



PERFORMANSI KUALITAS JARINGAN WIRELESS DI ITS PKU MUHAMMADIYAH

Nurul Kholisatul 'ulya^a, Arif Nugraha Hernanjaya^b, Suryanto Nugroho^c

^a Program Studi Informatika, nurul.kholisatul@itspku.ac.id, ITS PKU Muhammadiyah

^b Program Studi Informatika, arifnhl@itspku.ac.id, ITS PKU Muhammadiyah

^c Program Studi Informatika, suryanto@itspku.ac.id, ITS PKU Muhammadiyah

ABSTRAK

ITS PKU Muhammadiyah is an educational institution that always follows the development of technology. To support learning, then in each building has been facilitated with a good quality internet network while at some point there are complaining of weak network connectivity so that the utilization of internet services is slightly hampered. Measurement of network performance is carried out to find out the factors and quality of wireless-based internet network services at ITS PKU Muhammadiyah. The study used Quality of Service (QoS) parameters consisting of Throughput, Packetloss, Delay and Jitter. The results obtained that the quality of the network is categorized is good.

Keywords: performance, quality, network.

Abstrak

ITS PKU Muhammadiyah merupakan institusi pendidikan yang senantiasa mengikuti perkembangan teknologi. Untuk mendukung pembelajaran, maka pada setiap gedung telah terfasilitasi dengan jaringan internet yang berkualitas baik sedangkan di beberapa titik ada yang mengeluhkan lemahnya konektivitas jaringan sehingga pemanfaatan layanan internet sedikit terhambat. Pengukuran performansi jaringan dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor dan kualitas layanan jaringan internet berbasis wireless di ITS PKU Muhammadiyah. Penelitian ini menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) yang terdiri dari *Throughput*, *Packetloss*, *Delay* dan *Jitter*. Hasil yang didapatkan bahwa secara umum kualitas jaringan dikategorikan baik.

Kata Kunci: performansi, kualitas, jaringan.

1. PENDAHULUAN

ITS PKU Muhammadiyah merupakan institusi pendidikan yang senantiasa mengikuti perkembangan teknologi. Untuk mendukung pembelajaran yang berbasis teknologi maka di setiap gedung di area kampus telah disediakan jaringan internet berbasis *wireless*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam mengakses internet di area kampus. ITS PKU Muhammadiyah memiliki 4 gedung yang masing-masing memiliki beberapa lantai. Pada setiap lantai difasilitasi dengan internet wifi untuk menunjang kegiatan mahasiswa dalam meningkatkan produktivitas pendidikannya seperti mencari informasi, materi dan membantu menyelesaikan tugas.

Pandemi belum berakhir, pada pembelajaran menuju new normal ini konsep pembelajaran telah dilaksanakan secara offline yang dilakukan secara bertahap dengan kelompok kecil dimana mahasiswa kembali belajar di kampus secara luring. Sebagai kesiapan dalam menunjang pembelajaran tersebut perlu dilakukan pengukuran kualitas jaringan internet, karna dalam kinerja jaringan berbasis wireless sering terjadi penurunan kualitas jaringan yang ditangkap sehingga mengakibatkan akses ke jaringan menjadi lambat.

Kebutuhan akan internet tidak hanya meliputi bidang pendidikan saja, faktanya internet menjadi kebutuhan yang utama di semua aspek kehidupan masyarakat. Namun, kualitas internet yang tidak stabil dan lambat menjadikan pelayanan informasi yang dikirim atau diterima menjadi kurang optimal. Perlu dilakukan evaluasi sebagai upaya perbaikan dalam pengoptimalan layanan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh [1], peneliti menguji layanan pada jaringan data selular seperti Telkomsel, Tri, dan XL di tepian Samarinda dilatorbelakangi karena banyak yang mengeluhkan kualitas layanan internet yang kurang optimal dalam melakukan layanan komunikasi seperti video call. Untuk menguji kualitas jaringan tersebut maka digunakanlah metode Quality of Service (QoS). Pada penelitian yang lain, metode QoS juga digunakan untuk melakukan evaluasi terkait beberapa aplikasi daring yang digunakan untuk video conference seperti

zoom, webex, googleclassroom dan dianalisa dengan beberapa parameter seperti throughput, jitter, delay, dan packet loss pada saat jam kerja. Hasil yang didapatkan bahwa penggunaan bandwidth terbesar pada aplikasi Google Meet sebesar 1053,25 bps. Delay terbesar berada pada aplikasi Webex sebesar 360 ms. Packet loss terbesar yaitu pada aplikasi Zoom dengan nilai sebesar 0,3% [2].

