

Pengukuran Kualitas layanan Internet di Universitas Sembilanbelas November Kolaka Berdasarkan QoS dan QoE

Alders Paliling^{*1}, Mardianto², Muhammad Nurtanzis Sutoyo³

^{1,2}Program Studi Ilmu Komputer; FTI USN, Kolaka

³Program Studi Sistem Informasi, FTI USN, Kolaka

e-mail: ^{*1}palilingalders@gmail.com, ²mardianto.itsc@gmail.com, ³mns.usn21@gmail.com

ABSTRAK

saat ini, kepuasan pengguna menjadi salah satu topik terpenting yang diperhatikan oleh penyedia layanan. *Quality of Service (QoS)* adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan jaminan dan performa jaringan seperti delay, throughput, dan packet loss sedangkan *Quality of Experience (QoE)* merupakan pendekatan terhadap kualitas layanan internet, yang dapat menjelaskan pentingnya sebuah perubahan layanan berdasarkan apa yang dirasakan pengguna saat menikmati layanan yang diberikan di USN Kolaka memiliki akses layanan internet yang ketersediaan akses internet seperti Video call/Conference, VideoStreaming, dan Web Browsing. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji apakah pengukuran kualitas internet secara teknis berbanding lurus dengan pengukuran pengalaman pengguna. Berdasarkan hasil uji pengukuran *Quality of Service (QoS)* dan *Quality of Experience (QoE)* bahwa perbandingan kualitas dari faktor teknis (*QoS*) yang diukur memiliki nilai yang bagus dari parameter uji seperti delay, throughput, packet loss dan jitter sedangkan parameter dari kaulitas non teknis (*QoE*) seperti content quality, system quality dan service quality diperoleh nilai *QoE* yang di ukur berdasarkan nilai MOS memiliki kualitas baik sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan nilai *QoS* dan *QoE* layanan internet di Universitas Sembilanbelas November Kolaka dikategorikan baik.

Kata Kunci : *QoS, QoE, MOS*

ABSTRACT

Currently, user satisfaction is one of the most critical topics being addressed by service providers. *Quality of Service (QoS)* represents a network's capability to provide guarantees and network performance, including aspects such as delay, throughput, and packet loss, while *Quality of Experience (QoE)* is an approach to internet service quality that explains the importance of service changes based on what users perceive when enjoying the provided services. At Universitas Sembilanbelas November Kolaka, where internet services are available, such as video calls/conferences, video streaming, and web browsing, the aim of this research is to examine whether technical measurements of internet quality directly correlate with user experience measurements. Based on the results of *Quality of Service (QoS)* and *Quality of Experience (QoE)* measurements, it is evident that the quality comparison of technical factors (*QoS*), measured in terms of parameters such as delay, throughput, packet loss, and jitter, yields favorable values. Additionally, non-technical quality parameters (*QoE*), such as content quality, system quality, and service quality, as measured by the Mean Opinion Score (MOS), also indicate good quality. Therefore, it can be concluded that, based on the values of *QoS* and *QoE*, the internet services at Universitas Sembilanbelas November Kolaka are categorized as good.

Keywords: *QoS, QoE, MOS*

1. PENDAHULUAN

Saat ini, kepuasan pengguna menjadi salah satu topik terpenting yang diperhatikan oleh penyedia layanan [1]. Agar tetap kompetitif, peningkatan trafik *backbone* Internet menyesuaikan dengan kebutuhan yang terus menerus dan memberikan QoS yang baik. Meskipun pada awal pertumbuhan internet belum menjadi prioritas utama. Hal yang menarik adalah besaran yang akan diketahui tidak seperti ukuran statis alat ukur panjang, berat, jarak tempuh dll, sedangkan masalah skala pengukuran internet yang akan diketahui ukurannya adalah dinamis [2]. *Quality of Service* (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan jaminan dan performa jaringan seperti *delay*, *throughput*, dan *packet loss* [3] sedangkan *Quality of Experience* (QoE) merupakan pendekatan terhadap kualitas layanan internet, yang dapat menjelaskan pentingnya sebuah perubahan layanan berdasarkan apa yang dirasakan pengguna saat menikmati layanan yang diberikan. QoE berbeda dengan QoS, QoE yang lebih condong ke tingkat kepuasan pengguna, ketika pengguna tidak begitu paham dengan masalah teknis, pengguna memahami dan merasakan hanya merasakan kualitas pengalaman dalam jaringan atau layanan yang telah disediakan oleh penyedia.

