KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer
ISSN 2723-3898 (Media Online)
Vol 5, No 1, Agustus 2024, Hal 330-341
DOI 10.30865/klik.v5i1.2118
https://djournals.com/klik

Analisa Qos (Quality Of Service) Jaringan Wireless Outdoor Client Kgsnet

Ahmad Rivaldi*, Edi Surya Negara, Fatoni, Suryayusra

Fakultas Ilmu Sains Teknologi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia
Email: 1,*ahmadrivaldi6@gmail.com, 2e.s.negara@binadarma.ac.id, 3fatoni@binadarma.ac.id, 4suryayusra@binadarma.ac.id
Email Penulis Korespondensi: ahmadrivaldi6@gmail.com

Abstrak−Ketersediaan internet menjadi mutlak pada era serba digital seperti saat ini. Kebutuhan akan informasi yang cepat membuat internet sangat penting, kebutuhan tersebut harus didukung dengan adanya internet yang selalu tersedia dan stabil. Untuk itu kinerja jaringan harus disiapkan sebaik mungkin agar mendapatkan koneksi internet yang stabil. Saat ini penggunaan ISP atau Internet Service Provider sangat umum digunakan dalam dunia bisnis karena memiliki layanan yang efektif dan fleksibel. KGSNet merupakan salah satu dari beberapa ISP yang tersedia. KGSNet menawarkan koneksi internet yang stabil dan cepat, internet unlimited tanpa quota dan sepuasnya. Saat ini beberapa dari pelanggan yang terhubung di KGSNet menggunakan perangkat wireless outdoor masih mengalami kendala keterlambatan pengiriman data serta ketidakstabilan koneksi saat mengakses layanan komunikasi data. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk melihat kinerja layanan wireless outdoor client KGSNet dengan metode Quality Of Service (QOS), metode Reliability, Maintainability And Availabilty (RMA) dan juga metode Quality Of Experience (QOE) untuk dapat meminimalisir dan mengetahui gangguan jaringan secara dini sehingga jaringan wireless outdoor client dapat selalu dalam peforma yang maksimal untuk dapat menunjang layanan pelanggan KGSNet. Parameter QOS yang dipakai untuk mengukur yaitu bandwidth, throughput, delay, packet lost dan jitter, yang kemudian di bandingkan dengan standarisasi versi Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON). Parameter RMA yaitu MTTF, MTTR dan MTBF. Sedangkan parameter QOE yang digunakan adalah Round Trip Time (RTT).

Kata Kunci: QOS; Jaringan Komputer; Wireless Outdoor Clien Kgsnet

Abstract−Internet availability is absolute in the digital era like today. The need for fast information makes the internet very important, this need must be supported by the availability of internet that is always available and stable. For that, network performance must be prepared as well as possible in order to get a stable internet connection. Currently, the use of ISP or Internet Service Provider is very common in the business world because it has effective and flexible services. KGSNet is one of several ISPs available. KGSNet offers a stable and fast internet connection, unlimited internet without quota and as much as you like. Currently, some of the customers connected to KGSNet using outdoor wireless devices still experience problems with delays in data delivery and connection instability when accessing data communication services. Therefore, a study was conducted to see the performance of the KGSNet outdoor wireless client service with the Quality Of Service (QOS) method, the Reliability, Maintainability And Availabilty (RMA) method and also the Quality Of Experience (QOE) method to be able to minimize and identify network disruptions early so that the outdoor wireless client network can always be in maximum performance to support KGSNet customer service. The QOS parameters used to measure are bandwidth, throughput, delay, packet loss and jitter, which are then compared with the Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON) version standardization. The RMA parameters are MTTF, MTTR and MTBF. While the QOE parameters used are Round Trip Time (RTT).

Keywords: QOS; Network Computer; Wireless Outdoor Client Kgsnet

1. PENDAHULUAN

Saat ini, kemajuan teknologi terutama yang terkait dengan jaringan internet sangat maju. Kemajuan jaringan berdampak pada setiap aspek masyarakat, termasuk politik, ekonomi, budaya, dan pendidikan [1]. Di era digital saat ini, internet tidak hanya berfungsi sebagai kemewahan, namun juga kebutuhan dalam banyak aspek kehidupan sehari-hari. Hampir semua orang, bahkan mereka yang tinggal di daerah pedesaan atau terpencil, kini dapat mengakses internet karena telah melampaui batasan geografis [2].

Tidak semua daerah di Indonesia dapat menggunakan jaringan internet berbasis kabel; misalnya, di daerah pedesaan yang jaraknya cukup jauh antara titik akses dengan internet melalui kabel, sehingga jaringan internet berbasis kabel tidak praktis, jaringan internet nirkabel dapat menjadi pilihan [3].

Dengan mobilitasnya yang tinggi, jaringan nirkabel merupakan salah satu pilihan terbaik untuk menciptakan jaringan komputer yang berguna dan adaptif. Pada kenyataannya, jaringan nirkabel masih menggunakan media kabel sebagai tulang punggung titik akses, yang bertujuan untuk memungkinkan pelanggan layanan mengakses internet dan melakukan pencarian informasi. Sebagian besar lembaga menggunakan jaringan nirkabel untuk mendukung jaringan kabel yang ada [4].

KGSNet merupakan provider penyedia jasa internet atau ISP di Palembang yang memiliki 9 pelanggan. Semua pelanggan tersebut telah difasilitasi dengan jaringan wireless outdoor. Jaringan WLAN ini dikelola secara terpusat KGSNet. Seluruh pelanggan terhubung secara Point to Point (PtoP) menggunakan perangkat wireless outdoor, dimana setiap pelanggan terhubung ke POP atau Point Of Presence yaitu istilah yang menunjukkan bagian infrastruktur terluar dari sebuah ISP yang menghubungkan ISP tersebut kepada pelanggan.

