

Analisis Performansi *Bandwidth Quality Of Service (Qos)* Dengan Metode *First In First Out (Fifo)* Dan *Stochastic Fair Queueing (Sfq)* Pada Telkom University Landmark Tower (Tult)

1st Kanza Jilan Fatin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

jilankanza@student.telkomuniversity.a
c.id

2nd Kurniawan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

teguhkurniawan@telkomuniversity.ac.i
d

3rd Rd. Rohmat Saedudin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rdrohmat@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Dalam era teknologi ini, internet menjadi kebutuhan pokok sebagai alat berkomunikasi dan bertukar informasi terutama untuk mahasiswa. Dengan adanya internet memungkinkan berbagai aktivitas secara *online* terutama pada pendidikan. Pada periode perkuliahan 2022/2023, Universitas Telkom menerapkan metode *blended learning* dalam proses belajarnya. *Blended learning* adalah pendekatan pembelajaran yang mengkombinasikan sesi tatap muka dengan pembelajaran daring. Telkom University memiliki Gedung TULT yang merupakan gedung perkuliahan. Gedung TULT mempunyai layanan internet yang bisa diakses oleh seluruh pengguna internet di Gedung TULT. Dengan banyaknya pengguna yang menggunakan layanan internet dalam waktu bersamaan, dapat menyebabkan *traffic* internet pada Gedung TULT mengalami kendala. Maka dari itu perlu adanya manajemen *bandwidth* untuk meningkatkan kualitas jaringan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode FIFO dan SFQ untuk melakukan perbandingan manajemen *bandwidth*. Penelitian ini dilakukan secara simulasi dengan menggunakan perangkat 4 router Mikrotik dan 6 laptop sebagai *client*. Simulasi ini dilakukan selama 1 jam dengan mengakses *streaming video* dan *meeting online* di setiap *client* nya, lalu di *capture* menggunakan *wireshark*. Setelah mendapatkan datanya, dilakukan analisis parameter dari *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dari metode FIFO dan SFQ. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan, metode FIFO unggul dalam segi QoS. Karena *packet loss* pada metode FIFO lebih rendah dibandingkan metode SFQ.

Kata kunci— Manajemen *bandwidth*, *First In First Out*, *Stochastic Fair Queueing*, *Quality of Service*

I. PENDAHULUAN

Dalam era teknologi modern ini, layanan internet telah menjadi kebutuhan pokok sebagai alat untuk berkomunikasi dan bertukar informasi. Internet telah mempengaruhi banyak aspek di kehidupan, memungkinkan berbagai aktivitas dilakukan secara *online*. Khususnya dalam konteks pendidikan, seperti di perguruan tinggi, fasilitas internet menjadi sangat penting dan digunakan oleh mahasiswa, dosen, dan karyawan. Internet memungkinkan mahasiswa untuk mengakses berbagai literatur dan referensi ilmiah dengan cepat, untuk memfasilitasi proses belajar mereka [1].

Pada periode perkuliahan 2022/2023, Telkom University memulai perkuliahan dengan metode *blended learning*. *Blended learning* adalah metode pendidikan yang dirancang untuk mencapai sasaran pembelajaran dengan mengkombinasikan sesi belajar di kelas atau tatap muka dengan sesi belajar yang memanfaatkan teknologi dan dilaksanakan secara *online* [2]. Dengan metode pembelajaran *blended learning*, hal ini mampu menyebabkan *traffic* internet yang ada di Gedung TULT mengalami kendala akibat banyaknya pengguna yang mengakses internet secara bersamaan.

Berdasarkan latar belakang yang sudah penulis paparkan sebelumnya, penulis melakukan analisis manajemen *bandwidth* dengan mengadopsi topologi Gedung TULT untuk meningkatkan QoS yang ada di Gedung TULT. Dalam melakukan analisis, Penulis menggunakan 2 metode manajemen *bandwidth* yang berbeda untuk dilakukan perbandingan yaitu FIFO dan SFQ. Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dari penelitian ini maka penulis menentukan parameter QoS berupa *Throughput*, *Delay*, *Jitter* dan *Packet Loss* untuk dilakukan perbandingan pada kedua metode. Adapun alasan mengapa penulis menggunakan 2 metode ini terletak pada algoritma atriannya yaitu FIFO akan memproses paket data pertama yang akan datang dalam antrian, setelah itu akan dikeluarkan sesuai urutan kedatangannya [3]. Sedangkan SFQ, menjamin bahwa paket data dapat diakses dengan membaginya menggunakan metode algoritma *round robin*. Dengan membandingkan 2 metode tersebut, penulis mengharapkan dapat mengetahui metode mana yang dapat menghasilkan manajemen *bandwidth* yang paling maksimal sesuai dengan standarisasi ITU-T.

