

Analisis Quality of Service (QoS) Menggunakan Standar Parameter Tiphon pada Jaringan Internet Berbasis Wi-Fi Kampus 1 Unjaya

Isnaini Syarifatun Nisa^{a,1,*}, Rahmat Miyarno Saputro^{a,2}, Tegar Fatwa Nugroho^{a,3}, Alfina Rizqi Lahitani^{a,4}

^aTeknologi Informasi, FTTI Unjaya, Yogyakarta, Indonesia

¹isnainisyrfns@gmail.com, ²rahmatdanrpm@gmail.com, ³tegarfatwa@gmail.com,

⁴alfinalahitani@gmail.com

*Penulis koresponden

Diterima Direvisi Disetujui Dipublikasikan

10/2/2024 22/3/2024 1/4/2024 22/5/2024

ABSTRACT

Internet is a very important need in the life of people in the world. Universities can exchange information and share data and communicate with the internet network. General Achmad Yani University Yogyakarta (Unjaya) uses the internet network for activities that occur on campus. QoS testing or internet network performance aims to maintain the stability of network access on the Unjaya campus and reduce the risk of problems such as delays in data transmission. In addition, this research also aims to determine the results of signal quality measurements in the Unjaya real-time area. In this research, QoS measurement is done by using Wireshark application. The QoS parameters measured are throughput, delay, jitter, and packet loss. Based on the measurements taken, the results obtained for QoS measurements show that WiFi network performance based on throughput, delay, jitter, and packet loss parameters is in the good category. The final result obtained after measuring QoS is that the Internet network at Campus 1 Unjaya is in the medium category based on TIPHON standardization with an index value of 3.

KEYWORDS

QoS
Network
TIPHON

ABSTRAK

Internet merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat di dunia. Perguruan tinggi dapat bertukar informasi dan berbagi data serta berkomunikasi dengan jaringan internet. Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta (Unjaya) menggunakan jaringan internet untuk aktivitas yang terjadi di kampus. Pengujian QoS atau kinerja jaringan internet bertujuan untuk menjaga kestabilan akses jaringan pada kampus Unjaya dan mengurangi resiko permasalahan seperti keterlambatan dalam pengiriman data. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui hasil pengukuran kualitas sinyal di area real-time Unjaya. Dalam penelitian ini, pengukuran QoS dilakukan dengan menggunakan aplikasi Wireshark. Parameter QoS yang diukur

KATA KUNCI

QoS
Jaringan
TIPHON

adalah *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan didapatkan hasil untuk pengukuran QoS bahwa performansi jaringan WiFi berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* berada pada kategori bagus. Hasil akhir yang didapatkan setelah melakukan pengukuran QoS adalah jaringan Internet di Kampus 1 Unjaya masuk pada kategori sedang berdasarkan standarisasi TIPHON dengan nilai indeks 3.

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



1 PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi pada saat ini telah berhasil menciptakan teknologi baru yang disebut teknologi internet. Internet merupakan faktor penting pada perkembangan era digital saat ini khususnya dalam bidang pendidikan. Dalam dunia pendidikan jaringan internet sudah diterapkan mulai dari tingkat dasar sampai perguruan tinggi. Dalam lingkungan perguruan tinggi jaringan internet menjadi penunjang aktivitas pembelajaran serta berbagai kegiatan akademik. Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta (Unjaya) adalah salah satu institusi pendidikan yang menggunakan jaringan internet berbasis *Wireless Local Area Network* atau biasa yang disebut Wi-Fi untuk mendukung kegiatan mahasiswa dan dosen dalam proses belajar-mengajar, serta sivitas akademika dalam melakukan kebutuhan yang berkaitan dengan administrasi kampus. Namun, dalam realitanya jaringan internet yang ada di Kampus 1 Unjaya seringkali mengalami kendala. Masalah yang sering terjadi adalah pada saat digunakan, sinyal jaringan turun secara drastis sehingga terjadi *loading*. Masalah lain yang terjadi yaitu sulit untuk terhubung ke jaringan ketika sedang berada di keramaian. Selain itu, tidak meratanya sinyal jaringan internet menyebabkan mahasiswa harus berkeliling atau berpindah tempat guna mencari lokasi dengan sinyal jaringan yang baik. Hal tersebut menyebabkan kurangnya efisiensi waktu terutama bagi mahasiswa yang memiliki waktu terbatas saat mengerjakan tugas. Oleh karena itu, penting bagi pihak kampus untuk memberikan kualitas layanan jaringan yang baik sehingga dalam proses perkuliahan tidak terhambat.

Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta menyediakan jaringan 24 jam kepada seluruh penghuni kampus dengan besaran *bandwidth* sebesar 300 Mbps dengan 20 *access point* yang terpasang pada pancaran frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz. Pembagian *bandwidth* yang tidak optimal merupakan permasalahan yang sering dijumpai pada sebuah jaringan, pengaturan manajemen *bandwidth* yang kurang sesuai dengan kebutuhan pengguna, maka akan menyebabkan pengguna lain tidak mendapatkan kecepatan akses internet secara adil. Selain itu bertambahnya *user* yang menggunakan jaringan internet membuat penggunaan *bandwidth* pada jaringan semakin besar, hal tersebut mengakibatkan *user* sulit terhubung ke jaringan. Koneksi internet yang tidak stabil dan tidak merata mengakibatkan banyak pengguna internet mengeluh.

Untuk mengetahui kelayakan suatu jaringan internet berbasis Wi-Fi, maka diperlukan pengujian QoS (*Quality of Service*). QoS adalah metode untuk menghitung kualitas sebuah jaringan dengan berlandaskan pada parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Pengujian QoS memiliki tujuan untuk membandingkan setidaknya satu dari keempat parameter QoS yang telah ditetapkan [1]. QoS bisa dimanfaatkan untuk menambah produktivitas penggunaan jaringan dan mendapatkan layanan optimal dari aplikasi yang memerlukan jaringan. Dengan begitu melalui penggunaan infrastruktur yang sama beragam kebutuhan pada suatu layanan yang berbeda dapat tercukupi. Hasil Pengujian QoS ini nantinya akan berguna dalam meningkatkan pengembangan suatu jaringan yang sudah ada.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menjadi acuan teori analisis QoS, penelitian ini memiliki kebaruan berupa Orisinalitas data analisis QoS yang diambil di Kampus 1 Unjaya dengan

menggunakan *tools* Wireshark yang dapat merekam lalu lintas jaringan secara real-time. Wireshark juga mendukung jaringan berbasis Wi-Fi untuk melakukan capture lalu lintas jaringan internet. Selain itu, dalam penelitian ini menggunakan standarisasi TIPHON yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan perhitungan dan juga pengolahan data serta penilaian terhadap jaringan Wi-Fi yang ada di Kampus 1 Unjaya.

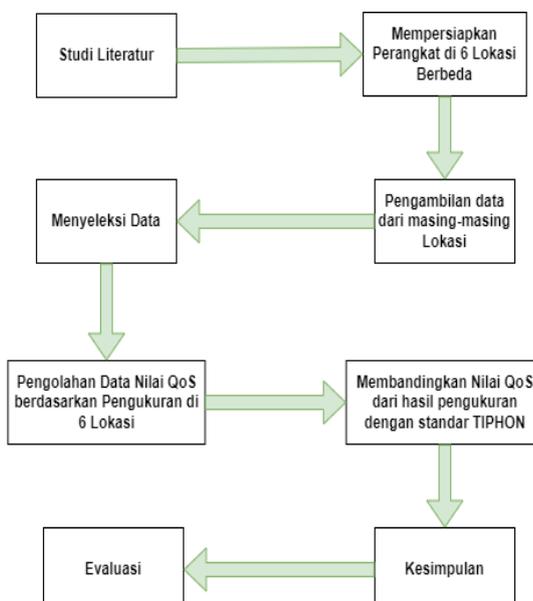
Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini akan melakukan Analisis QoS Menggunakan Standar Parameter TIPHON pada Jaringan Internet Berbasis Wi-Fi Kampus 1 Unjaya.

2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan standarisasi TIPHON dengan menggunakan *tools* Wireshark. Wireshark merupakan *Network packet analyzer* yang berfungsi menangkap paket-paket jaringan dan berusaha untuk menampilkan semua informasi dipaket tersebut sedetail mungkin [2]. Adapun tahap penelitian merupakan penelitian yang bertujuan untuk memperbaiki sesuatu yang sudah ada, dengan melakukan perencanaan, eksekusi tindakan, dan akhirnya dilakukan evaluasi, sehingga kebenaran data dalam penelitian ini bisa dipertanggung jawabkan secara akademik.