di Universitas Sembilanbelas November Kolaka memiliki akses layanan internet yang ketersediaan akses internet seperti *Video call/Conference*, *VideoStreaming*, dan *Web Browsing* namun belum diketahui apakah kualitas internet sudah betul-betul baik atau belum. hal ini disebabkan karena pengukuran QoS yang dilakukan secara teknis dan pengukuran QoE yang lebih condong ke tingkat kepuasan pengguna, ketika pengguna tidak begitu paham dengan masalah teknis, pengguna memahami dan merasakan hanya merasakan kualitas pengalaman dalam jaringan atau layanan yang telah disediakan oleh penyedia [2]

Saat ini, investigasi terkait korelasi QoS dan QoE terus dilakukan. Khirman dan Henriksen mencoba menghubungkan kondisi objektif layanan jaringan dengan persepsi manusia tentang kualitas layanan. Subjek mereka telah diselidiki secara luas untuk pengiriman suara dan diakui secara luas bahwa hubungan antara kondisi transmisi suara dan persepsi kualitas manusia jauh dari linier [4]. Dalam [1] pengukuran QoE yang ada. Mengukur QoE dengan menggunakan sebagian parameter pengukuran QoS, sulit untuk mencerminkan berbagai layanan. Sehingga skema pengukuran kualitas yang menggunakan parameter QoS dapat memberikan informasi kualitas yang objektif di tingkat jaringan internet. Namun, skema pengukuran kualitas ini sulit untuk mengharapkan kualitas yang dialami pengguna akhir layanan internet.

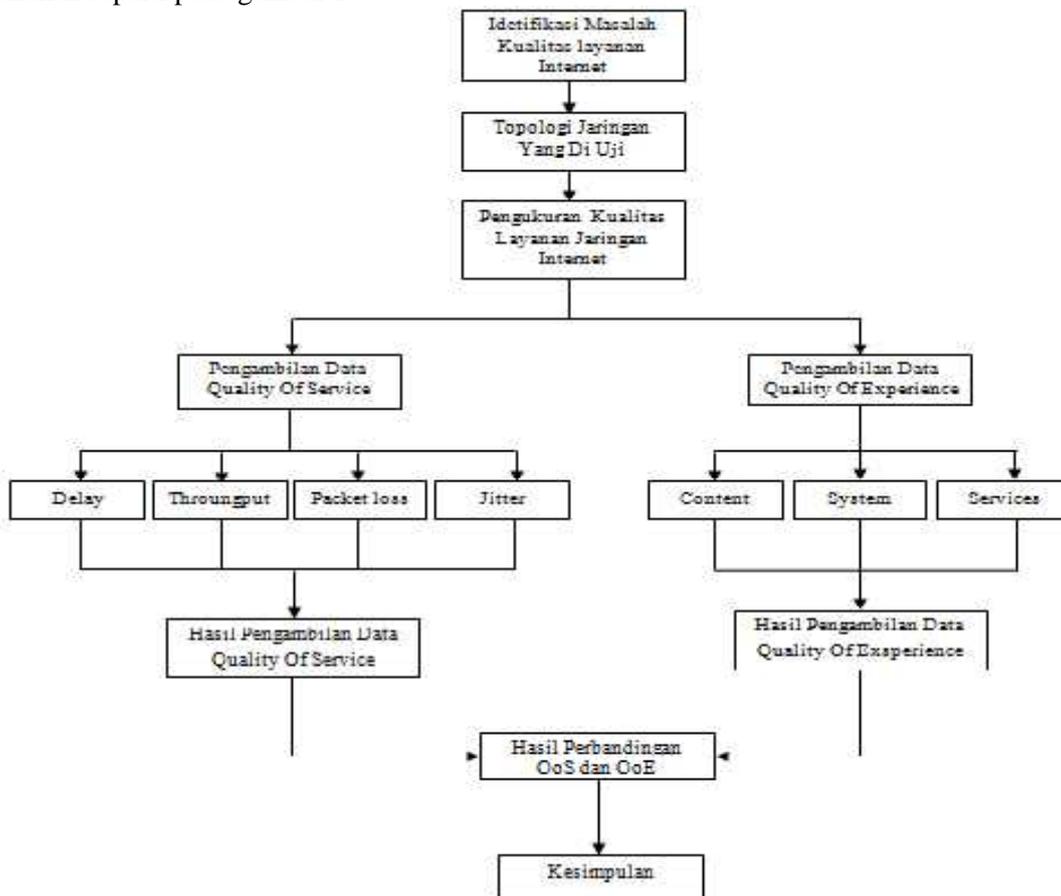
Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran terhadap kualitas jaringan internet yaitu *Quality of Service* (QoS) dan *Quality of Experience* (QoE). Hasil pengukuran akan dikonversi ke dalam nilai *Mean Opinion Score* (MOS). Pengukuran QoS dilakukan dengan memperhatikan *delay*, *throughput*, dan *packet loss*. Hasil dari pengukuran QoS kemudian dikonversikan ke dalam nilai MOS [5]. Sedangkan pengukuran QoE dilakukan dengan menyebarkan kuisioner kepada pengguna mengenai kualitas layanan jaringan internet dan pengalaman pengguna selama menggunakan jaringan di Universitas Sembilanbelas November Kolaka serta memberi penilaian berdasarkan klasifikasi MOS [6].