Pada kondisi traffic yang padat karena pembagian bandwidth yang tidak merata pada user dapat menjadi sebab lambatnya jaringan internet. Seperti yang dilakukan oleh [3] untuk mengetahui kualitas jaringannya maka Kesato Digital Agency melakukan penilaian Quality of Service. Hasil yang didapatkan bahwa layanan masuk dalam kategori memuaskan.

Berdasarkan Penelitian terdahulu, Metode QoS merupakan metode yang cukup baik dalam mengevaluasi kualitas sebuah jaringan baik pada jaringan data selular, LAN dan wireless [1][2][3]. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan penilaian performansi layanan jaringan berbasis wireless yang menggunakan parameter Quality of Service (QoS) di lingkungan ITS PKU Muhammadiyah yang terdiri dari throughput, Packet loss, Delay dan Jitter.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis [4]. Sedangkan menurut [5] Quality of Service (QoS) adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya. QoS digunakan untuk mengukur tingkat kualitas koneksi jaringan TCP/IP internet atau intranet. Parameter-parameter yang diukur dalam QoS adalah throughput, packet loss, delay, dan jitter. Performansi QoS diukur sesuai dengan versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*). Adapun prosentase penilaian dari Quality of Service dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Prosentase penilaian dari *Quality of Service*

Nilai	Prosentase (%)	Indeks
3,8-4	95-100	Sangat baik
3-3,79	75-94,75	Baik
2-2,99	50-74,75	Kurang baik
1-1,99	25-49,75	Tidak baik

2.2. Parameter QoS

2.2.1. Throughput

Throughput adalah kecepatan (*rate*) transfer data efektif yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut [1]

Tabel 2. Penilaian Throughput

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat baik	> 2.1 Mbps	4
Baik	1200 kbps – 2.1 Mbps	3
Cukup	700-1200 kbps	2
Kurang baik	338 – 700 kbps	1
Buruk	0 – 338 kbps	0

dengan rumus pengukuran,

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim(kb)}}{\text{Waktu pengiriman Data (s)}} \quad (1)$$

2.2.2. Packet Loss

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah bandwidth cukup tersedia untuk aplikasi- aplikasi tersebut. Umumnya perangkat jaringan memiliki

buffer untuk menampung data yang diterima. Jika terjadikongesti yang cukup lama, buffer akan penuh, dan data baru tidak akan diterima[1].

Tabel 3. Penilaian Packet Loss

Kategori	Packet Loss	Indeks
Sangat baik	0%	4
Baik	3%	3
Cukup	15%	2
Kurang baik	25%	1

dengan rumus pengukuran,

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket Data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket Data yang dikirim}} \times 100\% \quad (2)$$

2.2.3. Delay

Delay adalah parameter QoS menunjukkan total waktu yang dibutuhkan paket dalam menempuh jarak dari *source* ke tujuan. Hal-hal yang dapat mempengaruhi delay yaitu perangkat keras, jarak dan congestion. Delay dalam sebuah proses transmisi paket dalam sebuah jaringan komputer disebabkan karena adanya antrian yang panjang, atau mengambil rute lain untuk menghindari kemacetan pada routing. Untuk mencari delay pada paket yang ditransmisikan dengan membagi antara panjang paket (satunya bit) dibagi dengan link bandwidth (satunya bit/s). Untuk mengukur delay pada suatu jaringan komputer menggunakan perintah ping yang merupakan salah satu perintah yang dimiliki oleh command prompt sistem operasi Windows, dimana time pada hasil perintah ping menunjukkan delay pada paket yang dikirimkan[6][7].