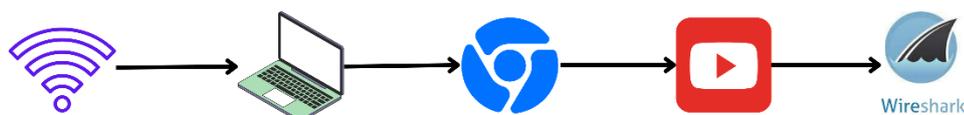
2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diperlihatkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart tahapan penelitian

Pengujian performa jaringan dimulai dengan mencari referensi dan studi literatur untuk mengetahui kelayakan dan performa jaringan ISP. Proses pengambilan data dilakukan pada saat jaringan internet banyak digunakan oleh mahasiswa untuk kegiatan perkuliahan menggunakan software wireshark. Setelah itu data diseleksi sesuai waktu yang dibutuhkan agar lebih akurat dalam pengolahan data. Pengolahan data dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar TIPHON. Kemudian dianalisis bagaimana kriteria jaringan tersebut dan diambil kesimpulan dari hasil parameter parameter tersebut.

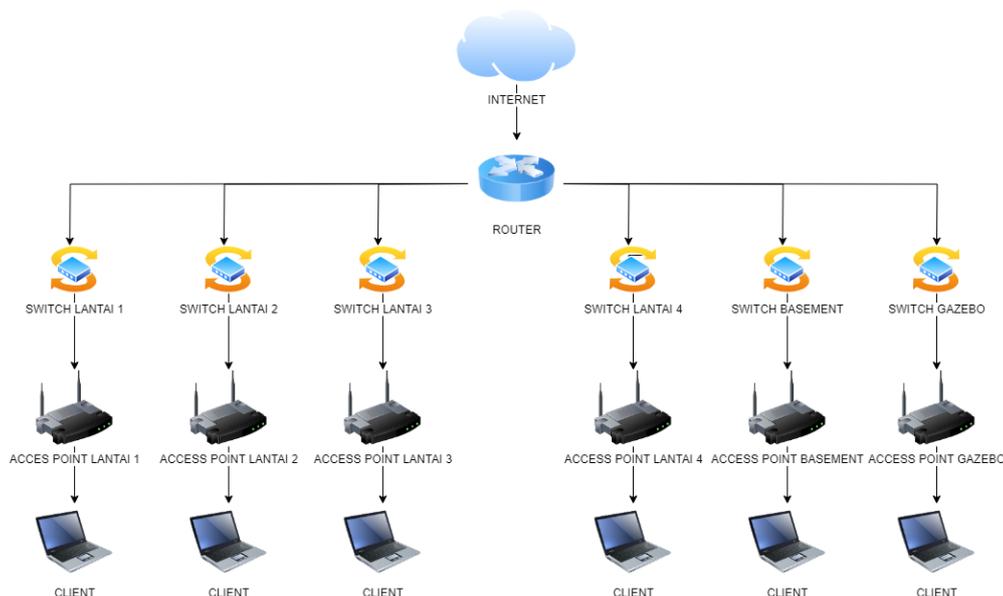


Gambar 2. Arsitektur Pengujian

Arsitektur pengujian dapat dilihat seperti Gambar 2, menggunakan jaringan Wi-Fi untuk mengakses internet guna melakukan streaming Youtube melalui browser. Aplikasi Wireshark diaktifkan untuk menangkap paket data saat melakukan streaming Youtube.

2.2 Wi-Fi

Hotspot (Wi-Fi) adalah sebuah sandar network tanpa kabel, hanya dengan komponen yang sesuai dapat terkoneksi dengan jaringan [3]. Wi-Fi merupakan standar yang digunakan untuk WLAN (*Wireless Local Area Network*) untuk terhubung dengan akses internet (Jurnal ICT). Wi-Fi adalah sebuah singkatan yang memiliki kepanjangan *Wireless Fidelity* yaitu sebuah konsep pengiriman data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk berkomunikasi layaknya sebuah jaringan berbasis kabel (*Wired*). Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan adalah 802.11n. Topologi jaringan yang diterapkan di Kampus 1 Unjaya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Topologi jaringan Kampus 1 Unjaya