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, penulis menemukan bahwa metode untuk menyelesaikan masalah *QoS dan QoE* terus dikembangkan karena pengukuran layanan internet bersifat dinamis. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan analisis perbandingan *Quality Of service (QoS)* dan *Quality of Experience (QoE)* di Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Hasil penelitian ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kualitas layanan jaringan internet yang ada baik dari faktor teknis maupun faktor nonteknis di USN Kolaka dan sebagai bahan evaluasi UPT-TIK untuk meningkatkan Performa jaringan komputer yang ada.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Berdasarkan penelitian ini, analisis perbandingan *QoS dan QoE* layanan jaringan internet di USN Kolaka menggunakan topologi point to multipoint. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

berdasarkan tahapan penelitian pada gambar 1, terkait penelitian yang dilakukan beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut:

- a. Identifikasi Masalah, pada tahapan penelitian ini dilakukan identifikasi masalah terkait kualitas layanan jaringan dan diselesaikan dengan mencari solusi yang tepat.
- b. Topologi jaringan yang akan di uji untuk mengukur kualitas layanan internet di universitas sembilanbelas November kolaka menggunakan topologi point to multipoint[7]. Seperti pada Gambar 2



Gambar 2. Topologi Jaringan Point to Multipoint USN kolaka [7]

- c. Pengambilan data *Quality Of Service* dilakukan dengan cara teknis dengan cara melakukan sniffing menggunakan aplikasi Wireshak untuk memantau nilai *QoS* seperti *Delay*, *Throunghput*, *Packet loss* dan *Jitter*.
- d. Pengambilan data *Quality Of Exsperience* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. penelitian ini didesain sedemikian rupa sehingga setiap pertanyaan akan dijawab dengan 5 skala yang disebut *Mean Opinion Score (MOS)*. *MOS* diekspresikan pada skala *fivepoint* [6], dimana 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = netral, 2 = buruk, 1 = sangat buruk. Ambang minimum untuk kualitas yang diterima sesuai dengan nilai *MOS*. Nilai *MOS* untuk setiap aplikasi atau layanan akan dihitung dan dirata-ratakan berdasarkan hasil penilaian responden terkait parameter *QoE*.
- e. Hasil yang diperoleh dari pengambilan data *Quality Of Service (QoS)* dan *Quality Of Exsperience (QoE)* dilakukan perbandingan apakah Pengukuran Kualitas Jaringan internet secara teknis (*QoS*) maupun pengukuran kualitas pengguna (*QoE*) sudah sesuai atau tidak.
- f. Kesimpulan dan saran, peneliti melakukan penarikan kesimpulan berdasarkan nilai hasil pengukuran serta memberikan saran kepada pihak UPT-TIK Universitas sembilanbelas November Kolaka untuk meningkatkan kualitas layanan internet baik dari sisi faktor teknis maupun faktor nonteknis.