II. KAJIAN TEORI

A. Bandwidth

Bandwidth merupakan jumlah data yang dapat dikonsumsi dalam jaringan telekomunikasi yang diukur dalam bit per detik (bps). Pada perangkat digital, *bandwidth* biasanya diukur dalam bit per detik (bps). Sementara itu, pada perangkat analog, *bandwidth* diukur dalam siklus per detik

atau Hertz (Hz). *Bandwidth* adalah faktor yang sangat penting dalam jaringan .

B. Qos (Quality Of Service)

Quality of Service (QoS) merujuk pada teknik penilaian kualitas jaringan dan pendekatan untuk mendefinisikan fitur serta kualitas layanan yang diberikan. QoS bertujuan untuk mengevaluasi serangkaian atribut kinerja yang terkait dengan suatu layanan tertentu. Parameter yang diterapkan dalam QoS meliputi:

1. Throughput

Throughput mengacu pada laju transfer data aktual yang diukur dalam bps (bit per detik). Ini merepresentasikan jumlah paket yang berhasil diterima di tujuan dalam jangka waktu tertentu dibagi dengan lama periode tersebut. Formula yang digunakan untuk menghitung *Throughput* dapat dilihat pada persamaan berikutnya [4]:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Lama pengamatan}}$$

2. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter yang menunjukkan jumlah keseluruhan paket yang tidak berhasil diterima atau hilang. Kehilangan paket ini dapat disebabkan oleh bentrokan atau kemacetan dalam jaringan. Rumus yang dipakai untuk menghitung *packet loss* dapat dilihat pada persamaan yang akan disajikan berikutnya [4]:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket total tercapture} - \text{paket terkirim}}{\text{Paket total tercapture}} \times 100\%$$

Tabel berikut merupakan standarisasi dari nilai *Packet Loss* menggunakan standarisasi dari ITU-T [5]:

TABEL 1
Packet Loss

Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0-1%	4
Bagus	1-3%	3
Sedang	3-15%	2
Jelek	15-25%	1

3. Delay

Delay (Latency) adalah durasi yang diperlukan oleh data untuk bergerak dari titik awal ke titik akhir. Faktor-faktor seperti jarak, jenis media fisik, kemacetan, atau proses yang memerlukan waktu lama dapat mempengaruhi besarnya *delay* tersebut. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengukur *Delay* ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut [4]:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Jumlah total paket}}$$

Tabel berikut merupakan standarisasi dari nilai *Delay* menggunakan standarisasi dari ITU-T [5]:

TABEL 2

Delay [1]

Kategori Degradasi	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150ms	4
Bagus	150 - 300 ms	3
Sedang	300 - 450 ms	2
Jelek	>450ms	1

4. Jitter

Jitter disebabkan oleh fluktuasi dalam ukuran antrian, durasi pengolahan data, serta waktu *reassembling* paket di akhir perjalanannya. *Jitter* menggambarkan besarnya perbedaan dalam waktu tunda saat mengirim data melalui jaringan. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengukur *jitter* ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut [4]:

$$\text{Jitter} = \frac{|\text{Total variasi delay}|}{\text{Jumlah Data Delay} - 1}$$

Tabel berikut merupakan standarisasi dari nilai *Packet Loss* menggunakan standarisasi dari ITU-T [5]:

TABEL 3

Jitter

Kategori Degradasi	Peak Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 - 75 ms	3
Sedang	75 - 125 ms	2
Jelek	125 - 255 ms	1

C. First In First Out (FIFO)

Sistem antrian FIFO beroperasi berdasarkan konsep "*first-in, first-out*", yang berarti paket data yang masuk lebih awal akan dikelola sebelum yang lain sesuai urutannya. Kemal Nasir dan Renggo Pribadi menjelaskan bahwa algoritma *First In First Out* (FIFO) adalah metode untuk mengimplementasikan sistem antrian tanpa mempertimbangkan prioritas. Algoritma ini berlandaskan pada struktur data dan kerap diaplikasikan dalam beragam solusi dan aplikasi. FIFO adalah algoritma yang menerapkan pendekatan berurutan, mengolah data berdasarkan urutan kedatangannya. [6].

