

# ANALISIS QoS WLAN PADA JARINGAN WIFI

Ari Yanuar<sup>1</sup>, Aulia Nurul Ardhiyah<sup>2</sup>, M Ilman Yassir Rizqi<sup>3</sup>, Rayland Alvi Andhika<sup>4</sup>, Ridho Armanda<sup>5</sup>

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buahbatu - Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40257

<sup>1</sup> [ariyanuarputra@telkomuniversity.ac.id](mailto:ariyanuarputra@telkomuniversity.ac.id)

<sup>2</sup> [auliaardh@telkomuniversity.ac.id](mailto:auliaardh@telkomuniversity.ac.id)

<sup>3</sup> [Ilmanrizqi@telkomuniversity.ac.id](mailto:Ilmanrizqi@telkomuniversity.ac.id)

<sup>4</sup> [rayland@telkomuniversity.ac.id](mailto:rayland@telkomuniversity.ac.id)

<sup>5</sup> [ridhoarmanda@telkomuniversity.ac.id](mailto:ridhoarmanda@telkomuniversity.ac.id)

**Abstrak**— *Perkembangan teknologi pada masa kini menjadi hal yang sangat dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat secara umum. Perkembangannya pun tidak terlepas dari kegiatan sehari-hari masyarakat saat ini. Salah satu perkembangan dari teknologi yaitu adanya internet. Dalam mengakses internet, salah satunya dengan menggunakan jaringan wireless local area network atau WLAN. Salah satu contoh penerapan jaringan WLAN adalah WiFi. Dalam mengakses internet melalui jaringan wifi terkadang tidak optimal, tidak jarang mengalami delay atau buffering. Quality of Service (QoS) didefinisikan sebagai ukuran seberapa baik jaringan dan upaya untuk menentukan karakteristik dan sifat layanan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis QoS (Quality of Service) kualitas kerja pada jaringan wifi rumah salah satu peneliti, yang dapat terlihat dari pengukuran delay, packet loss, jitter dan juga throughput. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan kecepatan jaringan internet yaitu 18 mbps. Delay didapat sebesar 0,4 ms dan packet loss didapat sebesar 0%, semakin besar perubahan delay dan packet loss maka proses transfer data akan menjadi semakin cepat.*

**Kata kunci**— *Quality of Service, WLAN, Delay, Jitter, Packet Loss, Throughput.*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Teknologi informasi terus berkembang pada saat ini dikarenakan kebutuhan manusia akan kemudahan, kecepatan, dan keakuratan dalam memperoleh informasi. Hal tersebut terjadi karena perkembangan teknologi berdampak besar bagi kehidupan di dunia dalam berbagai hal, terutama menjadi solusi permasalahan yang ada. Dalam kehidupan sehari-hari pun, seluruh kegiatan yang dilakukan ditunjang oleh teknologi.

Banyak media-media baru bermunculan akibat perkembangan teknologi itu sendiri. Salah satu media tersebut yaitu internet. Internet menjadi kebutuhan utama masyarakat umum pada masa ini. Menjadi media pendukung dalam mencari informasi yang cepat dan akurat, internet menjadi kebutuhan yang cukup penting

bagi masyarakat. Dalam mengakses internet, salah satunya dengan menggunakan jaringan wireless local area network melalui WiFi.

WLAN adalah singkatan dari Wireless Local Area Network yaitu suatu jenis jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai alat atau media transmisi data. Informasi atau data ditransfer dari satu komputer ke komputer yang lainnya menggunakan gelombang radio. WLAN juga sering disebut dengan Jaringan Nirkabel atau jaringan wireless [1]. Salah satu implementasi WLAN yaitu Wifi. Dalam penggunaan Wifi, meski tanpa menggunakan kabel, tetap membutuhkan alat untuk memancarkan sinyalnya.

Dalam menerapkan jaringan nirkabel seperti wifi harus memiliki standar layanan atau yang dikenal sebagai Quality of Services (QoS). QoS adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan trafik data yang melewatinya. Terdapat beberapa parameter yang dipakai untuk menentukan kualitas dari jaringan WLAN diantaranya Delay, Packet Loss dan Throughput. [2]

### B. Tujuan

1. Mengetahui besarnya Delay, Packet Loss, dan Throughput dari menganalisa transmisi paket data dalam jaringan wifi menggunakan wireshark dan melakukan simulasi topologi jaringan pada Cisco Packet Tracer.
2. Mencari tahu cara agar jaringan memiliki QoS yang baik.
3. Mencari tahu hal-hal yang menyebabkan suatu jaringan memiliki QoS yang buruk.