2. 2 Quality Of Service

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan jaminan dan performa jaringan. Terdapat beberapa hal yang bisa terjadi pada paket ketika dilakukan pengiriman dari sumber ke tujuan, masalah tersebut meliputi *delay*, *Jitter*, *throughput*, dan

packet loss[12].

2. 2.1 Delay

Deley atau *Latency* adalah seberapa lama waktu yang dibutuhkan seluruh paket untuk benar-benar diterima oleh tujuan dari waktu bit pertama dikirim keluar dari sumbernya[8]. Untuk dapat mengukur kualitas dari nilai *delay* dapat digunakan standar ITU-T [9].Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Kualitas *Delay*

Kategori	<i>Delay</i>
Bagus	< 150 ms
Sedang	150 s/d 400 ms
Jelek	> 400 ms

Untuk dapat mengukur *delay* digunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$Delay = \frac{Waktu\ antar\ paket}{Jumlah\ Paket} \tag{1}$$

2. 2.2 Throughput

Throughput adalah kemampuan suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* berkaitan dengan *bandwidth*. Karena *throughput* memang bisa disebut *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya[12]. Sementara *throughput* sifat dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi. Semakin besar *throughput* akan menunjukkan semakin bagus pula kemampuan suatu jaringan dalam mentransmisikan file[10]. Standart *throughput*ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. StandarKualitasthroughput

Kategori	<i>Throughput/Bandwidth</i>
Sangat Bagus	100 %
Bagus	75 %
Sedang	50 %
Kurang	< 25 %

Untuk dapat mencari nilai *throughput* dapat digunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$Throughput = \frac{\sum Data\ Yang\ Dikirim\ (bit)}{Waktu\ Pengiriman\ Data\ (s)}\ bps \tag{2}$$

2. 2.3 Packet Loss

Packet Loss merupakan banyaknya paket yang gagal untuk mencapai tujuan pada waktu paket tersebut dikirim. Apabila *packet loss* besar maka dapat diketahui bahwa jaringan sedang dalam keadaan sibuk atau terjadi *overload*.*Packet loss* mempengaruhi kinerja jaringan secara langsung. [11][12]. Seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar Kualitas *Packet Loss*

Kategori	<i>Packet Loss</i>
Sangat Bagus	0 %
Bagus	3 %
Sedang	15 %

Kurang	25 %
--------	------

Untuk dapat mengukur *packet loss* digunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Paket Data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima})}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100 \% \quad (3)$$

2. 2.2 Jitter

Jitter merupakan perubahan kedatangan paket yang diakibatkan oleh panjang antrian, pengolahan data, dan waktu pengambilan paket-paket di dalam penerima. *Jitter* menyebabkan kehilangan data khususnya pada transmisi berkecepatan tinggi. Kategori *jitter* ditunjukkan pada tabel 5. [15][16].

Tabel 5. Standar Kualitas *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i> (ms)
Sangat Bagus	0
Bagus	0-75
Sedang	76-125
Kurang	126-225

Untuk dapat mengukur *jitter* digunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Jumlah Paket} - 1} \quad (4)$$

2. 3 Quality Of Experience

Quality of Experience (QoE) mengacu pada penerimaan keseluruhan aplikasi atau layanan internet seperti yang dirasakan secara subyektif oleh pengguna akhir [13]. *QoE* mendefinisikan sebagai tingkat kesukaan atau gangguan pengguna suatu aplikasi atau layanan internet [14]. Berikut parameter penilaian *MOS* pada Gambar 3.

MOS	Tingkat Kepuasan	R Faktor
4,4	Sangat Baik	100
4,3	Baik	94
4,0	Cukup Baik	90
3,6	Kurang Baik	80
3,1	Buruk / Berkualitas rendah	70
2,6	Buruk / Tidak diperkenankan	60
1,0		50
		0

← Nilai Maksimum ITU – T G.107

Gambar 3 Parameter Penilaian *MOS*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian ini, akses layanan internet di USN Kolaka seperti *Video call/Conference*, *Video Streaming*, dan *Web Browsing* dengan menggunakan layanan jaringan internet USN Kolaka yang tersedia. Kemudian arus data dicapture menggunakan wireshark. Data yang sudah diperoleh kemudian diolah dan dilakukan pengukuran berdasarkan *delay*, *jitterthroughput*, dan *packet loss* sehingga memperoleh nilai *Quality of Service (QoS)*. sedangkan pengukuran kualitas pengalaman Pengguna dilakukan dengan menyebarkan Kuisioner dari 100 responden dengan parameter yang diukur seperti *Content Quality*, *System Quality* dan *Service Quality*.