Saat ini beberapa dari pelanggan yang terhubung di KGSNet menggunakan perangkat wireless outdoor masih mengalami kendala keterlambatan pengiriman data serta ketidakstabilan koneksi saat mengakses layanan komunikasi data. Hal ini bisa dilihat berdasarkan analisa dari pengukuran sementara yang di ukur dari jam 09.00 – 17.00 pada koneksi perangkat wireless outdoor dari salah satu pelanggan KGSNet dengan koneksi dari POP KGS PLG point to point PT. DAS memiliki total bandwidth radio hanya 0,29 Mbps dimana dibutuhkan minimal 15 Mbps untuk dapat melewatkan

Copyright © 2024, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

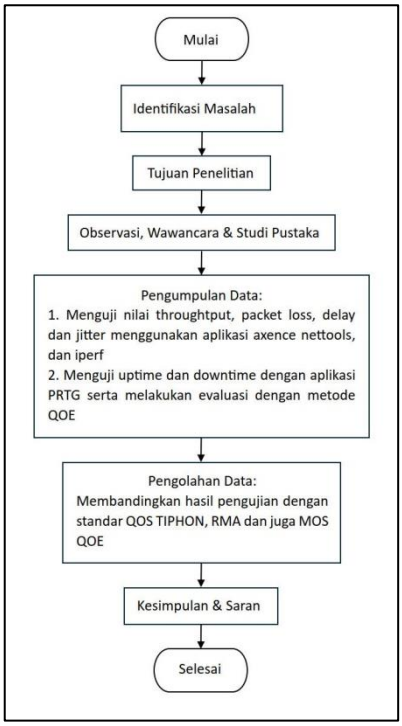
bandwidth internet. Delasy memiliki nilai 42, 25 m/s dengan indeks 4 kategori sangat bagus, packet loss memiliki nilai 15,75 % dengan indeks 2 kategori sedang, throughput memiliki nilai 70 % dengan indeks 2 kategori sedang, jitter memiliki nilai 3,454 m/s dengan indeks 3 kategori bagus.

Dari hasil pengukuran diatas memiliki indeks parameter QOS yaitu 2,75 dengan persentase 68,75 % dan berada pada kategori kurang memuaskan. Dari hasil analisa diatas, kemungkinan disebabkan beberapa faktor seperti terjadinya overload trafik, interferensi frequency, alignment antena, error pada media perangkat serta obstacle pada link koneksi, dll. Maka perlu dilakukan penelitian ini untuk melihat kinerja layanan wireless outdoor KGSNet dengan metode Quality of Service untuk dapat meminimalisir dan mengetahui gangguan jaringan secara dini sehingga jaringan wireless outdoor dapat selalu dalam peforma yang maksimal untuk dapat menunjang layanan pelanggan KGSNet. Beberapa cara yang bisa di lakukan yaitu melakukan alignment antena, resetting frequency, pergantian media perangkat. Parameter yang dipakai untuk mengukur yaitu bandwidth, throughput, delay, packet lost dan jitter yang kemudian di bandingkan dengan standarisasi versi Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Adapun beberapa langkah penelitan yang akan di lakukan penulis dibuat dalam bentuk flowchart sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan dari gambar diatas adalah :

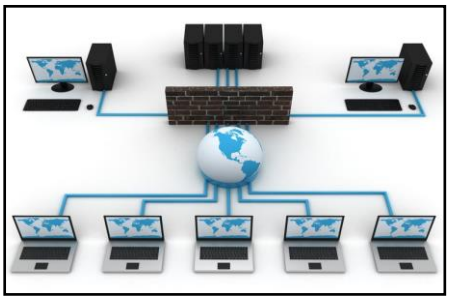
a. Identifikasi Masalah
   Pada tahap ini, Tahap awal di mana peneliti mengidentifikasi permasalahan atau isu yang akan diteliti dalam jaringan.
b. Tujuan Penelitian
   Selanjutnya Mendefinisikan tujuan spesifik yang ingin dicapai melalui penelitian ini.
c. Observasi, Wawancara & Studi Pustaka
   Tahap ini Merupakan Tahap pengumpulan data awal melalui observasi langsung, wawancara dengan pihak terkait, dan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang masalah yang dihadapi.
d. Pengumpulan Data
   Selanjutnya pada tahap ini merupakan Tahap inti di mana data teknis jaringan dikumpulkan. Dalam kasus ini, data yang dikumpulkan meliputi Kinerja Jaringan yaitu Mengukur throughput, packet loss, delay, dan jitter menggunakan aplikasi axence nettools dan iperf. Metrik-metrik ini penting untuk menilai kualitas layanan (QoS) suatu jaringan. Selanjutnya Ketersediaan Jaringan yaitu Mengukur uptime dan downtime menggunakan aplikasi PRTG. Data ini digunakan untuk mengevaluasi keandalan jaringan. Kualitas Pengalaman Pengguna (QoE) yaitu Melakukan evaluasi QoE menggunakan metode tertentu untuk mengukur kepuasan pengguna terhadap layanan jaringan.
e. Pengolahan Data
   Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis. Dalam tahap ini, hasil pengujian dibandingkan dengan standar QoS yang telah ditetapkan, seperti TIPHON, RMA, dan MOS QoE.

Copyright © 2023, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

f. Kesimpulan & Saran
   Berdasarkan hasil analisis, peneliti menarik kesimpulan mengenai permasalahan yang diteliti dan memberikan saran-saran perbaikan atau pengembangan jaringan.

2.2 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sistem yang terdiri dari komputer, perangkat jaringan, dan perangkat lunak yang bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Setiap komponen jaringan komputer memiliki pengirim dan penerima layanan untuk mencapai tujuan tersebut. Pihak yang menggunakan sumber daya dari server adalah klien (client) dan yang memberikan berbagai jenis layanan adalah pelayan (server) [5].



Gambar 2. Jaringan komputer

Adapun Jenis jaringan komputer terbagi dua yaitu berdasarkan transmisi Jenis-jenis data dan berdasarkan jangkauan jaringan. Jenis jenis jaringan komputer Berdasarkan Transmisi Data dibagi menjadi dua bagian besar yaitu Broadcast dan Point to point [6]. Sedangkan berdasarkan Jangkauan Jaringan dibagi menjadi tiga bagian besar yaitu LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network) dan WAN (Wide Area Network) [7]. Selanjutnya jaringan komputer juga ada Berdasarkan topologi jaringan yang dibagi menjadi tiga bagian besar yaitu Topologi Bus, Topologi Star, topologi Ring, topologi tree, topologi mesh [8].