### C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana Quality of Service jaringan WLAN pada jaringan WiFi.

#### D. Tahapan Penelitian

Artikel Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode action research. Tahapan dalam metode action research ini adalah:

- 1) Melakukan diagnosa (Diagnosing). Melakukan diagnosa dapat dilakukan dengan cara login atau masuk kedalam jaringan area cakupan hotspot di lokasi penelitian. Diagnosa dilakukan dengan menggunakan tools wireshark untuk dilakukan pengamatan.
- 2) Membuat Rencana Tindakan (Action Planning). Rencana tindakan dengan melakukan konfigurasi pada tools wireshark, pengaturan protokol dan berbagai pengaturan lainnya dilakukan dalam wireshark yang selanjutnya dipakai dalam mengukur berbagai parameter QoS jaringan hotspot.
- 3) Melakukan Tindakan (Action Taking). Tahapan melakukan tindakan adalah tahapan di mana semua paket data yang ditransmisikan melalui jaringan hotspot rumah salah satu peneliti, tindakan pengamatan arus jaringan dilakukan dengan mengamati protokol TCP dan UDP. Traffic jaringan akan direkam dengan menggunakan wireshark berdasarkan protokol yang sudah konfigurasi untuk selanjutnya dianalisa.
- 4) Melakukan evaluasi (Evaluating). Tahapan ini merupakan lanjutan dari hasil tindakan pada tahapan sebelumnya akan dianalisa dengan menghitung berbagai parameter QoS. Hasil dari analisa jaringan hotspot kantor fakultas selanjutnya akan dibandingkan dengan standar TIPHON untuk diketahui seberapa besar persentase quality of service dalam jaringan.
- 5) Pembelajaran (Learning). Analisa yang dilakukan pada tahap sebelumnya akan dilakukan penarikan kesimpulan tentang Quality of Services jaringan hotspot area cakupan rumah peneliti, dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Definisi WLAN

WLAN adalah singkatan dari Wireless Local Area Network yaitu suatu jenis jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai alat atau media transmisi data. Informasi atau data ditransfer dari satu komputer ke komputer yang lainnya menggunakan gelombang radio. WLAN juga sering disebut dengan Jaringan Nirkabel atau Jaringan Wireless [1].

### 2.2 Cara Kerja WLAN

Cara kerja data yang dapat diakses secara nirkabel melalui udara menggunakan gelombang elektromagnetik dengan teknologi spread spectrum (SST). Teknologi ini mampu membuat pengguna dapat

menggunakan satu pita frekuensi secara bersamaan. Teknologi ini juga merupakan salah satu perkembangan dari teknologi sebelumnya, Code Division Multiple Access (CDMA). Teknologi SST menggunakan dua metode pendekatan, yaitu:

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), suatu metode yang dapat mentransfer sinyal ke pita frekuensi tetap 17MHz. Metode ini menggunakan urutan langsung yang memancarkan sinyal dengan lapisan (multiplex) dengan tanda tangan yang mengurangi noise dan interferensi. Kode yang sesuai dengan frekuensi akan diproses sementara kode yang tidak sesuai akan diabaikan.

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), metode transmisi sinyal radio ke pita frekuensi tetap dengan 1MHz. Selain itu, FHSS mengubah frekuensi pembawa di antara frekuensi lain yang menggunakan pita spektrum besar. Prinsip metode ini menggunakan pita sempit bergantian dalam transmisi sinyal periodik yang bergerak dari satu saluran frekuensi ke yang lain antara 20 hingga 400 milidetik [3].

### 2.3 Tipe Jaringan WLAN

Terdapat 2 tipe jaringan wireless LAN yaitu ad-hoc dan infrastruktur,

Ad-hoc merupakan tipe jaringan wireless yang sangat sederhana, karena pada tipe jaringan ad-hoc tidak memerlukan access point untuk saling berinteraksi. Setiap host cukup memiliki transmitter dan receiver wireless untuk saling berkomunikasi secara langsung. Kekurangan dari mode ini adalah area jangkauan pada tipe ini terbatas pada jarak antara kedua PC/laptop [4].