2.3 Quality of Services (QoS)

QoS (*Quality of Service*) adalah sebuah mekanisme sebuah jaringan yang digunakan untuk memberikan layanan yang lebih baik dengan menggunakan parameter parameter QoS seperti *throughput*, *packet loss*, *jitter*, dan *delay* [4]. Menurut rahmat dalam [5] menjelaskan bahwa *Quality of Service* merupakan kemampuan jaringan untuk mengatasi parameter parameter dari QoS. Fahmi juga menjelaskan dalam [6] bahwa *Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran dan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat jaringan. Nilai parameter QoS berdasarkan standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Throughput

Throughput adalah ukuran yang menggambarkan jumlah data yang berhasil di transfer dalam periode waktu tertentu. *Throughput* dapat diartikan juga sebagai bandwidth aktual yang diukur dalam periode waktu saat transmisi file [7]. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses diamati pada destination pada interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut [8]. *Throughput* dapat dihitung dengan mengamati jumlah data terkirim dibagi dengan durasi waktu, dapat dilihat pada persamaan (1) berikut.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data terkirim (kb)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}} \quad (1)$$

Kategori indeks *throughput* pada standarisasi TIPHON dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Indeks *throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Baik	>2,1 Mbps	4
Baik	1,2 - 2,1 Mbps	3
Cukup	700 - 1200 Kbps	2
Kurang Baik	338 - 700 Kbps	1
Buruk	0 - 338 Kbps	0

b) *Packet loss*

Packet loss dapat diartikan sebagai persentase kegagalan transmisi paket data yang hilang mencapai tujuan. Menurut Hidayat dalam [9] mengatakan bahwa *packet loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. *Packet loss* menggambarkan jumlah total paket yang hilang yang disebabkan karena *collision* dan *congestion* jaringan [10]. Untuk menghitung persentase *packet loss* dapat menggunakan persamaan (2) berikut.

$$Packet\ loss = \frac{(data\ terkirim - data\ diterima) \times 100\%}{data\ diterima} \quad (2)$$

Kategori indeks *packet loss* pada standarisasi TIPHON dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Indeks *packet loss*

Kategori Degradasi	<i>Packet loss</i>	Indeks
Sangat Baik	0-2 %	4
Baik	3-14 %	3
Cukup	15 - 24 %	2
Buruk	>25%	1

c) *Delay*

Delay merupakan waktu tempuh yang diperlukan data untuk melakukan proses mulai dari paket dikirim hingga diterima. Jarak, media fisik, kongesti atau waktu proses yang lama dapat mempengaruhi *delay* [7]. Berikut persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung *delay*.

$$Rata\ rata\ delay = \frac{total\ delay}{jumlah\ paket\ diterima - 1} \quad (3)$$

Kategori indeks *delay* pada standarisasi TIPHON dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Indeks *delay*

Kategori latency	<i>Delay</i>	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150 s/d 300 ms	3

Kategori latency	Delay	Indeks
Cukup	300 s/d 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

d) Jitter

Jitter merupakan variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan [11]. *Jitter* merupakan variasi *delay* paket data dari titik awal ke titik akhir pengiriman paket data dan diukur dengan satuan *milisecond* [10]. *Jitter* biasanya disebabkan berbagai faktor mulai dari jaringan yang padat, perbedaan ukuran data, hingga kondisi jaringan. Berikut persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung *jitter*

$$Jitter = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket diterima} - 1} \quad (4)$$

Kategori indeks *jitter* pada standarisasi TIPHON dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Indeks *jitter*

Kategori Degradasi	Peak Jitter	Indeks
Sangat Baik	0 ms	4
Baik	0 s/d 75 ms	3
Cukup	75 s/d 125 ms	2
Buruk	125 s/d 225 ms	1

2.4 Standar TIPHON

TIPHON merupakan singkatan dari *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* adalah salah satu organisasi yang dibentuk oleh ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Bertujuan untuk mendukung aspek multimedia dan pasar komunikasi antara pengguna jaringan circuit switched dan pengguna jaringan berbasis IP. Tujuan dari TIPHON adalah untuk mendukung pasar untuk komunikasi suara dan terkait *voice-band-communication* (fax), dan memastikan bahwa internet dengan pengguna dapat berkomunikasi. Pada tahun 1999 ETSI mengelompokkan empat tingkatan dalam QoS yang digunakan sebagai acuan dalam sistem TIPHON [7]. Empat tingkatan dalam QoS tersebut adalah sebagai berikut:

a) Best (optimal)