2.2.1 Jaringan Wireless

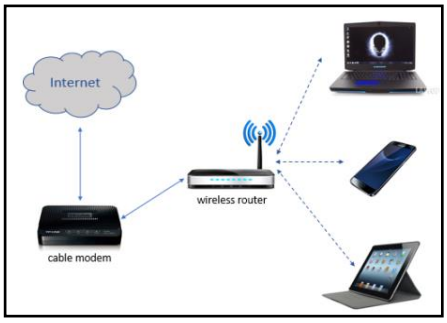
Jaringan wireless merupakan satu dari bagian teknologi yang berkembang pesat pada saat ini. Fleksibilitas yang ditawarkan oleh teknologi wireless antara lain user dapat terhubung ke dalam jaringan untuk mengakses file, mengambil data, serta melakukan koneksi internet secara nirkabel atau tanpa kabel [9]. Antena merupakan salah satu komponen yang membuat terselenggaranya komunikasi nirkabel antara dua pengguna atau lebih pada saat terjadi komunikasi. Perkembangan antena sendiri tidak terlepas dari semakin pesatnya perkembangan teknologi saat ini [10].

Gambar 3. Jaringan wireless

2.2.2 jaringan wireless 802.11

Pada jaringan wireless, alat yang saling berkomunikasi harus berada pada spectrum frekuensi yang sama. 802.11a menggunakan frekuensi 5.0 GHz, 802.11b pada frekuensi sekitar 2.4 GHz. Selain pada spectrum frekuensi yang sama, alat yang berkomunikasi juga harus berada pada kanal yang sama [11]. WLAN memiliki standar komunikasi yang diatur oleh sebuah lembaga. Standar komunikasi data yang digunakan dalam WLAN umumnya adalah Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 802.11.

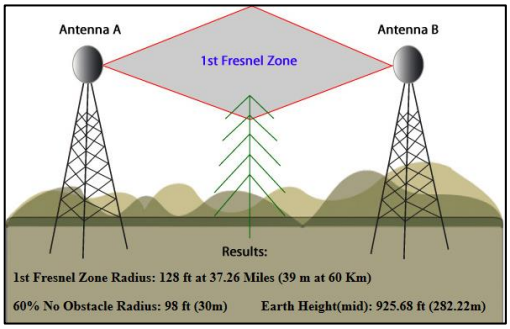
a. IEEE 802.11a bekerja pada frekuensi 5GHz dan mempunyai kecepatan maksimum 54 Mbps.
b. IEEE 802.11b bekerja pada frekuensi 2,4GHz dan mempunyai kecepatan sampai dengan 11 Mbps.
c. IEEE 802.11g bekerja pada frekuensi yang sama dengan IEEE 802.11b yaitu 2,4GHz, namun memiliki kecepatan maksimal yang lebih besar, yaitu 54Mbps.
d. IEEE 802.11n yang bekerja pada dua frekuensi yaitu 2,4 dan 5GHz dengan kecepatan maksimum adalah 100 sampai dengan 210 Mbps.



Gambar 4. Wireless LAN

2.2.3 Radio Link Wireless Outdoor

Dengan menggunakan teknologi autentikasi dan enkripsi data, radio link merupakan jenis koneksi data yang dapat memastikan keamanan dan keandalan data. Semua jenis data, termasuk suara dan video, dapat dikirim melalui jaringan aman menggunakan radio link. Fungsi Dalam komunikasi jarak jauh, radio link berfungsi sebagai saluran utama untuk lalu lintas telepon, faks, dan internet sebelum berkembang menjadi jaringan komunikasi data yang semakin rumit.. [12].



Gambar 5. Radio Link Wireless Outdoor

2.3 Quality Of Service (QOS)

Menurut rekomendasi CCITT E.800, QoS (Quality of Service) adalah keseluruhan faktor kinerja layanan yang memengaruhi tingkat kepuasan pengguna. Quality of Service (QoS) mengacu pada kapasitas jaringan untuk menawarkan layanan lalu lintas yang unggul bagi lalu lintas yang mengalir melaluinya. QoS (Quality of Service) : "the collective effect of service performance which determines the degree of satisfaction of a user of the service". International Telecommunication Union (ITU 1998, X.641). Parameter QoS adalah delay, jitter, packet loss, throughput, MOS, echo cancellation dan PDD. [13]

Tabel 1. Indeks parameter QOS

Indeks	Persentase (%)	Kategori
3,8 - 4	95 - 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 94,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Jelek

(Sumber: TIPHON)

Besarnya delay dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori delay

Indeks	Delay	Kategori
4	<150 m/s	Sangat Bagus
3	150 – 300 m/s	Bagus
2	300 – 450 m/s	Sedang
1	>450 m/s	Buruk

Dengan rumus pengukuran sebagai berikut:

$$\text{Rata} - \text{rata delay} = \frac{\text{Total delay (s)}}{\text{Total packet yang diterima}} \quad (1)$$

Copyright © 2023, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Selanjutnya Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second). Throughput dihitung dengan membagi jumlah total paket yang berhasil tiba di tujuan selama periode waktu tertentu dengan lamanya periode tersebut. [14]. Berikut kategori dalam throughput:

Tabel 2. Kategori throughput

Indeks	Throughput	Kategori
4	100 %	Sangat Bagus
3	75 %	Bagus
2	50 %	Sedang
1	<25 %	Buruk

Dengan rumus pengukuran sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet data yang diterima}}{\text{Waktu pengiriman data}} \text{x8} \quad (2)$$

Selanjutnya Packet Loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya [15] Standarisari nilai packet loss sebagai berikut:

Tabel 3. Kategori packet loss

Indeks	Packet Loss	Kategori
4	0 %	Sangat Bagus
3	3 %	Bagus
2	15 %	Sedang
1	25 %	Buruk

Dengan rumus pengukuran sebagai berikut:

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{paket data diterima}) \text{x} 100\%}{\text{Paket data dikirim}} \quad (3)$$

Selanjutnya Jitter merupakan variasi delay antar paket yang terjadi pada jaringan IP. Jitter, yang juga dikenal sebagai variasi delay, adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat fluktuasi delay dalam transmisi data pada suatu jaringan. Hal ini terkait erat dengan latensi. Jitter dapat disebabkan oleh delay antrean router dan switch. [16]