Infrastruktur merupakan jaringan komunikasi antar PC/laptop menggunakan access point sebagai pengatur transmisi semua perangkat jaringan. Penambahan dan pengaturan letak access point dapat memperluas jangkauan dari jaringan wireless. Sebagai contoh terdapat sebuah access point yang terhubung dengan jaringan kabel, PC pada jaringan kabel berkomunikasi dengan notebook yang menggunakan wireless melalui access point, demikian pula komunikasi antar notebook. Kualitas komunikasi antar notebook ditentukan oleh kuat sinyal yang diterima oleh wireless adapter [5].

### 2.4 Quality of Service

Quality of service (QoS) mengacu pada teknologi apa pun yang mengelola lalu lintas data untuk mengurangi packet loss (kehilangan paket), latency, dan jitter pada jaringan. QoS mengontrol dan mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk tipe data tertentu pada jaringan.

Jaringan perusahaan perlu menyediakan layanan yang dapat diprediksi dan terukur sebagai aplikasi (seperti suara, video, dan data yang sensitif terhadap keterlambatan) untuk melintasi jaringan. Organisasi menggunakan QoS untuk memenuhi persyaratan lalu lintas dari aplikasi sensitif, seperti suara dan video real-

time, dan untuk mencegah penurunan kualitas yang disebabkan oleh packet loss, penundaan dan jitter. Organisasi dapat mencapai QoS dengan menggunakan alat dan teknik tertentu, seperti jitter buffer dan traffic shaping. Bagi banyak organisasi, QoS termasuk dalam service-level agreement (SLA) dengan penyedia layanan jaringan untuk menjamin tingkat kinerja tertentu [2].

Kualitas paket data pada jaringan VoIP ditunjukkan dengan parameter-parameter Quality of Service(QoS), yaitu:

#### 1. Throughput

Throughput dalam jaringan telekomunikasi merupakan rata-rata pengiriman sukses dalam satu pengiriman (satuan bps). Sistem Throughput atau jumlah Throughput merupakan jumlah rata-rata packet data yang sukses dikirimkan oleh semua terminal pada sebuah jaringan. Throughput maksimum sering disebut juga dengan throughput memiliki arti yaitu dari sebuah titik atau jaringan komunikasi yang menandakan kapasitas dari jaringannya.

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

(Sumber : TIPHON)

Persamaan perhitungan throughput

Throughput = (Paket Data Diterima)/(Waktu Pengiriman Data)

#### 2. Packet Loss

Packet Loss merupakan banyaknya paket yang gagal mencapai tempat tujuan saat pengiriman paket. Protocol UDP mendasari komunikasi real time, dimana protocol ini bersifat tanpa koneksi (connectionless). Jika paket gagal dikirim maka paket tersebut tidak akan dikirim kembali, atau dengan kata lain paket tersebut hilang. Akan menjadi masalah jika packet loss yang terjadi sangatlah besar. [2].

Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
<b>Sangat Bagus</b>	0 %	4
<b>Bagus</b>	3 %	3
<b>Sedang</b>	15 %	2
<b>Jelek</b>	25 %	1

(Sumber : TIPHON)

Packet Loss =

$$\frac{\text{Paket Data di Kirim} - \text{Paket Data Diterima}}{\text{Paket Data yang Dikirim}} \times 100\%$$

#### 3. Delay

Delay atau Latency merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama [2].

Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
<b>Sangat Bagus</b>	< 150 ms	4
<b>Bagus</b>	150 s/d 300 ms	3
<b>Sedang</b>	300 s/d 450 ms	2
<b>Jelek</b>	> 450 ms	1

(Sumber : TIPHON)

$$\text{Delay rata - rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}}$$

#### 4. Jitter

Jitter merupakan masalah khas dari connectionless network atau packet switched network serta slow speed links. Besarnya nilai jitter akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (congestion) yang ada dalam jaringan IP. Semakin besar beban trafik di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya congestion. Dengan demikian nilai jitter-nya akan semakin besar. [2].

#### 2.5 Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah aplikasi untuk merancang sebuah sistem dan juga topologi jaringan yang akan diterapkan di dunia nyata menggunakan perangkat asli cisco, jika membuat topologi jaringan komputer tanpa menggunakan aplikasi ini akan memakan biaya yang cukup mahal. Oleh karena itu Cisco membuat aplikasi ini untuk media pembelajaran, tanpa membutuhkan biaya yang mahal [6]. Tujuan utama Cisco Packet Tracer adalah untuk menyediakan alat bagi siswa dan pengajar agar dapat memahami prinsip jaringan komputer dan juga membangun skill di bidang alat-alat jaringan Cisco.

