihan Pimpinan Dengan Metod. Multi Attrib. Util. Theory di PT. Sagami Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 10–19, 2020.
- [10] E. Manalu, D. Arisandi, and Sukri, "Analisa Management *Bandwidth* dengan Metode Antrian Hirarchical Token Bucket," *Pros. 2th Celscitech-UMRI 2017*, vol. 2, no. 1, pp. 10–17, 2017.
- [11] M. Rusdan and M. Sabar, "Analisis dan Perancangan Jaringan Wireless Dengan Wireless Distribution System Menggunakan *User Authentication* Berbasis Multi-Factor Authentication," *Jt. (Journal Inf. Technol.*, vol. 02, no. 01, pp. 17–24, 2020.
- [12] I. K. Astuti, "Jaringan Komputer," 2020, doi: 10.31219/osf.io/p6ytb.
- [13] D. B. Rendro, Ngatono, and W. N. Aji, "Analisis Monitoring Sistem Jaringan Komputer Menggunakan Software Nmap," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 108–115, 2020.
- [14] M. R. Affandi, I. N. Farida, and R. K. Niswatin, "Penerapan Metode *Hierarchical Token Bucket* pada Manajemen *Bandwidth* di Madrasah Aliya Ar-Rosyaad." pp. 115–120, 2020.
- [15] S. Hidayatulloh and M. M. Rifa'i, "Penerapan *Simple queue* Dalam Pengelolaan *Bandwidth* Local Area Network (Studi Kasus: PT Sumber Berkah Niaga)," *J. Infortech*, vol. 2, no. 2, pp. 217–222, 2020, doi: 10.31294/infortech.v2i2.9228.
- [16] N. I. Dirja, "Implementasi Metode *Simple queue* Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwith Jaringan Komputer Di Politeknik Aceh Selatan," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. Komputerisasi Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 43–50, 2018.
- [17] Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, and Hamidillah Ajie, "Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta," *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 32–36, 2020, doi: 10.21009/pinter.4.2.6.