D. Stochastic Fair Queueing (SFQ)

Stochastic Fair Queueing (SFQ) merupakan teknik penjadwalan antrian yang dibuat berlandaskan prinsip *First in First out*. Metode ini berfungsi untuk untuk membagi kelompok paket data berdasarkan ukuran yang sudah ditentukan dan mengirimkannya ke node yang lain menggunakan algoritma *round robin* yang bersifat acak (stokastik). Proses pengiriman ini dilakukan dengan iterasi yang disebut sebagai nilai perturb, yang diukur dalam satuan detik [7]. SFQ bekerja dengan membagi semua aliran data ke

dalam antrian yang berbeda. Setiap antrian kemudian diberi kesempatan untuk mengirimkan paket datanya satu per satu. Dengan cara ini, SFQ mencegah satu aliran mendominasi jaringan dan memungkinkan semua aliran memiliki akses yang adil ke jaringan. Keunggulan signifikan dari SFQ terletak pada kemampuannya untuk mengelola aliran data yang "agresif".

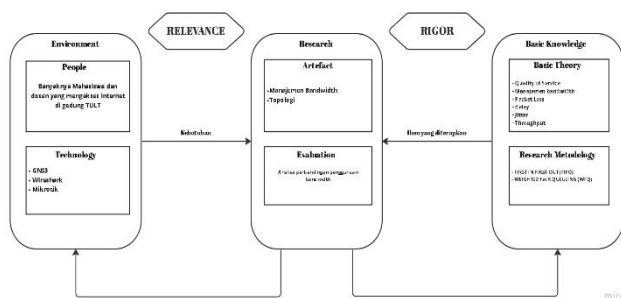
E. Manajemen *Bandwidth*

Manajemen *Bandwidth* adalah metode untuk mengukur aliran komunikasi dalam lalu lintas jaringan dan data, dengan tujuan mencegah kemacetan lalu lintas. Intinya, manajemen bandwidth bertujuan untuk mengatur penggunaan bandwidth dengan efisien serta meningkatkan kinerja jaringan agar lebih stabil dan handal.[8].

III. METODE

A. Model Konseptual

Model konseptual merupakan panduan mulai dari memformulasikan masalah yang diteliti, menganalisis kebutuhan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah tersebut, hingga membuat solusi untuk masalah tersebut. Model konseptual juga membantu dalam mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin timbul selama proses penelitian. Model konseptual yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