3.1. Pengukuran *Quality Of Service (QoS)*

3.1.1 Hasil pengukuran *Delay*

Pengukuran untuk memperoleh nilai *delay* (ms) dilakukan dengan mengcapture data menggunakan Wireshark. Pada pengukuran ini dilakukan perhitungan *delay* berdasarkan persamaan (1). Hasil pengukuran *delay* pada layanan internet di USN Kolaka seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran *Delay*

Kategori	Aplikasi	<i>Delay</i> (ms)	Keterangan
<i>Video Streaming</i>	Youtube	138,628	Bagus
<i>Video call/Conference</i>	Google Hangouts	121,714	Bagus
	Zoom	141,341	Bagus
<i>Web Browsing</i>	siakad.usn.ac.id	62,318	Bagus
	sister.usn.ac.id	30,104	Bagus

Berdasarkan Tabel 6, menunjukkan bahwa pada pengukuran *delay* terdapat 6 (aplikasi) yang di uji yaitu youtube, google Hangouts, Zoom, siakad.usn.ac.id dan sister.usm.ac.id. Hal ini menunjukkan nilai *delay* tertinggi terdapat pada aplikasi zoom dengan nilai delay 141,341 ms sedangkan nilai terendah terdapat pada aplikasi sister.usn.ac.id. Berdasarkan standar *delay* ITU-T menunjukkan bahwa semua aplikasi yang diukur masuk dalam kategori bagus.

3.1.2. Hasil pengukuran *Throughput*

Pengukuran untuk memperoleh nilai *throughput* (bps) dilakukan dengan mengcapture data menggunakan Wireshark. Pada pengukuran ini dilakukan perhitungan *throughput* berdasarkan persamaan (2). Hasil pengukuran *throughput* pada layanan internet di USN Kolaka seperti terlihat pada tabel 7

Table 7. Hasil Pengukuran *Throughput*

Kategori	Aplikasi	<i>Throughput</i>	Keterangan
<i>Video Streaming</i>	Youtube	76.624	Bagus
<i>Video call/Conference</i>	Google Hangouts	74.341	Bagus
	Zoom	62.042	Bagus
<i>Web Browsing</i>	siakad.usn.ac.id	63.304	Bagus
	sister.usn.ac.id	97.898	Bagus

Berdasarkan Tabel 7, menunjukkan bahwa pada pengukuran *throughput* terdapat 6 (aplikasi) yang di uji yaitu youtube, google Hangouts, Zoom, siakad.usn.ac.id dan sister.usm.ac.id. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *throughput* tertinggi terdapat pada aplikasi sister.usn.ac.id dengan nilai *throughput* 97.898 sedangkan nilai terendah terdapat pada aplikasi

zoom. Berdasarkan standar pengukuran *throughput* menunjukkan bahwa semua aplikasi yang diukur masuk dalam kategori bagus.

3.1.3. Hasil Pengukuran *Packet loss*

Pengukuran untuk memperoleh nilai *packet loss*(%) dilakukan dengan mengcapture data menggunakan Wireshark. Pada pengukuran ini dilakukan perhitungan *packet loss* berdasarkan persamaan (3). Hasil pengukuran *packet loss* pada layanan internet di USN Kolaka seperti terlihat pada tabel 8

Tabel 8. Hasil Pengukuran *Packet loss*

Kategori	Aplikasi	<i>Packet loss</i> (%)	Keterangan
<i>Video Streaming</i>	Youtube	0,8	Sangat Bagus
<i>Video call/Conference</i>	Google Hangouts	0.08	Sangat Bagus
	Zoom	0.02	Sangat Bagus
<i>Web Browsing</i>	siakad.usn.ac.id	0.03	Sangat Bagus
	sister.usn.ac.id	0.04	Sangat Bagus

Berdasarkan Tabel 8, menunjukkan bahwa pada pengukuran *Packet loss* terdapat 6 (aplikasi) yang di uji yaitu youtube, google Hangouts, Zoom, siakad.usn.ac.id dan sister.usm.ac.id. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *Packet loss* tertinggi terdapat pada aplikasi youtube dengan nilai delay 0,8% sedangkan nilai terendah terdapat pada aplikasi zoom. Berdasarkan standar menunjukkan bahwa semua aplikasi yang diukur masuk dalam kategori bagus.