Cisco Packet Tracer digunakan untuk merancang sebuah sistem atau topologi jaringan yang akan di terapkan pada dunia nyata/kerja. Cisco Packet Tracer memungkinkan pengguna untuk membuat topologi jaringan simulasi dengan menyeret dan menjatuhkan router, switch dan berbagai jenis lain dari perangkat jaringan. Cisco Packet Tracer mendukung sebuah array dari simulasi protocol Application Layer serta dasar routing dengan RIP, OSPF, EIGRP, BDP dan lain-lain.

#### 2.6 Kegunaan Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer memiliki batasan pada beberapa fiturnya, maka hanya digunakan untuk alat pembantu pembelajaran, bukan sebagai pengganti Cisco Routers dan Cisco Switches. Menggunakan software ini sangat bermanfaat jika membuat topologi atau sebuah jaringan yang kompleks, untuk pemula sebaiknya pahami dulu jenis device yang akan digunakan [6]. Untuk

mengkoneksikan peralatan yang berbeda dibutuhkan kabel Straight - Through yaitu:

1. Router – Switch
2. Router – Hub
3. PC – Switch
4. PC – Hub

Untuk mengkoneksikan peralatan yang sama, gunakan kabel Cross-Over :

1. Router – Router
2. Router – PC
3. Switch – Switch
4. Switch – Hub

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

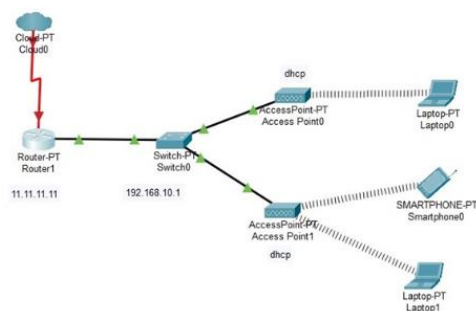
Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa data hasil pengamatan packet loss, delay dan throughput pada jaringan wifi internet salah satu peneliti. Adapun rancangan topologi internet wifi adalah sebagai berikut :

#### A. Rancangan Topologi Jaringan WiFi

Rancangan Jaringan Wifi menggunakan topologi infrastruktur. Topologi infrastruktur merupakan jaringan wireless dimana komunikasi yang terjadi antara dua atau lebih komputer menggunakan perantara berupa wireless access point (wireless router). Access point ini akan bertindak seperti hub atau switch pada jaringan kabel (wired networking) dan menjadi sentral atau pusat jaringan wireless.

Pada topologi infrastruktur, perangkat wireless (wireless apdater) komputer berkomunikasi melalui access point, tidak langsung ke perangkat wireless komputer yang lain. Selain sebagai sentral atau pusat jaringan wireless pada topologi infrasturktur, access point juga dapat dihubungkan dengan koneksi jaringan kabel LAN. Topologi infrastruktur dikenal pula dengan nama Basic Service Set (BSS).

Pada rancangan wifi ini menggunakan beberapa router dan access point. Topologi yang digunakan terdiri dari Cloud (internet), Router, Switch, dua Access Point, dua Laptop dan 1 Smartphone. Dimana devices dihubungkan dengan access point secara wireless. Berikut gambar topologi jaringan internet wifi salah satu peneliti.

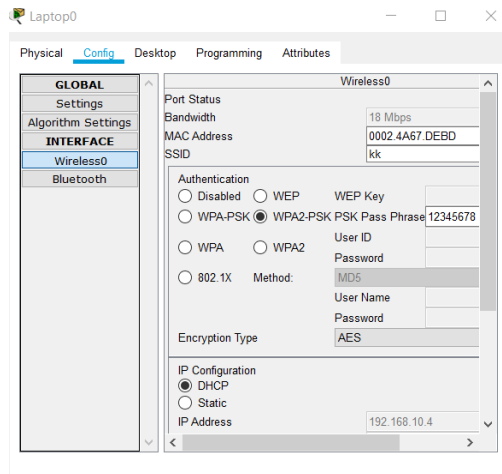


#### B. Konfigurasi Jaringan Wifi

Adapun langkah-langkah konfigurasi jaringan seperti berikut.

