

SIMULASI QOS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN WIFI

Tito Ajisaka
titoajisaka@student.telkomuniversity.ac.id

Bagus Dwi Prasetyo
bagusdwiprasetyo@student.telkomuniversity.ac.id

M Hidayatullah Pratama
mhpratama@student.telkomuniversity.ac.id

Fauzanoyal Prandisyah
fauzanoyal@student.telkomuniversity.ac.id

Indhichwan Kamil Hadi Warsito
indhichwan@student.telkomuniversity.ac.id

M Zulvikar Fadlillah Kamil
zulvikar@student.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK– Jaringan yang baik harus memperhatikan kualitas layanan yang akan diberikan kepada pengguna. Ketika membangun sebuah jaringan harus memperhitungkan Quality of Service (QoS). Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran seberapa baik suatu layanan jaringan. parameter-parameter Quality of Service (QoS) yaitu throughput, delay, jitter, dan packet loss menurut standar TIPHON. Dalam simulasi menganalisis Quality of Service (QoS), kami mensimulasikan pembuatan suatu jaringan Wifi kantor, dengan membuat topologi jaringannya menggunakan aplikasi Cisco Packet Tracer. Selain itu, penggunaan server minisip untuk melakukan simulasi komunikasi VoIP dan simulasi menjalankan aplikasi lainnya untuk mengetahui seberapa bagus kualitas layanan jaringan yang disimulasikan. Oleh karena itu sangat diperlukan pengukuran untuk mengetahui seberapa baik kualitas layanan yang telah diberikan oleh Internet Service Provider (ISP). Hasil dari pengukuran Quality of Service (QoS) pada jaringan hotspot SMA Negeri XYZ dapat diketahui bahwa throughputnya sebesar “3,94 bps”, delay sebesar “0 ms”, Jitter sebesar “0 ms”, dan packet loss sebesar “11,46 %”. Maka dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan hotspot pada SMA Negeri XYZ menurut standar TIPHON masuk dalam kategori “Sedang”.

Kata kunci — Wireless LAN (WLAN), Quality of Services, Bandwidth, Jitter, Throughput.

I. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan terhadap kebutuhan informasi semakin berkembang pesat, dimana tidak hanya informasi berupa text dan gambar saja, tetapi juga melibatkan semua aspek multimedia yang ada, seperti video dan suara. Efisiensi dan keefektifan teknologi - teknologi multimedia yang ada sekarang ini diharapkan dapat membantu masyarakat, contoh teknologi yang dimaksud adalah teknologi streaming, game, dan VoIP. Teknologi diatas sangat sensitif terhadap kecepatan data real-time. Dengan memanfaatkan teknologi ini maka aktivitas akan menjadi lebih mudah, misalnya dalam memantau kondisi lalu lintas melalui *streaming*, bermain *game* tanpa adanya kendala dalam jaringan, serta melakukan panggilan video ataupun suara dengan lancar tanpa adanya delay dan sebagainya, serta kegiatan penting lainnya. Pada saat

sekarang ini banyak vendor yang memanfaatkan kesempatan ini sebagai sebuah layanan yang dapat digunakan untuk mendistribusikan digital video broadcast seperti YouTube, VoIP, dan saluran televisi.