Tabel 4. Kategori jitter

Indeks	Jitter	Kategori
4	0 m/s	Sangat Bagus
3	1 – 75 m/s	Bagus
2	76 – 125 m/s	Sedang
1	225 m/s	Buruk

Dengan rumus pengukuran sebagai berikut:

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

2.4 Reliability, Maintainability, and Availability (RMA)

Reliability, Maintainability, and Availability adalah bidang yang mengumpulkan informasi dan mengembangkan model untuk membuat keputusan tentang pemeliharaan, persyaratan layanan, kesiapan dan keberhasilan operasional, kegagalan sistem, dan informasi tentang efisiensi sistem yang dinilai dan dikembangkan sehingga RMA dapat diperkirakan dalam desain, manufaktur, pengujian, dan analisis [17].

a. Reliability adalah ukuran statistik seberapa sering jaringan gagal, beserta komponen-komponennya, dan menunjukkan saat layanan berjalan lambat dari jadwal. Nilai MTTF diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan Persamaan yaitu sebagai berikut: [18]

$$\text{MTTF} = \frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Total Aset}} \quad (5)$$

b. Maintainability adalah indikator statistik tentang berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan sistem dari kegagalan ke kondisi berfungsi penuh. Umumnya, mean-time-to-repair (MTTR) digunakan untuk mengekspresikannya. Rumus yang dihasilkan dari pembagian downtime dengan 60 menit menghasilkan angka MTTF. Nilai MTTR diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan Persamaan yaitu sebagai berikut: [18]

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Waktu Perbaikan}}{\text{Jumlah Perbaikan}} \quad (6)$$

c. Availability (disebut juga operational ability) adalah hubungan antara frekuensi mission-critical failures dan the time to restore service. Didefinisikan sebagai rata-rata waktu antara mission-critical failures (atau mean time between

failures/MTBF) dibagi oleh jumlah mean time to repair/MTTR dan mean time between mission-critical failures atau mean time between failures A=(MTTF)/(MTTF+MTTR). Nilai Availability diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan Persamaan yaitu sebagai berikut: [18]

$$\text{MTBF} = \text{MTTF} + \text{MTTR} \quad | \quad \text{Availability} = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTBF}} \text{x} 100\% \tag{7}$$

2.5 Quality Of Experience (QOE)

ITU-T Study Group 12 mendefinisikan QoE dapat didefinisikan sebagai tingkat kepuasan atau gangguan pengguna terhadap aplikasi atau layanan. Dengan cara yang sama, QoE didefinisikan menjadi dua konsep baru dalam pedoman ITU-T, yaitu[19][20] :

1. Faktor QoE: QoE dipengaruhi oleh jenis aplikasi, konteks penggunaan, harapan pengguna, latar belakang budaya, kondisi sosial ekonomi, profil psikologis, keadaan emosional, dan variabel lainnya yang terus berkembang seiring penelitian.
2. Penilaian QoE: Menentukan QoE pengguna dilakukan dengan proses tertentu yang memperhatikan elemen-elemen pengaruh, menghasilkan nilai skalar, representasi multi-dimensi, atau deskriptor verbal.
3. Round Trip Time (RTT): RTT mengukur waktu total paket dari client ke server dan kembali, mencakup penundaan propagasi, antrian, dan pengolahan. RTT digunakan untuk menilai latensi jaringan, memengaruhi QoE dalam aplikasi seperti streaming video, game online, dan panggilan suara.

Tabel 5. Round Trip Time

Index	RTT	Kategori
5	<50 m/s	Sangat Bagus
4	51 – 100 m/s	Bagus
3	101 – 200 m/s	Sedang
2	201 – 375 m/s	Buruk
1	>375 m/s	Sangat Buruk

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun, maka model sistem monitoring QOS, RMA dan juga QOE yang digunakan untuk pengukuran parameter menggunakan software Axence netTools dan Iperf serta PRTG pada jaringan wireless outdoor client KGSNet yaitu bandwidth, troughput, delay, packet loss, dan jitter serta mttf, mttr dan mtbf dan juga mos pada setiap pop kgsnet ptop site PT. DAS, PT. VUB, PT. BSL, PT. BSS, PT. BAM, PT. GMT, PT. BMP PORT, PT. BMP Tambang, Dan PT. Trimata Benua.

3.1 Hasil Pengukuran QOS (Quality Of Service)

Berdasarkan penjelasan di atas, didapatkan hasil dari pengukuran parameter QoS yaitu bandwidth, troughput, delay dan packet loss, di mana proses pengukurannya menggunakan software Axence netTools sedangkan jitter pengukuranya menggunakan Iperf yaitu :

a. PT. DAS Point to Point Office KGSNet

1. Bandwidth

   Proses pengukuran bandwidth pada area ini dilakukan selama tiga hari, dimulai pada tanggal 06 Agustus 2024 sampai dengan 08 Agustus 2024. Proses pengukurannya dilakukan pada siang hari dan malam hari, yaitu dengan range antara jam 10.00 – 16.00 dan 21.00 – 03.00. Pengukuran bandwidth menggunakan software Axence netTools. Dari hasil pengukuran bandwidth melalui monitoring WLAN pada PT. DAS PtoP Office KGSNet pada tabel 4.1 didapatlah hasil sebagai berikut:

   Tabel 6. Nilai bandwidth pada site PT. DAS

Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Bandwidth (bps)		
		Min	Maks	Rata-rata
Selasa	10.00-16.00	151.640	5.563.520	2.615.296
06 Agustus 2024	21.00-03.00	100.936	5.919.744	2.758.294
Rabu	10.00-16.00	31.944	5.072.944	2.614.253
07 Agustus 2024	21.00-03.00	125.432	5.373.056	2.729.894
Kamis	10.00-16.00	54.528	5.141.768	2.510.431
08 Agustus 2024	21.00-03.00	98.736	5.684.664	2.744.363

   Berdasarkan data tabel di atas didapatlah hasil pengukuran pada site PT. DAS, bandwidth yang diamati selama pegukuran jam 10.00-16.00 dan jam 21.00-03.00 pada KGSNet, bandwidth merupakan jumlah total transfer data yang sukses.