Tabel 4. Penilaian Delay

Kategori	Delay	Indeks
Sangat baik	<150 ms	4
Baik	150 ms – 300 ms	3
Cukup	300 ms - 450 ms	2
Kurang baik	>450 ms	1

dengan rumus pengukuran,

$$\text{Rata-rata delay} = \frac{\text{Jumlah delay}}{\text{Jumlah paket yang diterima}} \quad (3)$$

2.2.4. Jitter

Jitter adalah variasi atau perubahan latency dari delay atau variasi waktu kedatangan paket. Jitter juga didefinisikan sebagai gangguan pada komunikasi digital maupun analog yang disebabkan oleh perubahan sinyal karena referensi posisi waktu. Adanya jitter ini dapat mengakibatkan hilangnya data, terutama pada pengiriman data dengan kecepatan tinggi [8]

Tabel 5. Penilaian Jitter

Kategori	Delay	Indeks
Sangat baik	0 ms	4
Baik	0 ms – 75 ms	3
Cukup	75 ms -125 ms	2
Kurang baik	125 ms – 225 ms	1

Dengan rumus pengukuran,

$$\text{Rata-rata jitter} = \frac{\text{Jumlah variasi delay}}{\text{Jumlah paket yang diterima}} \quad (4)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur performansi jaringan *wireless* pada ITS PKU Muhammadiyah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. Metode Penelitian

Tahap pertama yang dilakukan adalah mencari studi literatur yang berkaitan dengan pengukuran kualitas jaringan untuk mengetahui mekanisme yang dilakukan. Berikutnya adalah persiapan untuk melakukan pengukuran diantaranya seperti alat yang dibutuhkan dan software pendukung. Tahap berikutnya pengambilan data yakni melakukan pengukuran kualitas jaringan melalui sudut pandang *user* dengan menggunakan parameter *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Selanjutnya dari data yang telah didapatkan akan dilakukan analisa untuk memberikan evaluasi terhadap jaringan yang telah diterapkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran jam sibuk (kerja) antara pukul 08.00-16.00 WIB yang mana dibagi menjadi 2 sesi yakni sesi pagi (sesi 1) antara pukul 08.00-12.00 WIB dan sesi siang (sesi 2) antara pukul 13.00-16.00 WIB. Penelitian dilakukan selama 4 hari. Dalam membantu melakukan analisa pengukuran maka penulis menggunakan aplikasi wireshark.. Wireshark merupakan salah satu aplikasi *open source* yang digunakan sebagai alat analisa protocol jaringan. Fungsi wireshark yaitu menganalisa data yang melintas pada media transmisi dan mempresentasikan informasi yang didapat secara logis sesuai dengan model OSI Reference Model [9]. Berikut adalah rekapitulasi pengukuran yang telah dilakukan

Tabel 6. Rekapitulasi pengukuran QoS

No	Pengukuran	Lokasi	Sesi 1				Sesi 2			
			T (kbps)	P (%)	D (ms)	J (ms)	T (kbps)	P (%)	D (ms)	J (ms)
1	Gedung 1	Lantai 1	993.45	0.07	6.09	7.33	1030.90	0.01	4.71	8.42
		Lantai 2	504.35	2.00	10.03	14.60	596.80	0.28	6.59	12.48
2	Gedung 2	Lantai 1	856.90	1.12	6.15	8.54	965.26	0.52	6.72	11.48
		Lantai 2	1065.30	3.45	6.14	9.83	507.23	0.39	8.24	14.58
3	Gedung 3	Lantai 1	1155.25	0.19	4.28	7.13	820.90	0.04	5.06	8.64
		Lantai 2	982.28	0.14	5.18	7.75	646.00	0.81	5.50	9.27
4	Gedung 4	Lantai 1	1350.85	1.73	3.93	7.35	1035.63	0.10	4.06	8.20
		Lantai 2	1316.61	1.39	4.10	7.42	922.30	0.12	4.78	7.91
		Lantai 3	1036.05	0.09	4.03	7.10	387.20	0.04	2.99	5.27
		Lantai 4	783.01	0.01	3.76	6.80	253.67	0.13	5.78	9.31

Dengan rumus pengukuran,

$$\text{Rata-rata (parameter)} = \frac{\text{Sesi1} + \text{Sesi 2}}{2} \quad (5)$$