Best atau optimal merupakan jenis layanan yang memiliki potensi untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik. Tingkatan ini diterapkan pada QoS jaringan IP dalam lingkup LAN.

b) High (kualitas tinggi)

High adalah jenis layanan yang berpotensi memberikan layanan pengguna dengan kondisi radio yang baik. Tingkatan ini diterapkan dalam merekayasa QoS jaringan IP saat mengoptimalkan penggunaan bandwidth.

c) Medium

Medium merupakan jenis layanan IP yang memiliki potensi untuk memberikan pengalaman pengguna yang mirip dengan layanan telepon seluler.

d) Best effort (upaya terbaik)

Best effort adalah jenis layanan yang menyediakan komunikasi dengan tanpa adanya gangguan kualitas dan penundaan.

Standard presentase nilai Quality of Service pada standarisasi TIPHON dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Standar presentase nilai QoS oleh TIPHON

Nilai	Presentase	Indeks
3.8 - 4	95 - 100	Sangat Baik
3 - 3.79	75 - 95	Baik
2 - 2.99	50 - 75	Kurang Baik
1 - 1.99	25 - 50	Buruk

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berisi uraian mengenai hal-hal atau hasil yang didapatkan selama melakukan proses pengambilan data. Parameter diambil berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *software* Wireshark. Semua parameter diuji berdasarkan hasil pengamatan di 6 lokasi yang berbeda pada kampus 1 Unjaya yang diantaranya pada lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4, basement, dan gazebo. Setelah melakukan pengujian, didapat hasil pengukuran parameter QoS. Data hasil perhitungan kemudian dianalisis dan dibandingkan untuk menentukan lokasi mana yang memiliki sinyal paling bagus. Data hasil penelitian diolah dengan mengacu pada standar perhitungan rumus yang sudah ada menurut TIPHON. Data tersebut dimasukkan ke dalam sebuah tabel kemudian diolah menggunakan bantuan Microsoft Excel, sehingga memudahkan dalam proses perhitungan dan pengolahan data. Hasil dari perhitungan ini berupa angka-angka yang tersusun dalam sebuah tabel. Kemudian dilakukan pengelompokan data berdasarkan pada parameter-parameter *delay*, *packet loss*, *jitter*, dan *throughput*. Kemudian data tersebut akan digabungkan dan diambil nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata ini nantinya yang akan dibandingkan dengan standar TIPHON, sehingga tercipta suatu data total dari parameter *delay*, *packet loss*, *jitter*, dan *throughput* selama penelitian berlangsung.

Untuk melihat lebih lengkap hasil analisis QoS pada setiap lantai pada Kampus 1 Unjaya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengambilan data parameter QoS menggunakan wireshark

Lokasi	Throughput (Kbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Lantai 1	594.129	0.040	10.913	18.018
Lantai 2	370.850	0.001	16.791	25.205
Lantai 3	564.493	0.068	11.879	17.075
Lantai 4	485.556	0.029	12.677	23.554
Basement	360.518	0.077	27.552	36.872
Gazebo	1306.402	0.063	6.102	10.424

Berdasarkan Tabel 6, untuk parameter throughput pada 6 lokasi mendapatkan hasil kurang baik dikarenakan hasil throughput yang di dapat berada pada kisaran 338 Kbps - 700 Kbps kecuali pada gazebo dapat dikategorikan baik dikarenakan mendapatkan hasil throughput di antara 1200 Kbps - 2100 Kbps. Untuk parameter packet loss hasil yang didapatkan pada ke 6 lokasi mendapatkan hasil sangat baik dikarenakan hasil packet loss yang didapat pada kisaran 0% - 2%. Pada parameter jitter hasil yang didapatkan pada ke 6 lokasi mendapatkan hasil yang baik dengan nilai jitter diantara

0 ms - 75 ms, dan untuk parameter delay pada ke 6 lokasi mendapatkan hasil yang sangat baik dengan nilai delay kurang dari 150 ms.