2. Throughput

Copyright © 2023, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Perhitungan throughput pada site ini dapat kita lihat hasil dari perhitungan yang dilakukan selama tiga hari dimulai pada tanggal 06 Agustus 2024 sampai 08 Agustus 2024. Proses pengukurannya dilakukan pada siang hari dan malam hari, yaitu antara jam 10.00 – 16.00 dan 21.00 – 03.00.

Tabel 7. Nilai throughput pada site PT. DAS

Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Throughput		
		Sent	Received (%)	Lost (%)
Selasa	10.00-16.00	16.837	16.837 (100%)	0 (0%)
06 Agustus 2024	21.00-03.00	16.239	16.239 (100%)	0 (0%)
Rabu	10.00-16.00	25.645	25.297 (99%)	348 (1%)
07 Agustus 2024	21.00-03.00	22.551	22.551 (100%)	0 (0%)
Kamis	10.00-16.00	20.556	20.556 (100%)	0 (0%)
08 Agustus 2024	21.00-03.00	22.896	22.896 (100%)	0 (0%)

Dari hasil pengukuran menggunakan software Axence NetTools dapat kita lihat rata-rata data yang dapat ditransfer dari satu node jaringan ke node jaringan lainnya setiap detik.

3. Delay

Proses pengukuran delay pada area ini dilakukan selama tiga hari, dimulai pada tanggal 06 Agustus 2024 sampai dengan 08 Agustus 2024. Proses pengukurannya dilakukan pada siang hari dan malam hari, yaitu antara jam 10.00 – 16.00 dan 21.00 – 03.00. Pengukuran bandwidth menggunakan software Axence netTools. Didapatlah nilai rata-rata response time delay minimum dan maksimum dalam mili second (ms) yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai delay pada site PT. DAS

Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Delay (ms)		
		Min	Maks	Rata-rata
Selasa	10.00-16.00	3	108	6
06 Agustus 2024	21.00-03.00	2	169	5
Rabu	10.00-16.00	2	792	6
07 Agustus 2024	21.00-03.00	2	128	5
Kamis	10.00-16.00	3	302	6
08 Agustus 2024	21.00-03.00	2	151	5

Berdasarkan data tabel di atas didapatlah hasil pengukuran pada site PT. DAS, delay yang diamati selama pegukuran jam 10.00-16.00 dan jam 21.00-03.00 pada KGSNet.

4. Packet loss

Proses pengukuran packet loss pada area ini dilakukan selama tiga hari, dimulai pada tanggal 06 Agustus 2024 sampai dengan 08 Agustus 2024. Proses pengukurannya dilakukan pada siang hari dan malam hari, yaitu antara jam 10.00 – 16.00 dan 21.00 – 03.00. Pengukuran packet menggunakan software Axence netTools.

Tabel 9. Nilai packet loss pada site PT. DAS

Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Packet loss (ms)		
		Sent	Lost	Lost (%)
Selasa	10.00-16.00	19.488	6	0
06 Agustus 2024	21.00-03.00	16.186	2	0
Rabu	10.00-16.00	42.091	353	1
07 Agustus 2024	21.00-03.00	22.507	3	0
Kamis	10.00-16.00	20.519	7	0
08 Agustus 2024	21.00-03.00	22.862	0	0

Berdasarkan data tabel di atas didapatlah hasil pengukuran pada site PT. DAS, delay diamati pada jam 10.00-16.00 dan jam 21.00-03.00 pada KGSNet.

5. Jitter

Proses pengukuran jitter pada area ini dilakukan selama tiga hari, dimulai pada tanggal 06 Agustus 2024 sampai dengan 08 Agustus 2024. Dalam proses pengukuran jitter menggunakan software Iperf yang dimana hasil dari pengukuran ini dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 10. Nilai jitter pada site PT. DAS

Hari/Tanggal	Waktu (WIB	Jitter (ms)
Selasa	10.00-16.00	1,691
06 Agustus 2024	21.00-03.00	1,065
Rabu	10.00-16.00	0,600
07 Agustus 2024	21.00-03.00	0,614

Hari/Tanggal	Waktu (WIB	Jitter (ms)
Kamis	10.00-16.00	0,969
08 Agustus 2024	21.00-03.00	0,661

Berdasarkan data tabel di atas didapatlah hasil pengukuran pada site PT. DAS, jitter diamati pada jam 10.00-16.00 dan jam 21.00-03.00 pada KGSNet.

Selanjutnya langkah proses pengukuran parameter QoS pada PT. VUB, PT. BSL, PT. BSS, PT. BAM, PT. GMT, PT. BMP PORT, PT. BMP Tambang, Dan PT. Trimata Benua disesuaikan nilai yan didapatkan dari PT masing-masing. Dan proses pengukuran Qos nya dilakukan seperti tahapan yang ada pada PT. DAS.

Setelah di dapatkan hasil nilai Pengukuran Qos dengan menggunakan software Axence netTools dan Iperf serta PRTG pada jaringan wireless outdoor client KGSNet pada masing-masing PT. Maka selanjutnya dilakukan perhitungan Qos nya.

3.1.1 Hasil Analisa Pengukuran Bandwidth

Dari hasil pengukuran bandwidth pada setiap site jaringan wireless outdoor client KGSNet menggunakan software Axence netTools dan Iperf mendapatkan nilai yang terbeda. Maka nilai bandwidth dari ke sembilan site tersebut dapat diklasifikasikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Klasifikasi perhitungan bandwidth ke sembilan site

Lokasi	Bandwidth (bps)		
	Min	Maks	Rata-rata
PT. DAS	93.869	5.459.282	2.662.088
PT. VUB	30.034	44.477	34.220
PT. BSL	18.043	5.152.539	2.739.381
PT. BSS	21.643	41.801	31.47010
PT. BAM	37.891	3.217.603	478.208
PT. GMT	17.400	47.143	47.549
PT. BMP PORT	77.248	3.056.724	1.997.249
PT. BMP TAMBANG	16.576	56.457	54.717
PT. TRIMATA BENUA	77.020	2.316.650	2.095.458

Dari hasil pengukuran selama tiga hari, di dapatlah hasil rata-rata bandwidth yang tertinggi pada area kecepatan transfer data yang efektif, sedangkan rata-rata bandwidth terendah pada area hal ini disebabkan karna terhalangnya wireles pada lokasi penempatan titik sehingga terjadinya keterlambatan data.