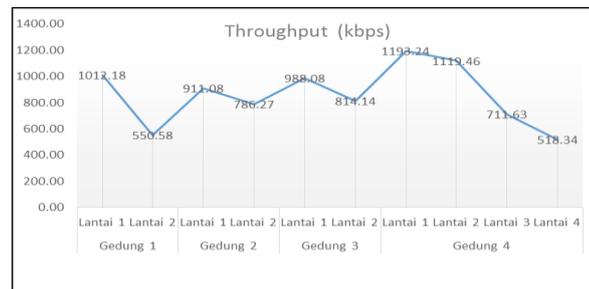
4.1. Throughput

Hasil pengukuran throughput untuk masing-masing gedung serta berdasarkan nilai throughput sesuai dengan versi standar TIPHON

Tabel 7. Hasil pengukuran *throughput*

No	Pengukuran	Lokasi	Rata-rata <i>Throughput</i> (kbps)	Keterangan	
				indeks	Kategori

1	Gedung 1	Lantai 1	1012.18	3	Baik
		Lantai 2	550.58	1	Kurang baik
2	Gedung 2	Lantai 1	911.08	2	Cukup
		Lantai 2	786.27	2	Cukup
3	Gedung 3	Lantai 1	988.08	2	Cukup
		Lantai 2	814.14	2	Cukup
4	Gedung 4	Lantai 1	1193.24	3	Baik
		Lantai 2	1119.46	3	Baik
		Lantai 3	711.63	2	Cukup
		Lantai 4	518.34	1	Kurang baik

Gambar 2. Grafik *Throughput*

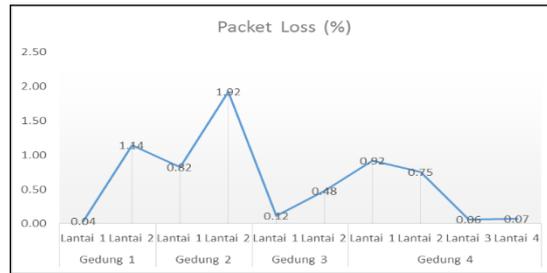
Berdasarkan tabel yang telah disajikan lantai 4 pada gedung 4 dan lantai 2 pada gedung 1 mendapatkan indeks dengan nilai 1 dengan kategori kurang baik. Kemudian pada gedung 2, gedung 3 dan gedung 4 lantai 3 mendapatkan indeks 2 dengan kategori cukup. Melalui grafik dapat dilihat bahwa throughput terendah berada pada gedung 4 lantai 4 sebesar 518,34 kbps dan tertinggi pada gedung 4 lantai 1 sebesar 1193.24 kbps. Dari hasil analisa tersebut maka perlu adanya evaluasi terhadap manajemen bandwidth pada setiap gedung.

4.2. Packet Loss

Hasil pengukuran packet loss untuk masing-masing gedung serta berdasarkan nilai packet loss sesuai dengan versi standar TIPHON

Tabel 8. Hasil pengukuran *packet loss*

No	Pengukuran	Lokasi	Rata-rata <i>Packet Loss</i> (%)	Keterangan	
				indeks	Kategori
1	Gedung 1	Lantai 1	0.04	4	Sangat baik
		Lantai 2	1.14	3	Baik
2	Gedung 2	Lantai 1	0.82	4	Sangat baik
		Lantai 2	1.92	3	Baik
3	Gedung 3	Lantai 1	0.12	4	Sangat baik
		Lantai 2	0.48	4	Sangat baik
4	Gedung 4	Lantai 1	0.92	4	Sangat baik
		Lantai 2	0.75	4	Sangat baik
		Lantai 3	0.06	4	Sangat baik
		Lantai 4	0.07	4	Sangat baik

Gambar 3 Grafik *Packet loss*

Dari tabel dapat dijelaskan bahwa mayoritas lantai pada setiap gedung mendapatkan nilai 4 dengan kategori sangat baik. Dan pada gedung 1 lantai 2 dan gedung 2 lantai 2 mendapatkan nilai 3 dengan kategori baik. Dari grafik yang telah disajikan maka *packet loss* terendah berada pada gedung 1 lantai 1 sebesar 0.04 % dan *packet loss* tertinggi berada pada gedung 2 lantai 2 dengan *packet loss* sebesar 1,92 %. Sehingga berdasarkan penilaian yang telah dilakukan maka paket yang hilang tidak terlalu besar