Tabel 7. Hasil rata-rata parameter QoS

Parameter	Rata-rata nilai	Indeks	Kategori
Throughput	613.66	1	Kurang baik
Packet loss	0,046	4	Sangat baik
Jitter	14,31	3	Baik
Delay	21,85	4	Sangat Baik
Rata-rata nilai		3	Baik

Berdasarkan Tabel 7 nilai rata-rata pada setiap parameter QoS yang telah dilakukan di 6 lokasi mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Pada parameter throughput mendapatkan rata-rata nilai 613,66 Kbps dengan nilai indeks 1 dengan kategori kurang baik. Parameter packet loss mendapatkan rata-rata nilai 0,046 % dengan nilai indeks 4 dengan kategori sangat baik. Parameter delay mendapatkan rata-rata nilai 14,31 ms dengan nilai indeks 3 dengan kategori baik. Parameter jitter mendapatkan rata-rata nilai 21,85 ms dengan nilai indeks 4 dan dengan kategori sangat baik. Dan hasil rata-rata pada ke 4 parameter yang diuji mendapatkan nilai indeks 3 dengan kategori baik.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan pada Kampus 1 Unjaya didapat rata-rata nilai throughput sebesar 613,66 dimana hal ini menyebabkan nilai parameter throughput masuk kedalam kategori kurang baik, parameter packet loss mendapatkan rata-rata nilai 0,046 sehingga mendapatkan kategori sangat baik, parameter jitter mendapatkan rata-rata nilai 14,31 dengan kategori baik dan parameter delay mendapatkan rata-rata nilai 21,85 dengan kategori sangat baik. Dan untuk hasil rata-rata pada ke 4 parameter yang diuji mendapatkan nilai indeks 3 dengan kategori baik. Sehingga berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan, secara keseluruhan pada Kampus 1 Unjaya memiliki kualitas jaringan yang baik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang *Quality of Service* pada Jaringan Internet pada Kampus 1 Unjaya, hendaknya pihak pengelola jaringan internet lebih mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* sesuai kebutuhan tiap lantai untuk meningkatkan kualitas jaringan yang ada supaya pengguna mendapatkan kecepatan akses internet secara adil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. E. Prasetyo and E. Tan, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Wireless 2.4 GHz dan 5 GHz di Dalam Ruangan dengan Hambatan Kaca," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 15, no. 2, p. 103, 2021, doi: 10.32815/jitika.v15i2.609.
- [2] M. Hasbi and N. R. Saputra, "Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet Kantor Pusat King Bukopin Dengan Menggunakan Wireshark," *Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/view/13596>
- [3] R. Karim, S. S. Sumendep, and F. V. I. . Koagouw, "Pentingnya Penggunaan Jaringan Wifi Dalam Memenuhi Kebutuhan Informasi Pemustaka pada Kantor Perpustakaan dan Kearsipan Daerah Kota Tidore Kepulauan," *Acta Diurna*", vol. 2, no. 2, pp. 1–2, 2016.
- [4] A. I. Diwi, R. R. Mangkudjaja, and I. Wahidah, "Analisis Kualitas Layanan Video Live Streaming pada Jaringan Lokal Universitas Telkom," *Bul. Pos dan Telekomun.*, vol. 12, no. 3, p. 207, 2015, doi: 10.17933/bpostel.2014.120304.
- [5] A. Turmudi and F. Abdul Majid, "Analisis QoS (Quality Of Service) Dengan Metode Traffi

- Shaping Pada jaringan Interent (Studi Kasus : PT Toyonaga Indonesia),” *Sigma*, vol. 9, no. 4, pp. 2407–3903, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.pelitabangsa.ac.id/index.php/sigma/article/view/445>
- [6] S. Amin, A. C. Rumaikewi, and A. Adahati, “Analisis Quality Of Service (QOS) Jaringan Internet pada Kantor Bandar Udara Rendani,” *Syntax Lit. ; J. Ilm. Indones.*, vol. 6, no. 6, p. 3049, 2021, doi: 10.36418/syntax-literate.v6i6.1395.
- [7] P. R. Utami, “Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media,” *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [8] 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.
- [9] E. B. Wagi, A. Butar-butur, and J. I. Sihotang, “Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Universitas Advent Indonesia),” *TeIKa*, vol. 9, no. 01, pp. 31–41, 2019, doi: 10.36342/teika.v9i01.789.
- [10] Valia Yoga Pudya Ardhana and M. D. Mulyodiputro, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB),” *J. Informatics Manag. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 70–76, 2023, doi: 10.47065/jimat.v3i2.257.
- [11] R. Pratama, J. Dedy Irawan, and M. Orisa, “Analisis Quality of Service Sistem Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Laboratorium Teknik Informatika Itn Malang,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 196–204, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4557.