3.1.2 Hasil Analisa Pengukuran Throughput

Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second). Throughput dihitung dengan membagi jumlah total paket yang berhasil tiba di tujuan selama periode waktu tertentu dengan lamanya periode tersebut. Dari hasil pengukuran dan perhitungan didapat nilai throughput dari ke sembilan site tersebut dapat diklasifikasikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 12. Klasifikasi perhitungan throughput ke sembilan site

Lokasi	Throughput			TIPHON
	Sent	Received (%)	Lost (%)	
PT. DAS	20.787	20.729 (100%)	58 (0%)	Sangat bagus
PT. VUB	18.903	18.641 (98%)	277 (2%)	Sangat bagus
PT. BSL	9.899	9.879 (100%)	20 (0%)	Sangat bagus
PT. BSS	10.669	9.191 (81%)	1.493 (19%)	Sangat bagus
PT. BAM	14.476	13.614 (93%)	934 (7%)	Sangat bagus
PT. GMT	13.946	13.654 (97%)	292 (3%)	Sangat bagus
PT. BMP PORT	13.731	11.429 (83%)	2.301 (17%)	Sangat bagus
PT. BMP TAMBANG	16.995	16.625 (98%)	404 (2%)	Sangat bagus
PT. TRIMATA BENUA	21.306	21.300 (100%)	6 (0%)	Sangat bagus

Dari tabel di atas dan berdasarkan nilai besar throughput sesuai dengan tabel versi TIPHON, maka kategori throughput untuk jaringan wireless outdoor client KGSNet adalah sangat bagus,ndengan nilai rata-rata pengiriman 1155 dengan rata-rata received 965(96%) karena besar throughput masih berkisar 100% sampai dengan75%.

3.1.3 Hasil Analisa Pengukuran Delay

Dalam menentukan kualitas jaringan salah satu hal yang penting adalah besarnya nilai delay karena jarak yang relatif jauh dan kemampuan signal wireless untuk mengirim dan menerima data rentan terhadap gangguan cuaca. Dari hasil

Copyright © 2023, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

pengukuran nilai delay pada jaringan wireless outdoor client KGSNet. Didapat nilai delay rata-rata dalam satuan millisecond, seperti tabel berikut.

Tabel 13. Klasifikasi perhitungan delay ke sembilan site

Lokasi	Delay (ms)			TIPHON
	Min	Maks	Rata-rata	
PT. DAS	2	276	5	Bagus
PT. VUB	4	974	33	Buruk
PT. BSL	3	855	9	Buruk
PT. BSS	4	589	18	Buruk
PT. BAM	4	501	91	Buruk
PT. GMT	5	898	27	Buruk
PT. BMP PORT	3	197	5	Bagus
PT. BMP TAMBANG	4	993	26	Buruk
PT. TRIMATA BENUA	4	196	6	Bagus

Berdasarkan data tabel di atas dan berdasarkan nilai besar delay sesuai dengan tabel versi TIPHON, maka kategori delay untuk jaringan wireless outdoor client KGSNet adalah sangat bagus, dengan nilai rata-rata minimum 2 ms dan maksimum 80 ms, karena besar delay masih berkisar <150 ms.

3.1.4 Hasil Analisa Pengukuran Packet loss

Packet Loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan. Menurut versi TIPHON, sebagai standarisasi yang digunakan dalam pengukuran nilai packet loss, maka besarnya packet loss dapat diklasifikasikan sebagai kategori pengukuran sangat bagus jika 0%, bagus jika 3%, sedang jika 15% dan buruk jika >25%. Dari hasil pengukuran nilai packet loss pada jaringan wireless outdoor client KGSNet. Didapat nilai packet loss, seperti tabel berikut.

Tabel 14. Klasifikasi perhitungan packet loss ke sembilan site

Lokasi	Packet loss (ms)			TIPHON
	Sent	Lost	Lost (%)	
PT. DAS	23.942	120	0	Sangat bagus
PT. VUB	19.187	108	1	Sangat bagus
PT. BSL	10.732	16	0	Sangat bagus
PT. BSS	10.707	1.437	18	Sedang
PT. BAM	14.464	829	7	Bagus
PT. GMT	13.943	241	2	Sangat bagus
PT. BMP PORT	15.891	2.292	17	Bagus
PT. BMP TAMBANG	17.072	371	2	Sangat bagus
PT. TRIMATA BENUA	21.242	4	0	Sangat bagus

Berdasarkan nilai pada tabel di atas dan berdasarkan nilai besar packet loss sesuai dengan tabel versi TIPHON, pada area kualitas dari packet loss bernilai 16% termasuk dalam degranasi sedang, dapat disimpulkan kategori packet loss untuk jaringan wireless outdoor client KGSNet yaitu sangat bagus, dengan nilai rata-rata loss (%) 1,8 masih berkisar 3%.

3.1.5 Hasil Analisa Pengukuran Jitter

Jitter merupakan variasi delay antar paket yang terjadi pada jaringan IP. Jitter, yang juga dikenal sebagai variasi delay, adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat fluktuasi delay dalam transmisi data pada suatu jaringan. Dari hasil pengukuran nilai jitter pada jaringan wireless outdoor client KGSNet. Didapat nilai jitter, seperti pada tabel berikut.

Tabel 15. Klasifikasi perhitungan packet loss ke sembilan site

Lokasi	Jitter (ms)	TIPHON
PT. DAS	0,933	Sangat Bagus
PT. VUB	1,017	Bagus
PT. BSL	0,843	Sangat Bagus
PT. BSS	0,921	Sangat Bagus
PT. BAM	1,225	Bagus
PT. GMT	0,984	Sangat Bagus
PT. BMP PORT	0,801	Sangat Bagus
PT. BMP TAMBANG	0,729	Sangat Bagus
PT. TRIMATA BENUA	0,689	Sangat Bagus

Berdasarkan data tabel diatas total nilai rata-rata jitter untuk semua titik jaringan wireless outdoor client KGSNet yang di amati. Hasil yang didapatkan untuk rata- rata jitter bernilai 0,905 ms dan berada pada kategori sangat bagus karena < 0 ms.