Misalkan kita ambil contohnya yaitu *streaming video*, juga dikenal sebagai "media streaming" atau "Video online", adalah proses penyampaian video dan audio klip di atas protokol (IP) jaringan internet. Ada berbagai metode teknis untuk melakukannya, tapi poin terpenting adalah bahwa aliran video berasal dari server pusat, atau beberapa server, dan dikirimkan ke beberapa pengguna yang melihatnya pada komputer mereka, perangkat mobile atau televisi. Dengan melakukan analisis karakteristik lalu lintas data dalam rentang waktu tertentu dari user yang mengakses video streaming, maka unjuk kerja jaringan pada saat pengaksesan aplikasi web video streaming yang berjalan di atas protokol-protokol internet dapat diketahui. Salah satu unjuk kerja jaringan pada saat pengaksesan aplikasi web video streaming berupa parameter kerja jaringan atau biasa disebut QoS (*Quality of Service*). QoS adalah kemampuan penyediaan jaminan sumber daya (*resource*) dan perbedaan layanan pada berbagai jenis aplikasi sehingga performansi dari aplikasi yang sensitif terhadap delay, jitter, atau packet loss dapat memuaskan. Oleh karena itu dilakukanlah analisis parameter QoS terhadap aplikasi web video streaming yang on-demand yaitu YouTube,. Diharapkan analisis ini dapat membantu para pengambil keputusan (seperti administrator jaringan) dalam hal desain jaringan yang lebih baik kedepannya.

Makalah ini disusun sebagai berikut : Bagian 2 menunjukkan pengertian terperinci mengenai Qos, memberikan informasi latar belakang mengenai pengukuran QoS, tujuan QoS, manfaat, model - model monitoring QoS, dan parameter - parameter QoS, serta aplikasi/software yang digunakan dalam pengukuran QoS. Bagian 3 menggambarkan desain topologi, melakukan simulasi pengukuran QoS, dan menganalisis hasil dari simulasi pengukuran QoS. Akhirnya, pada bagian 4 memberikan beberapa kesimpulan dari hasil simulasi pengukuran QoS,

dan juga saran yang kami berikan jika ingin melakukan pengukuran Quality Of Service pada jaringan.

II. TINJAUAN LITERATUR

Pada bagian 2 ini akan menjelaskan secara terperinci dan detail mengenai QoS, tujuan dari QoS, manfaat, model - model monitoring QoS, dan parameter - parameter QoS, serta aplikasi/software yang digunakan dalam pengukuran QoS.

A. Definisi QoS

Quality of Service (QoS) atau Kualitas layanan adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kapabilitas jaringan, seperti Aplikasi jaringan, host, atau router untuk menyediakan layanan jaringan yang lebih baik dan lebih terencana yang memenuhi kebutuhan layanan. *Quality of Service* (QoS) adalah arsitektur ujung ke ujung dan bukan milik jaringan. QoS suatu jaringan berhubungan dengan kecepatan dan keandalan penyediaan berbagai jenis data dalam suatu komunikasi. QoS memungkinkan administrator jaringan untuk memprioritaskan lalu lintas tertentu. QoS memberikan kemampuan untuk mendefinisikan atribut layanan yang disediakan baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

QoS memiliki kemampuan elemen jaringan, seperti aplikasi jaringan, host, atau router, untuk memiliki beberapa jaminan bahwa elemen jaringan dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan[1]. Dan QoS juga menyediakan layanan yang berbeda untuk lalu lintas jaringan dengan kelas yang berbeda yaitu menyediakan layanan jaringan yang lebih baik dan terencana dengan bandwidth khusus, jitter, dan kemampuan kehilangan kehilangan latensi yang terkontrol[2]. *Quality of Service* (QoS) sangat memiliki kemampuan jaringan untuk memberikan layanan yang lebih baik untuk transit traffic. QoS digunakan untuk mengukur tingkat kualitas Internet TCP / IP atau koneksi jaringan intranet[3]. *Quality of Service* (QoS) adalah metode untuk mengukur kapasitas jaringan dan mencoba untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat suatu layanan[4]. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah ditentukan dan ditugaskan ke layanan.

B. Latar Belakang Pengukuran QoS

Dari sisi pengguna akan merasakan “Bad Experience” dalam menikmati layanan telekomunikasi seperti saat melakukan panggilan telepon (bisa jadi menggunakan teknologi VoIP) seringkali koneksi terputus ditengah, jaringan sedang sibuk sewaktu melakukan panggilan telepon, koneksi internet yang sewaktu-waktu buruk (RTO). Dari sisi Penyedia Layanan/Operator Telekomunikasi akan banyak komplain dari pelanggan jika koneksi sering tidak stabil, dan sebaliknya, apabila koneksi stabil dan minim masalah, akan berpengaruh juga terhadap peningkatan jumlah pelanggan baru.