4.3. Delay

Hasil pengukuran *delay* untuk masing-masing gedung serta berdasarkan nilai *delay* sesuai dengan versi standar TIPHON

Tabel 9. Hasil pengukuran *delay*

No	Pengukuran	Lokasi	Delay (ms)	Keterangan	
				indeks	Kategori
1	Gedung 1	Lantai 1	5.40	4	Sangat baik
		Lantai 2	8.31	4	Sangat baik
2	Gedung 2	Lantai 1	6.43	4	Sangat baik
		Lantai 2	7.19	4	Sangat baik
3	Gedung 3	Lantai 1	4.67	4	Sangat baik
		Lantai 2	5.34	4	Sangat baik
4	Gedung 4	Lantai 1	3.99	4	Sangat baik
		Lantai 2	4.44	4	Sangat baik
		Lantai 3	3.51	4	Sangat baik
		Lantai 4	4.77	4	Sangat baik

Gambar 4. Grafik *Delay*

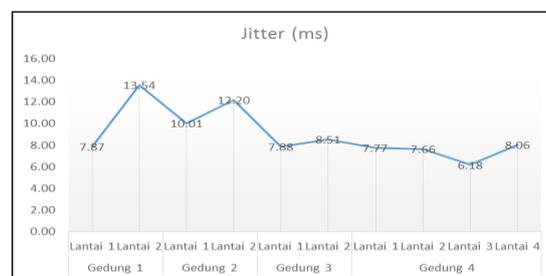
Dari pengukuran yang dilakukan terlihat pada tabel bahwa pada semua gedung baik gedung 1, 2, 3 dan 4 menunjukkan nilai indeks 4 dengan kategori sangat baik. Sedangkan dari grafik nilai delay terendah berada pada gedung 4 lantai 3 sebesar 3,51 ms dan tertinggi berada pada gedung 1 lantai 2 sebesar 8.31 ms. Bisa disimpulkan bahwa pengiriman paket data pada jaringan komputer sangat baik

4.4. Jitter

Hasil pengukuran jitter untuk masing-masing gedung serta berdasarkan nilai jitter sesuai dengan versi standar TIPHON

Tabel 9. Hasil pengukuran *jitter*

No	Pengukuran	Lokasi	Jitter (ms)	Keterangan	
				indeks	Kategori
1	Gedung 1	Lantai 1	7.87	3	Baik
		Lantai 2	13.54	3	Baik
2	Gedung 2	Lantai 1	10.01	3	Baik
		Lantai 2	12.20	3	Baik
3	Gedung 3	Lantai 1	7.88	3	Baik
		Lantai 2	8.51	3	Baik
4	Gedung 4	Lantai 1	7.77	3	Baik
		Lantai 2	7.66	3	Baik
		Lantai 3	6.18	3	Baik
		Lantai 4	8.06	3	Baik

Gambar 5. Grafik *Jitter*

Pada tabel penilaian diatas menunjukkan semua gedung meliputi gedung 1, gedung 2, gedung 3 dan gedung 4 mendapatkan nilai indeks 3 dengan kategori bagus. Dari grafik didapatkan nilai jitter terendah berada pada gedung 4 lantai 3 sebesar 6,18 ms dan tertinggi berada pada gedung 1 lantai 2 sebesar 13,54 ms.

Hasil rekapitulasi penilaian kualitas jaringan pada setiap gedung berdasarkan standarisasi QoS menggunakan rumus (6). Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 9 berikut

$$\text{Nilai} = (T+P+D+J)/4$$

(6)

Tabel 9. Rekapitulasi penilaian kualitas jaringan

No	Pengukuran	Lokasi	Nilai	Kategori
1	Gedung 1	Lantai 1	3,5	Baik
		Lantai 2	2,75	Kurang baik
2	Gedung 2	Lantai 1	3,25	Baik
		Lantai 2	3	Baik
3	Gedung 3	Lantai 1	3,25	Baik
		Lantai 2	3,25	Baik
4	Gedung 4	Lantai 1	3,5	Baik
		Lantai 2	3,5	Baik
		Lantai 3	3,25	Baik
		Lantai 4	3	Baik