Langkah pertama adalah mengkonfigurasi router dengan menambahkan IP Address 192.168.10.1 dan menambahkan subnet mask 255.255.255.0, selanjutnya adalah menyambungkan ke ethernet di switch-PT.

Setelah itu membuat autentikasi di kedua access point dengan menambahkan port status di SSID, selanjutnya mengubah pengaturan yang awalnya disables menjadi WPA2-PSK dan menambahkan Pass phrase juga.



Langkah terakhir adalah menyamakan SSID dan Pass phrase laptop dengan di access point.

### C. Pembahasan

QoS adalah kemampuan dalam menjamin pengiriman arus data penting atau dengan kata lain kumpulan dari berbagai kriteria performansi yang menentukan tingkat kepuasan penggunaan suatu layanan. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Tujuan akhir dari QoS adalah memberikan network service yang lebih baik dan terencana dengan dedicated bandwidth, jitter dan latency yang terkontrol dan meningkatkan loss karakteristik.

Ada beberapa alasan mengapa kita memerlukan QoS, yaitu:

1. Untuk memberikan prioritas untuk aplikasi-aplikasi yang kritis pada jaringan.
2. Untuk memaksimalkan penggunaan investasi jaringan yang sudah ada.
3. Untuk meningkatkan performansi untuk aplikasi-aplikasi yang sensitif terhadap delay, seperti Voice dan Video.
4. Untuk merespon terhadap adanya perubahan-perubahan pada aliran traffic di jaringan.

Nilai QoS dapat menurun karena beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan QoS atau faktor-faktor pengganggu jaringan adalah:

#### 1. Redaman

Redaman, yaitu jatuhnya kuat sinyal karena pertambahan jarak pada media transmisi. Setiap media transmisi memiliki redaman yang berbeda-beda, tergantung dari bahan yang digunakan. Untuk mengatasi hal ini, perlu digunakan repeater sebagai penguat sinyal. Pada daerah frekuensi tinggi biasanya mengalami redaman lebih tinggi dibandingkan pada daerah frekuensi rendah.

## 2. Distorsi

Distorsi, yaitu fenomena yang disebabkan bervariasinya kecepatan propagasi karena perbedaan bandwidth. Untuk itu, dalam komunikasi dibutuhkan bandwidth transmisi yang memadai dalam mengakomodasi adanya spektrum sinyal. Dianjurkan digunakan pemakaian bandwidth yang seragam, sehingga distorsi dapat dikurangi.

## 3. Noise

Noise adalah sinyal gangguan yang berbahaya, karena jika terlalu besar akan dapat mengubah data asli yang dikirimkan. Noise yang terjadi pada jaringan seperti : Thermal noise, Intermodulation noise, impulse noise, Crosstalk, Echo.

Dari hasil pengujian dalam menganalisa transmisi paket data dalam jaringan wifi didapatkan hasil sebagai berikut:



1. Throughput = (Paket Data Diterima)/(Waktu Pengiriman Data)

Paket Data Diterima : 40445394 byte

Waktu Pengiriman Data : 120,393 s

Maka :

Throughput = (40453594)/(120,393) = 336012,84 byte/s

x 8 = 2688102,72 = 2688k bits/s

- 1 bytes = 8 bit

2. Delay rata – rata = (Total Delay)/(Total Paket yang Diterima)

Total Delay = 15,81658

Total paket yang diterima = 39370

Maka :

Delay = (15,81658)/(39370) = 0,0004 = 0,4 ms

3. 
$$\frac{\text{Paket Loss}}{\text{Paket Data yang Dikirim}} \times 100\%$$

Paket Data Dikirim = 39370

Paket Data Diterima = 39370

Maka :

Packet Loss = ((39370 – 0) / 39370) x 100 % = 0%

Pengumpulan data traffic jaringan internet yaitu pada pukul 17:48 sampai 17:50 selama 2 menit. Pengujian QoS jaringan wifi internet dilakukan dengan cara pengambilan sampel ping ke router dan saat mengakses internet menggunakan tool wireshark. Didapatkan nilai throughput yaitu sebesar 2688k bits yaitu tergolong kualitas sangat memuaskan. Nilai Delay sebesar 0,4 ms tergolong sangat bagus. Nilai packet loss sebesar 0% tergolong sangat baik. Parameter packet loss tergolong sangat baik karena bernilai 0%, dimana Paket loss untuk aplikasi voice dan multimedia dapat ditoleransi sampai dengan 20% (standar ITU G.107) untuk single access point.