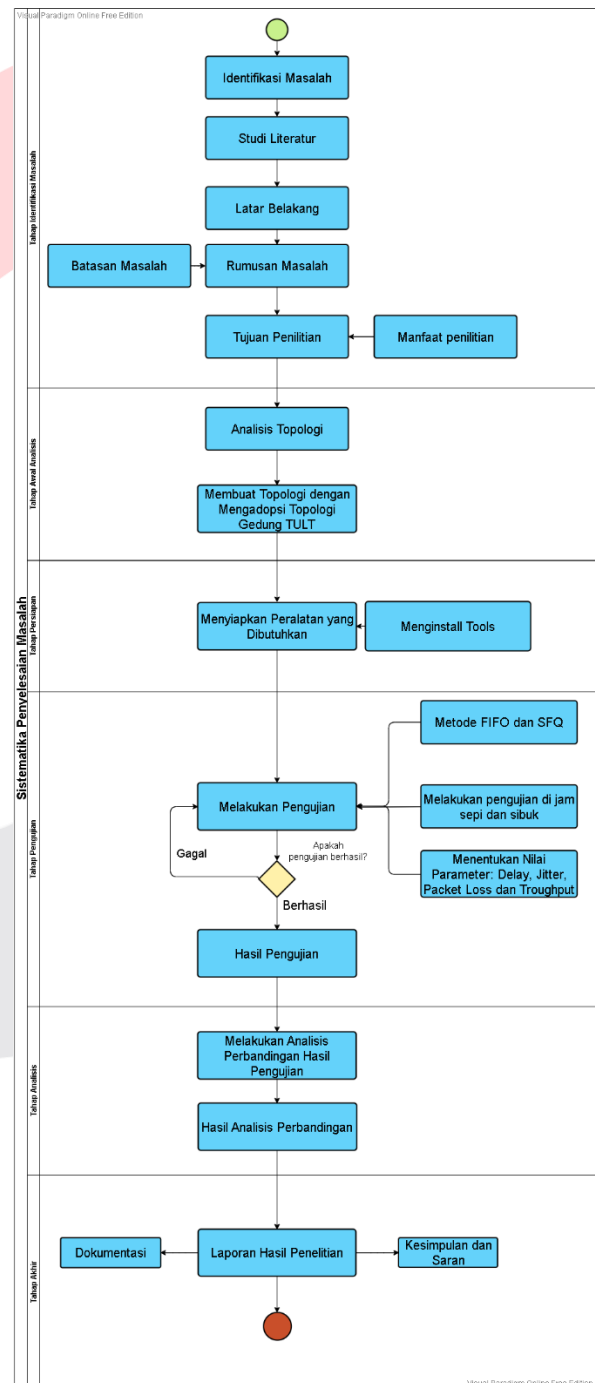


GAMBAR 1
Model Konseptual

Dari **Gambar 1** bahwa model konseptual ini terdiri dari 3 bagian yaitu *Environment*, *Research*, dan *Basic Knowledge*. Pada bagian *Environment* terdapat 2 bagian yaitu *People* dan *Technology*. Bagian *People* merupakan permasalahan yang terjadi dipenelitian ini, yaitu banyaknya mahasiswa dan dosen yang mengakses internet di Gedung TULT. Kemudian bagian *Technology* berisi daftar perangkat lunak yang dipakai dalam penelitian ini. Pada bagian *Research* terdapat 2 bagian yaitu *Artefact* dan *Evaluation*. Pada bagian *Artefact* berisi hal yang dilakukan penelitian, sedangkan pada bagian *evaluation* berisi tentang pengujian penelitian dan hasil dari penelitian. Pada bagian *Basic Knowledge* yaitu *Basic Theory* dan *Research Methodology*. Pada Bagian *Basic Theory* berisi teori-teori dasar yang dipakai sebagai acuan dalam penelitian ini, Sedangkan *Research Methodology* berisi metode yang dipakai pada penelitian ini.

B. Sistematika Penyelesaian masalah

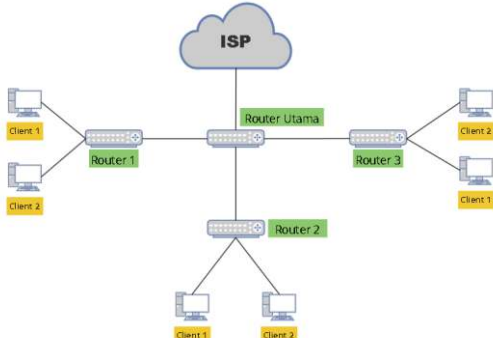
Sistematika penelitian ini menjelaskan tentang rangkaian proses yang menjelaskan mengenai langkah-langkah penelitian dari awal hingga akhir penelitian. Sistematika penelitian merupakan suatu cara untuk memecahkan masalah yang dihadapi dengan cara yang terorganisir dan terstruktur, sehingga masalah tersebut dapat terselesaikan sesuai dengan rencana yang sudah dibuat. Gambaran atau visualisasi dari alur proses ini membantu dalam menyelesaikan masalah tersebut. Terdapat 6 tahapan utama yang harus dilakukan yaitu tahap identifikasi masalah, tahap awal analisis, tahap persiapan, tahap pengujian, tahap analisis dan tahap akhir. Berikut gambar dari sistematika penelitian:



GAMBAR 2
Sistematika Penyelesaian Masalah

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Topologi Jaringan dan IP address