3.2 Pembahasan RMA

Pada RMA di sini menggunakan software yang dipakai oleh perusahaan yaitu software PRTG. PRTG memiliki dua jenis mekanisme pengambilan data yang bisa dianalisa yaitu interface dan report, PRTG sehingga dapat ditampilkan data hasil analisa saat PRTG sedang dijalankan. Hal ini dikarekanan untuk mendapatkan hasil analisa data yang lebih detail pada waktu-waktu yang diinginkan dan juga perlu adanya pembatasan waktu analisa agar tidak terlalu lama. Berikut pembahasan RMA dari jaringan wireless outdoor client KGSNet dengan menggunakan software PRTG berdasarkan data dari hasil pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya.

1. Realibility adalah sutau kenadalan atau indokator statistik dari kerusakan hardware jaringan dan mempresentasikan layanan yang keluar dari jadwal.

Tabel 16. Waktu Rata-Rata Menuju Kegagalan

No	Perangkat	MTTF (Jam)
1	Adaptor	876
2	Radio Wireles	1460
3	Access Point	2920
4	Switch	8760
5	Router	13140
6	Kabel	1460

2. Maintainability adalah ukuran statistik dari waktu memperbaiki sistem untuk status beroperasi penuh setelah kegagalan.

Tabel 17. Waktu Rata-Rata Kegagalan

No	Perangkat	MTTF (Jam)
1	Adaptor	0,57
2	Radio Wireles	1
3	Access Point	4
4	Switch	-
5	Router	-
6	Kabel	0,66

3. Availability: Mengukur ketersediaan sistem berdasarkan perbandingan waktu kegagalan dan perbaikan terhadap total waktu operasi. Availability dihitung menggunakan data PRTG dengan rumus Availability = (MTTF / MTBF) × 100%, di mana MTBF = MTTF + MTTR, dan MTTF mencerminkan uptime, sedangkan MTTR adalah downtime.

Tabel 18. Waktu Rata-Rata Antara Kegagalan dan Availability

No	Perangkat	MTTF (Jam)	Availability (%)
1	PT. DAS	336	96%
2	PT. VUB	336	92%
3	PT. BSL	311	95%
4	PT. BSS	336	98%
5	PT. BAM	335	78%
6	PT. GMT	406	81%
7	PT. BMP PORT	335	71%
8	PT. BMP TAMBANG	334	67%
9	PT. TRIMATA BENUA	335	62%

3.3 Pembahasan QOE (Quality of Experience)

Hasil pengukuran QoE menggunakan Axence NetTools menunjukkan klasifikasi **Round Trip Time (RTT)** berdasarkan standar berikut: sangat bagus (<50 ms), bagus (51-100 ms), sedang (101-200 ms), buruk (201-375 ms), dan sangat buruk (>375 ms).

Tabel 19. Pembahasan Nilai RTT (Round Trip Time)

No	Perangkat	RTT (ms)	Kategori
1	PT. DAS	53	Bagus
2	PT. VUB	13	Sangat bagus
3	PT. BSL	12	Sangat bagus
4	PT. BSS	13	Sangat bagus

Copyright © 2023, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

No	Perangkat	RTT (ms)	Kategori
5	PT. BAM	14	Sangat bagus
6	PT. GMT	9	Sangat bagus
7	PT. BMP PORT	12	Sangat bagus
8	PT. BMP TAMBANG	9	Sangat bagus
9	PT. TRIMATA BENUA	11	Sangat bagus

Berdasarkan pengamatan, nilai RTT di site PT. DAS masuk kategori bagus, sementara di 8 lokasi lain tergolong sangat bagus. Secara keseluruhan, rata-rata kualitas RTT berada pada kategori sangat bagus dengan nilai 16,22 ms. RTT rendah meningkatkan pengalaman pengguna karena aplikasi lebih responsif tanpa gangguan. Sebaliknya, RTT tinggi menurunkan kualitas pengalaman pengguna, menyebabkan aplikasi lambat, tidak responsif, atau menurunnya kualitas layanan seperti gambar/video buram, delay, atau suara terputus.

3.4 Faktor Yang Mempengaruhi nilai QOS dan RMA

Hasil analisis menunjukkan beberapa faktor yang memengaruhi nilai QoS, RMA, dan QoE pada jaringan WLAN KGSNet:

1. Faktor QoS (Quality of Service)
   a. Redaman: Penurunan sinyal karena jarak media transmisi. Solusi: gunakan amplifier atau repeater untuk memperkuat sinyal.
   b. Noise : Sinyal tidak diinginkan yang mengganggu transmisi, menurunkan bandwidth, throughput, dan parameter lainnya. Solusi: menjauhkan kabel dari sumber noise seperti listrik tinggi, menggunakan pelindung kabel, dan mempelajari frekuensi sekitar.
2. Faktor RMA
   a. Uptime dan Downtime: Dipengaruhi oleh cuaca buruk dan area dengan banyak hutan belukar.
   b. IP Conflict: Konflik IP yang sering terjadi menyebabkan jaringan WLAN menjadi lambat dan tidak dapat digunakan oleh karyawan.
3. Faktor QoE
   a. Kualitas Koneksi: Stabilitas, kecepatan, dan jenis jaringan (Wi-Fi, 4G/5G, fiber optik).
   b. Kondisi Perangkat: Perangkat pengguna yang berkualitas rendah dapat menurunkan pengalaman pengguna.
   c. Jenis Layanan: Kebutuhan QoE berbeda berdasarkan aplikasi seperti suara, video, atau game online.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja jaringan wireless outdoor client KGSNet, kinerja jaringan dipengaruhi oleh berbagai parameter QoS seperti bandwidth, throughput, delay, packet loss, dan jitter. Rata-rata throughput mencapai 96%, termasuk kategori sangat bagus, sementara delay berada pada kategori buruk dengan nilai rata-rata 608 ms. Packet loss rata-rata sebesar 0,8% termasuk kategori sangat bagus, dan jitter rata-rata 0,905 ms juga tergolong sangat bagus. Reliability perangkat mencapai rata-rata waktu menuju kegagalan (MTTF) 4.769 jam, dengan waktu rata-rata perbaikan (Maintainability) selama 1 jam 56 menit, serta tingkat Availability perangkat sebesar 82,22%. Dari sisi QoE, kualitas RTT rata-rata berada pada kategori sangat bagus dengan nilai 16,22 ms. Faktor-faktor yang memengaruhi QoS meliputi redaman, noise, dan kapasitas bandwidth, sedangkan faktor RMA dipengaruhi oleh uptime, downtime, dan keterlambatan jaringan. Untuk QoE, kualitas koneksi jaringan, kondisi perangkat pengguna, dan jenis layanan menjadi faktor utama yang memengaruhi pengalaman pengguna.