Cara menjaga dan meningkatkan nilai QoS adalah dengan menjaga utilitas jaringan, yaitu dengan mengklasifikasikan dan memprioritaskan setiap informasi sesuai dengan karakteristiknya masing-masing, contohnya adalah paket data yang bersifat sensitif terhadap delay tetapi tidak sensitive terhadap packet loss seperti VoIP, ada juga paket yang bersifat sensitive terhadap packet loss tetapi tidak sensitif terhadap delay seperti transfer data.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa Quality of Service (QoS) jaringan wifi rumah salah satu peneliti maka dapat diambil kesimpulan bahwa parameter delay jaringan wifi tersebut tergolong pada kualitas sangat bagus, parameter packet loss wifi tergolong pada kualitas sangat bagus sedangkan parameter throughput tergolong kualitas sangat memuaskan. Proses transfer data terjadi semakin cepat karena perubahan delay dan packet lost semakin besar.

#### V. SARAN

Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter lainnya seperti Jitter, Kuat Sinyal (Signal Strength), Noise, SNR (Signal to Noise Ratio).

#### REFERENSI

- [1] Sora N. 2017. "Pengertian WLAN Atau Wireless LAN", <http://www.pengertianku.net/2015/01/pengertian-wlan-atau-wireless-lan.html>, diakses pada 2 Desember 2021
- [2] Sukmandhani, Arief. 2020. "QoS (Quality of Services)", <https://onlinelearning.binus.ac.id/computer-science/post/qos-quality-of-services>, diakses pada 2 Desember 2021.
- [3] Anonym, 2021. Pengertian, Fungsi, Cara Kerja, Komponen WLAN, <https://bilabil.com/wireless-lan-adalah/>, diakses pada 15 November 2021
- [4] Jurnal Anonym, 2011. ANALISIS DAN PERANCANGAN WLAN, <https://eprints.akakom.ac.id/7501/4/BAB%20II%28revisi%29.pdf>, diakses pada 15 November 2021
- [5] Wahyudi R. Chaniago, Membangun Jaringan Wireless, <https://www.scribd.com/doc/72783569/Membangun-Jaringan-Wireless>, diakses pada 18 November 2021.
- [6] Anonym. 2020. "Pengertian Cisco Packet Tracer, Fungsi serta Kegunaannya",

- <https://www.mangladatech.com/2020/02/pengertian-cisco-packet-tracer-fungsi-kegunaannya.html>
- [7] f, diakses pada 2 Desember 2021 Erick, Luthfi. 2019. "Analisis Kinerja QoS (Quality of Service) Jaringan WLAN Ukhwahnet Pada Universitas Muslim Indonesia", <https://www.journal.unita.ac.id/index.php/inotek/article/download/513/425>, diakses pada 2 Desember 2021
- [8] Fahmi, Hasanul. 2018. "ANALISIS QOS (QUALITY OF SERVICE) PENGUKURAN DELAY, JITTER, PACKET LOST DAN THROUGHPUT UNTUK MENDAPATKAN KUALITAS KERJA RADIO STREAMING YANG BAIK", diakses pada 2 Desember 2021
- [9] Ryadi, Masagus. 2019. "Analisa Quality of Service (QoS) Layanan Indihome Dengan Menggunakan Jaringan Wireless LAN (WLAN)", [http://edocs.ilkom.unsri.ac.id/4523/1/09011381722086\\_Masagus%20Muhammad%20Fazri%20Safiq%20Ryadhi\\_tugas1\\_manjar\\_bukit.pdf](http://edocs.ilkom.unsri.ac.id/4523/1/09011381722086_Masagus%20Muhammad%20Fazri%20Safiq%20Ryadhi_tugas1_manjar_bukit.pdf), diakses pada 20 November 2021
- [10] Rendiriansyah. 2020. "Cara Mengukur dan Menghitung Delay, Jitter, Throughput dan Packet Loss", <https://www.rendiriansyah.com/2020/06/cara-mengukur-dan-menghitung-delay.html>, diakses pada 21 November 2021.
- [11] R.H, A. L. 2010. "Analisis dan Implementasi Quality of service (QoS) pada jaringan JARDIKNAS (jaringan pendidikan nasional)", [http://repository.amikom.ac.id/files/publikasi\\_05.11.0720.pdf](http://repository.amikom.ac.id/files/publikasi_05.11.0720.pdf), diakses pada 25 November 2021