Berdasarkan penilaian QoS menunjukkan pada gedung 1 lantai 2 mendapatkan nilai 2,75 dengan kategori kurang baik. Pada gedung 2 lantai 2 dan gedung 4 lantai 4 mendapatkan nilai 3 dengan kategori baik. Selanjutnya pada gedung 2 lantai 1, gedung 3 lantai 1 dan 2, gedung 4 lantai 3 mendapatkan nilai 3,25 dengan kategori baik. Berikutnya pada gedung 1 lantai 1, gedung 4 lantai 1 dan 2 mendapatkan nilai 3,5 dengan kategori baik. Berdasarkan hasil penilaian QoS yang telah dilakukan, secara umum, kualitas jaringan pada ITS PKU Muhammadiyah masuk pada kategori baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penilaian QoS yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara umum kualitas jaringan pada ITS PKU Muhammadiyah menunjukkan kategori memuaskan. Terdapat 1 kategori kurang memuaskan pada gedung 1 lantai 2.
2. Hasil pengukuran parameter QoS terbaik pada gedung 1 lantai 1, gedung 4 lantai 1 dan 2
3. Berdasarkan penilaian *throughput* yang didasarkan pada standar TIPHON diketahui bahwa semakin tinggi nilai *throughput* maka semakin baik. Dari hasil pengukuran maka *throughput* terbaik berada pada gedung 4 lantai 1 sebesar 1193.24 kbps
4. Sedangkan untuk nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* pada standar TIPHON diketahui bahwa semakin rendah nilainya maka semakin baik. Dalam hal ini untuk parameter *packet loss* terendah berada pada gedung 1 lantai 1 sebesar 0.04 %, sedangkan nilai *delay* dan *jitter* terendah berada pada gedung 4 lantai 3 masing- masing sebesar 3,51 ms dan 6,18 ms.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Sains dan Kesehatan PKU (ITS PKU) Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan fasilitas untuk pengambilan data dan informasi untuk tujuan penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung peneliti dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saputra, H., Phony, Putra, G., Budiman, E., & Wardhana, R. (2020). Analisis QoS Jaringan 4G Dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark (Studi Kasus : Tepian Samarinda ,. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 5(1), 13–18.
- [2] Iryani, N., Dwi, A., & Masykuroh, K. (2020). Analisa Performansi QoS Aplikasi Pembelajaran Daring pada Jam Kerja. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 5(2), 201. <https://doi.org/10.31544/jtera.v5.i2.2020.201-206>
- [3] Putra, I. B. A. E. M., Adnyana, M. S. I. D., & Jasa, L. (2021). Analisis Quality of Service Pada Jaringan Komputer. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1), 95. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p11>
- [4] Wulandari, R. (2016). ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(2), 162–172. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i2.454>
- [5] Ningsih, Y. K., T. Susila dan R. F. Ismet. 2004. *Analisis Quality Of Service (QoS) pada Simulasi Jaringan Multiprotocol Label Switching Virtual Private Network (MPLSVPN)*. JETri, vol. 3
- [6] Lorenz, D. H., & Orda, A. (2002). Optimal partition of QoS requirements on unicast paths and multicast trees. *IEEE/ACM*
- [7] Hasanul Fahmi. (2018). Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(2), 98–105
- [8] Purwahid, M., & Triloka, J. (2019). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di SMK N I Sukadana. *Jtksi*, 2(3), 100–109. <https://ojs.stmikpringsewu.ac.id/index.php/jtksi/article/view/778/>
- [9] Ghosh Bamdeb, OSI Network Layer Analysis via Wireshark [Online]. Diakses pada 1 Desember 2021 pada alamat https://linuxhint.com/osi_network_layer_analysis_wireshark/
- [10] Armanto, A., & Daulay, N. K. (2020). Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Di Universitas Bina Insan Lubuklinggau Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb). *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.32502/digital.v3i1.2471>

NOMENKLATUR

Mbps	arti dari Megabit per second
kbps	arti dari kilobit persecond
kb	arti dari kilobit
s	arti dari second
T	arti dari <i>Throughput</i>
P	arti dari <i>Packet Loss</i>
D	arti dari <i>Delay</i>
J	arti dari <i>Jitter</i>