GAMBAR 3
Topologi Jaringan

Pada **Gambar 3**, Topologi jaringan ini mengadopsi dari topologi Gedung TULT yaitu topologi *star*. Penelitian ini menggunakan sumber internet yang berasal dari jaringan internet Gedung TULT yang di hubungkan ke *router* utama mikrotik melalui *interface ethernet* 1, sekaligus *router* utama menjadi *client* karena terhubung ke sumber internet dari Gedung TULT. Kemudian *client* dihubungkan ke *router* 1 sampai *router* 3 masing-masing melalui *interface ethernet* 2 sampai 4. Selanjutnya, setiap *router* 1 sampai 3 memiliki 2 *client* laptop yang dapat mengakses internet dan *Router* utama menjadi pusat manajemen *bandwidth*. Setiap perangkat menggunakan *IP address static* agar setiap perangkat memiliki alamat yang tidak berubah-ubah.

TABEL 4
IP Address

No	Perangkat	Interface	IP Address	Gateway
1	Router Utama	Ethernet 1	DHCP Client	DHCP Client
		Ethernet 2	192.100.1.1	-
		Ethernet 3	192.100.2.1	-
		Ethernet 4	192.100.3.1	-
2	Router1	Ethernet 1	192.100.1.2	192.100.1.1
		Ethernet 2	192.101.1.1	-
		Ethernet 3	192.101.2.1	-
3	Router2	Ethernet 1	192.100.2.2	192.100.2.1
		Ethernet 2	192.102.1.1	-
		Ethernet 3	192.102.2.1	-
4	Router3	Ethernet 1	192.100.3.2	192.100.3.1
		Ethernet 2	192.103.1.1	-
		Ethernet 3	192.103.2.1	-
5	Client1	Ethernet	192.101.1.2	192.101.1.1
6	Client2	Ethernet	192.101.2.2	192.101.2.1
7	Client3	Ethernet	192.102.1.2	192.102.1.1
8	Client4	Ethernet	192.102.2.2	192.102.2.1
9	Client5	Ethernet	192.103.1.2	192.103.1.1
10	Client6	Ethernet	192.103.2.2	192.103.2.1

B. Spesifikasi Hardware

Berikut merupakan Spesifikasi Hardware yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 5
Spesifikasi Hardware

Komponen	Peran	Spesifikasi	
Router Mikrotik	Router Gateway	Operating System	Router OS
	Router access Point	Storage	16 MB
		Memory	32 MB
		Adapter	4 Ethernet port
Laptop/PC 1	Client 1 - R1	Processor	AMD Ryzen 7 5800H
		Operating System	Windows 11 Home 64-bit
		Storage	SSD 500 GB
		Memory	16 GB
		Adapter	1 Ethernet Port
Laptop/PC 2	Client 2 - R1	Processor	Intel Core i7-9750H
		Operating System	Windows 10 Pro
		Storage	SSD 1 TB
		Memory	16 GB
		Adapter	1 Ethernet Port
Laptop/PC 3	Client 1 - R2	Processor	intel Core i7-8750H
		Operating System	Windows 10 Home
		Storage	HDD 1 TB SSD 256 GB
		Memory	8 GB
		Adapter	1 Ethernet Port
Laptop/PC 4	Client 2 - R2	Processor	AMD Ryzen 7 3750H
		Operating System	Windows 11 Home
		Storage	HDD 1 TB
		Memory	16 GB
		Adapter	1 Ethernet Port
Laptop/PC 5	Client 1 - R3	Processor	Intel Core i7-8750H
		Operating System	Windows 11 Home
		Storage	HDD 1 TB
		Memory	16 GB
		Adapter	1 Ethernet Port
Laptop/PC 6	Client 2 - R3	Processor	Intel Core i7-8550U
		Operating System	Windows 11 Home
		Storage	SSD 256 GB
		Memory	8 GB
		Adapter	1 Ethernet Port

C. Software

Berikut merupakan software yang digunakan dalam penelitian ini:

TABEL 6
Software

Software	Versi
Winbox (64-bit)	Versi 3.38
Google Chrome (64-bit)	Versi 114.0.5735.134
Wireshark	Versi 4.0.6