3.1.4. Hasil Pengukuran *Jitter (ms)*

Pengukuran untuk memperoleh nilai *Jitter*(ms) dilakukan dengan mengcapture data menggunakan Wireshark. Pada pengukuran ini dilakukan perhitungan *Jitter* berdasarkan persamaan (4). Hasil pengukuran *Jitter* pada layanan internet di USN Kolaka seperti pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengukuran *Jitter (ms)*

Kategori	Aplikasi	<i>Jitter (ms)</i>	Keterangan
<i>Video Streaming</i>	Youtube	30.128	Bagus
<i>Video call/Conference</i>	Google Hangouts	12.147	Bagus
	Zoom	40,161	Bagus
<i>Web Browsing</i>	siakad.usn.ac.id	12.154	Bagus
	sister.usn.ac.id	5.176	Bagus

Berdasarkan Tabel 9, menunjukkan bahwa pada pengukuran *Jitter* terdapat 6 (aplikasi) yang di uji yaitu youtube, google Hangouts, Zoom, siakad.usn.ac.id dan sister.usm.ac.id. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *Jitter* tertinggi terdapat pada aplikasi zoom dengan nilai *Jitter* 40,161 ms sedangkan nilai terendah terdapat pada aplikasi sister.usn.ac.id dengan nilai 5,176 ms. Berdasarkan standar *Jitter* menunjukkan bahwa semua aplikasi yang diukur masuk dalam kategori bagus.

3.2. Hasil Pengukuran *Quality of Experience (QoE)*

3.2.1. Content Quality

Dari hasil pengukuran *QoE* penggunaan aplikasi atau layanan internet di USN Kolaka berdasarkan *Content Quality* dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengukuran *content quality*

Kategori	Parameter QoE	MOS
Content Quality	Video Streaming menggunakan layanan Internet di USN Kolaka	4.26
	Audio streaming menggunakan layanan internet di USN Kolaka	4.29
	mengakses <i>sister.usn.ac.id</i> dan <i>siakad.usn.ac.id</i> menggunakan layanan internet di USN Kolaka	4.30
Rata-rata MOS		4.28

Pada tabel 10, diperoleh hasil pengukuran dengan nilai *MOS* sebesar 4,28. Dengan demikian, *Content Quality* di USN Kolaka menunjukkan nilai baik. Dari seluruh parameter uji, Hal ini menunjukkan bahwa nilai *content quality* di USN kolaka dapat dikategorikan baik.

3.2.2. System Quality

Dari hasil pengukuran *QoE* penggunaan aplikasi atau layanan internet di USN Kolaka berdasarkan *System Quality* ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil pengukuran *system quality*

Kategori	Parameter QoE	MOS
System Quality	Anda dapat mengakses layanan internet di USN Kolaka dari segala tempat	4.14
	Dalam kegiatan belajar, anda menggunakan layanan internet di USN Kolaka	4.11
	informasi yang anda cari dalam internet cepat didapatkan pada saat menggunakan layanan internet di USN Kolaka	4.13
	anda merasa aman ketika mengakses internet menggunakan layanan internet di USN Kolaka	4.11
Rata-rata MOS		4.15

Pada tabel 11, diperoleh hasil pengukuran dengan nilai *MOS* sebesar 4.15. Dengan demikian, layanan *system Quality* menunjukkan nilai cukup baik. Dari seluruh parameter uji. Hal ini menunjukkan bahwa *system Quality* yang di uji dapat dikategorikan baik.