REFERENCES

[1] M. Andriana, Fatoni, and T. Ibadi, "DESAIN JARINGAN WLAN RT / RW DENGAN ROUTER MIKROTIK PADA," pp. 50–57, 2019.
[2] E. Surya Negara, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Analisis Kinerja Router Outdoor TP-Link CPE220 dan Mikrotik RouterOS untuk Penerapan Hotspot Nirkabel," Media Online), vol. 4, no. 2, pp. 1173–1183, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1295.
[3] M. R. Hidayat, T. I. M. Fauzian, E. Alimudin, and H. Yuliana, "Analisis Power Link Budget Pada Rancangan Jaringan Wireless Outdoor Menggunakan ISP Design Center Studi Kasus Desa Kutanagara Garut," Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap., vol. 10, no. 2, pp. 98–105, 2022, doi: 10.34010/telekontran.v10i2.7978.
[4] M. Rusdan and M. Sabar, "Analisis dan Perancangan Jaringan Wireless Dengan Wireless Distribution System Menggunakan User Authentication Berbasis Multi-Factor Authentication," J. Inf. Technol., vol. 2, no. 1, pp. 17–24, 2020, doi: 10.47292/joint.v2i1.20.
[5] A. E. Tangkowit, V. R. Palilingan, and O. E. S. Liando, "Analisis Dan Perancangan Jaringan Komputer Di Sekolah Menengah Pertama," Edutik J. Pendidik. Teknol. Inf. dan Komun., vol. 1, no. 1, pp. 69–82, 2021, doi: 10.53682/edutik.v1i1.1044.
[6] N. KN, "Analisa Jaringan Lokal Area Network (Lan) Di Salah Satu Hotel Wilayah Jakarta Timur," J. Ilm. Matrik, vol. 23, no. 3, pp. 251–259, 2021, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v23i3.1567.
[7] M. D. S. Antariksa and A. Aranta, "Analisis Jaringan Komputer Local Area Network (LAN) Di Rumah Sakit UNRAM," J. Begawe Teknol. Inf., vol. 3, no. 2, pp. 201–212, 2022, doi: 10.29303/jbegati.v3i2.748.
[8] S. Alvionita and H. Nurwasito, "Analisis Kinerja Protokol Routing OSPF, RIP dan EIGRP Pada Topologi Jaringan Mesh," J.

Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 3, no. 8, pp. 2548–964, 2019.
[9] A. R. Mukti, M. Ulfa, and F. Panjaitan, "Analisis Kinerja Wireless Distribution System (Wds) (Studi Kasus: Dinas Kesehatan Kota Palembang)," J. Ilm. Matrik, vol. 20, no. 2, pp. 95–108, 2019, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v20i2.112.
[10] D. N. Yoliadi, "Analisa Receive Signal Strength Indicator (RSSI) Antena Eksternal Payungbolic Dengan Antena Directional Parabola Pada Komunikasi Outdoor Wireless Lan 2,4 Ghz," Technol. J. Ilm., vol. 13, no. 2, p. 167, 2022, doi: 10.31602/tji.v13i2.6249.
[11] A. Wibowo and J. Triloka, "Volume 5 Issue 1 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering ANALISIS METODE PEMELIHARAAN DIESEL GENERATOR MENGGUNAKAN Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering," Aisyah J. Informatics Electr. Eng. Univ. Aisyah Pringsewu, vol. 5, no. 1, pp. 21–29, 2019.
[12] N. F. Annisa and M. Faridha, "Analisis Pengaruh Hambatan Pancaran Radio Link Akibat Pepohonan Terhadap Pengiriman Data Rcsu (Remote Control System Unit) Dvor Di Airnav Indonesia Cabang Pangkalan Bun," J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun., vol. 5, no. 2, pp. 9–17, 2022, doi: 10.31602/eeict.v5i2.9211.
[13] E. I. Alwi and L. B. Ilmawan, "Analisis Kinerja QoS (Quality of Service) Jaringan WLAN Ukhuwahnet Pada Universitas Muslim Indonesia," Semin. Nas. , pp. 55–60, 2019.
[14] 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.
[15] M. K. Umam and dan L. B. Handoko, "Analisis Kinerja Jaringan WLAN Mmenggunakan Metode Action Researce Pada Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informasi Kabupaten Pemalang," UDiNus Repos., p. 2, 2015.
[16] W. P. Sasmita, N. Safriadi, and M. A. Irwansyah, "Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura)," J. Sist. dan Teknol. Inf., vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013.
[17] R. Apriliano, "Analisis QoS Jaringan Internet Menggunakan Metode RMA (Reliability , Maintainability , Availability) di Balai Pelatihan Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur," … SAKTI (Seminar Ilmu …, vol. 3, no. 2, pp. 46–49, 2018.
[18] Sarah Astia Ningsih, Subardin, and Gunawan, "Analisis Kinerja Jaringan Wireless Lan Menggunakan Metode Qos Dan Rma," AnoaTIK J. Teknol. Inf. dan Komput., vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.33772/anoatik.v1i1.5.
[19] K. Masykuroh, A. D. Ramadhani, and N. Iryani, "Analisis Qos Dan Qoe Pada Video Pembelajaran Online Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto (Ittp)," Transmisi, vol. 23, no. 2, pp. 40–47, 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.2.40-47.
[20] R. A. Putri and I. Permana, "Analisis Quality of Experience Jaringan Internet Pada Pt Samco Farma," vol. 3, no. 1, pp. 451–460, 2024.

Copyright © 2023, The Author. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.