D. QoS Eksisting

TABEL 7
QoS Eksisting

Sesi	Lantai	Throughput	Packet loss		Delay		Jitter	
			Nilai	Indeks	Nilai	Indeks	Nilai	Indeks
Sesi 1	Lantai 4	2715k	7,8%	3	2,52 ms	4	3,19 ms	3
	Lantai 8	4446k	20,9%	2	2,48 ms	4	3,18 ms	3
	Lantai 9	1119k	88,7%	1	22,7 ms	4	41,12 ms	3
	Lantai 18	3325k	4,10%	3	2,21 ms	4	2,84 ms	3
Sesi 2	Lantai 4	2885k	28,6%	1	2,71 ms	4	3,61 ms	3
	Lantai 8	9199k	18,9%	2	2,52 ms	4	3,23 ms	3
	Lantai 9	982k	38,7%	1	5,55 ms	4	6,97 ms	3
	Lantai 18	2236k	24,8%	2	3,06 ms	4	3,89 ms	3

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat hasil dari kondisi jaringan Gedung TULT setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan. Pada parameter *packet loss* dapat dilihat terjadi lonjakan yang sangat tinggi pada lantai 8 dan 9 di sesi 1, dan juga pada seluruh lantai di sesi 2. *Packet loss* bisa terjadi karena kemacetan jaringan. Kemacetan jaringan disebabkan oleh terlalu banyak data dikirim melalui jaringan dalam waktu yang sama, banyak paket yang tidak mencapai tujuan. Ini bisa terjadi pada waktu sibuk, ketika lalu lintas jaringan mencapai puncaknya. Berdasarkan standarisasi ITU-T, indeks *packet loss* pada kondisi eksisting berada dalam kategori jelek.

Pada parameter *delay* sesi 1 dan sesi 2, semua indeks memiliki nilai yang sama pada setiap lantai yaitu 4 yang berarti memungkinkan data yang dikirim atau diterima dapat menempuh ke tujuan dengan waktu yang cepat. Ketika menggunakan aplikasi yang secara *real-time* seperti *streaming video* dan *meeting online* dengan *delay* dibawah 150ms dapat membantu mengurangi penundaan. Lalu pada parameter *jitter* semua indeks memiliki nilai yang sama pada setiap lantai yaitu 3 yang berarti setiap paket yang diterima dan dikirim sangat minim terjadinya *delay*.

V. SIMULASI DAN HASIL PENELITIAN

TABEL 8
Rekapitulasi QoS

Router	SFQ				FIFO			
	Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter	Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter
Router 1	3.677.538 bit/s	1.6%	1.83 ms	2.25 ms	3.277.792 bit/s	0.7%	1.09 ms	1.33 ms
Router 2	3.541.415 bit/s	0.3%	2.06 ms	2.40 ms	4.080.787 bit/s	0.4%	1.70 ms	1.79 ms
Router 3	2.281.853 bit/s	3.9%	2.77 ms	3.12 ms	1.816.860 bit/s	0.6%	2.82 ms	2.95 ms
Rata - Rata Indeks	3	4	3		Rata - Rata Indeks	4	4	3
Kategori	Bagus	Sangat Bagus	Bagus		Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus	Bagus

Berdasarkan Tabel 8 hasil dari pengujian QoS yang telah dilakukan menggunakan metode manajemen *bandwidth* SFQ dan FIFO, keduanya mendapatkan hasil yang cukup memuaskan. Hasil nilai *packet loss* rata-rata indeks menggunakan metode SFQ adalah 3 dengan kategori “Bagus”. Sedangkan hasil nilai *packet loss* menggunakan metode FIFO mendapatkan hasil yaitu 4 dengan kategori “Sangat Bagus”. Untuk hasil nilai rata-rata *delay* dari kedua metode mendapatkan hasil yaitu 4 dengan kategori “Sangat

Bagus”. Hasil nilai rata-rata indeks *jitter* menggunakan metode SFQ dan FIFO yaitu 3 dengan kategori “Bagus”.

Secara hasil performa dari kedua metode memiliki kinerja yang bagus, kedua dari metode mempunyai keunggulan masing-masing. Namun jika dilakukan perbandingan dari hasil data QoS yang didapatkan, FIFO jelas lebih maksimal dibandingkan SFQ, dikarenakan SFQ berfokus memberikan *bandwidth* yang adil. Ini menyebabkan jika ada aliran lalu lintas yang besar, SFQ mencegah aliran tersebut untuk mendominasi. Hal ini yang dapat menyebabkan aliran lalu lintas yang besar bisa di buang jika antrian menjadi penuh lalu menyebabkan *packet loss*.