3.2.3. Service Quality

Dari hasil pengukuran *QoE* penggunaan aplikasi atau layanan internet di USN Kolaka berdasarkan *Service Quality* dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil pengukuran *service quality*

Kategori	Parameter QoE	MOS
Service Quality	Terjadi delay ketika anda sedang mengakses internet menggunakan layanan internet di USN Kolaka	4.28
	layanan internet di USN Kolaka membantu anda dalam	4.30

	menyelesaikan tugas perkuliahan	
	layanan internet di USN Kolaka mudah untuk digunakan	4.29
Rata-rata MOS		4.27

P pada tabel 12, diperoleh hasil pengukuran dengan nilai *MOS* sebesar 4.27. Dengan demikian, layanan *Service Quality* menunjukkan nilai kualitas baik. Dari seluruh parameter uji. Hal ini menunjukkan bahwa *service Quality* dikategorikan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji pengukuran *Quality of Service (QoS)* dan *Quality Of Experience (QoE)* bahwa kualitas dari faktor teknis (*QoS*) yang diukur memiliki nilai yang bagus dari parameter uji seperti delay, throughput, packet loss dan jitter sedangkan parameter dari kualitas non teknis (*QoE*) seperti content quality, system quality dan service quality diperoleh nilai *QoE* yang diukur berdasarkan nilai *MOS* memiliki kualitas baik. Berdasarkan pengukuran tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kualitas internet di Universitas Sembilan belas November Kolaka dikategorikan baik.

5. SARAN

Dari hasil riset yang telah dilakukan, disarankan kepada penelitian berikutnya, yang tertarik untuk meneliti terkait pengukuran *QoS* dan *QoE* dengan menambah beberapa parameter uji yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kim, H. J., Lee, D. H., Lee, J. M., Lee, K. H., Lyu, W., & Choi, S. G. (2008). The *QoE* evaluation method through the *QoS-QoE* correlation model. *Proceedings - 4th International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management, NCM 2008*, 2, 719–725. <https://doi.org/10.1109/NCM.2008.202>
- [2] Sugeng, W., Eko Istiyanto, J., Mustofa, K., & Ashari, A. (2015). INTEGRATED INTERNET MEASUREMENT MODEL. In *Online*) (Vol. 6, Issue 1). www.jifactor.com
- [4] Stas Khirman, Peter Henriksen, "Relationship between *Quality-of-Service* and *Quality-of-Experience* for Public Internet Service," *PAM 2002*, March 2002.
- [5] ITU-T SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS International telephone connections and circuits-General definitions The E-model, a computational model for use in transmission planning. (2005).
- [6] ITU-T Recommendation P.800. Methods for objective and subjective assessment of quality.
- [7] M. Anto, "Implementasi Jaringan Point to Multipoint Menggunakan Metode NDLC ", *JURNAL MULTIMEDIA NETWORKING INFORMATICS*, vol. 8, no. 2, pp. 151–159, Jan. 2023.

- [8] Forouzan, B. A. (2007). *Data Communications and Networking*, Fourth Edition. United States: McGraw-Hill Companies Inc.
- [9] ITU-T SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS International telephone connections and circuits-General Recommendations on the transmission quality for an entire international telephone connection. (2003).
- [10] Sugeng, W., Istiyanto, J. E., Mustofa, K., & Ashari, A. (2015). The Impact of QoS Changes towards Network Performance. *International Jurnal of Computer Networks and Communications Security*, 3(2), 48–53.
- [11] ETSI. (1999). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*. Valbonne.
- [12] Mardianto, M. (2019). Analisis Quality Of Service (QoS) pada Jaringan VPN dan MPLS VPN Menggunakan GNS3. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 98–107. <https://doi.org/10.34128/jsi.v5i2.191>
- [13] Kuipers, F., Kooij, R., de Vleeschauwer, D., & Brunnström, K. (2010). Techniques for Measuring Quality of Experience.
- [14] Masykuroh, K., Ramadhani, A. D., & Iryani, N. (2021). ANALISIS QOS DAN QOE PADA VIDEO PEMBELAJARAN ONLINE DI INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO (ITTP). *Transmisi*, 23(2), 40–47. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.2.40-47>
- [15] K. Bouraqia, E. Sabir, M. Sadik and L. Ladid, "Quality of Experience for Streaming Services: Measurements, Challenges and Insights," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 13341-13361, 2020.
- [16] Masykuroh, K., Ramadhani, A. D., & Iryani, N. (2021). ANALISIS QOS DAN QOE PADA VIDEO PEMBELAJARAN ONLINE DI INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO (ITTP). *Transmisi*, 23(2), 40–47. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.2.40-47>