Namun disisi lain, FIFO merupakan metode yang lebih sederhana karena memproses paket dalam urutan mereka diterima tanpa membedakan aliran lalu lintas yang berbeda. Jika ada aliran lalu lintas yang besar, FIFO membiarkan aliran tersebut mendominasi *bandwidth*. Tetapi FIFO tidak mencoba untuk membagi *bandwidth* seperti SFQ. Hal ini yang menyebabkan FIFO mengalami *packet loss* yang lebih rendah. Maka dapat disimpulkan metode manajemen *bandwidth* yang tepat untuk jaringan internet pada Gedung TULT adalah metode FIFO.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil data QoS eksisting yang telah penulis dapatkan, bahwa *delay* dan *jitter* mendapatkan kategori yang bagus. Namun, pada nilai *packet loss* pada Gedung TULT mendapatkan lonjakan yang sangat tinggi yang dapat mengganggu aktifitas pengguna ketika menggunakan aplikasi seperti *streaming video* dan *meeting online*. Maka dapat disimpulkan QoS pada Gedung TULT masih kurang maksimal untuk kebutuhan pengguna internet pada Gedung TULT.

Selain itu, Berdasarkan perbandingan antara metode FIFO dan SFQ, keduanya memiliki kelebihan masing-masing. SFQ bertujuan untuk membagi *bandwidth* secara merata dan mencegah aliran lalu lintas yang mendominasi. Namun, hal ini dapat menyebabkan *packet loss* dikarenakan aliran lalu lintas yang besar dapat dibuang jika antrian sudah penuh. Sedangkan FIFO memproses paket yang masuk kedalam antrian pertama tanpa membedakan aliran lalu lintas. Tidak seperti SFQ, FIFO membiarkan aliran lalu lintas yang mendominasi. Hal ini menyebabkan *packet loss* pada FIFO lebih rendah.

REFERENSI

- [1] K. Gede, W. P. Putra, G. S. Santyadiputra, M. Windu, and A. Kesiman, “PENERAPAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET PADA LAYANAN HOTSPOT MIKROTIK UNDIKSHA,” 2020.
- [2] I. S. Ketut Widiara Negeri and P. Bergong, “BLENDED LEARNING SEBAGAI ALTERNATIF PEMBELAJARAN DI ERA DIGITAL,” vol. 2, no. 2, 2018.
- [3] T. Pratama, “PERBANDINGAN METODE PCQ, SFQ, RED DAN FIFO PADA MIKROTIK SEBAGAI UPAYA OPTIMALISASI LAYANAN

- JARINGAN PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA,” 2015.
- [4] R. Wulandari, “ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS: UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON-LIPI),” 2016.
- [5] International Telecommunication Union, “ITU-T End-user multimedia QoS categories,” 2001.
- [6] E. Febriyanti, S. Raharjo, and M. Sholeh, “PERBANDINGAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE FIFO (FIRST-IN FIRST-OUT) DAN PCQ (PER CONNECTION QUEUE) PADA ROUTER MIKROTIK (Studi Kasus Pada Laboratorium Komputer Jaringan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta),” vol. 3, no. 2, 2017.
- [7] Bayu Pratama Putra, Made Kamisutara, and Nyoman Suryadipta, “ANALISA PERBANDINGAN ALGORITMA KONTROL KEMACETAN LAPISAN TRANSPORT OSI DENGAN METODE RED, SFQ DAN REM MENGGUNAKAN NETWORK SIMULATOR NS-2 COMPARATIVE ANALYSIS OF CONGESTION CONTROL ALGORITHM OSI TRANSPORT LAYER WITH RED, SFQ AND REM METHOD USING NETWORK SIMULATOR NS-2,” 2013.
- [8] Rasudin, “QUALITY OF SERVICE (QOS) PADA JARINGAN INTERNET DENGAN METODE HIERARCHY TOKEN BUCKET Rasudin,” 2014.