Ada Standard Quality of Services (QoS) salah satunya adalah TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network) TR.101329.V2.1.1.1999-06 yang dikeluarkan oleh ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Nilai Quality of Service (QoS) berdasarkan standar QoS TIPHON yaitu sebagai berikut :

Nilai Indek	Presentase (%)	Kategori
3,8 - 4	95 - 100%	Sangat Baik
3 - 3,79	75 - 94,75%	Baik
2 - 2,99	50 - 74,75%	Sedang
1 - 1,99	25 - 49,75%	Buruk

Tabel 1. Standarisasi TIPHON

C. Tujuan dan Manfaat QoS

Tujuan dan manfaat daripada QoS itu sendiri adalah untuk memberikan prioritas untuk aplikasi-aplikasi yang kritis pada jaringan, untuk memaksimalkan penggunaan investasi jaringan yang sudah ada, untuk meningkatkan performansi untuk aplikasi-aplikasi yang sensitif terhadap delay, seperti Voice dan Video, untuk merespon terhadap adanya perubahan-perubahan pada aliran traffic di jaringan.

D. Model Monitoring Pada QoS

Model Monitoring QoS terdiri dari komponen monitoring application, QoS monitoring, monitor, dan monitored objects. Berikut penjelasannya :

Monitoring Application, Merupakan sebuah antarmuka bagi administrator jaringan. Komponen ini berfungsi mengambil informasi lalu lintas paket data dari monitor, menganalisisnya dan mengirimkan hasil analisis kepada pengguna. Berdasarkan hasil analisis tersebut, seorang administrator jaringan dapat melakukan operasi-operasi yang lain.

QoS Monitoring, Menyediakan mekanisme monitoring QoS dengan mengambil informasi nilai-nilai parameter QoS dari lalu lintas paket data.

Monitor, Mengumpulkan dan merekam informasi lalu lintas paket data yang selanjutnya akan dikirimkan kepada monitoring application. Monitor melakukan pengukuran aliran paket data secara waktu nyata dan melaporkan hasilnya kepada monitoring application.

Monitored Objects, Merupakan informasi seperti atribut dan aktivitas yang dimonitor di dalam jaringan. Di dalam konteks QoS monitoring, informasi-informasi tersebut merupakan aliran-aliran paket data yang dimonitor

secara waktu nyata. Tipe aliran paket data tersebut dapat diketahui dari alamat sumber (source) dan tujuan (destination) di layer-layer IP, port yang dipergunakan misalnya UDP atau TCP, dan parameter di dalam paket RTP.

E. Parameter Quality of Service

Throughput, Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second). Throughput adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Nilai Indeks	Throughput	Kategori
4	> 2 Mbps	Sangat Baik
3	700 - 2 Mbps	Baik
2	338 - 700 kbps	Sedang
1	0 - 338 kbps	Buruk

Tabel 2. Standarisasi Jitter

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

Nilai Indeks	Packet Loss (%)	Kategori
4	0%	Sangat Baik
3	3%	Baik
2	15%	Sedang
1	25%	Buruk

Tabel 3. Standarisasi Packet Loss

Delay (Latency), Delay (Latency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama.

Nilai Indeks	Delay (ms)	Kategori
4	<150 ms	Sangat Baik
3	150 s/d 300 ms	Bagus
2	300 s/d 450 ms	Sedang

1	>450 ms	Buruk
---	---------	-------

Tabel 4. Standarisasi Delay

Jitter atau Variasi Kedatangan Paket, Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan jitter.

Nilai Indeks	Jitter (ms)	Kategori
4	0 ms	Sangat Baik
3	75 ms	Baik
2	125 ms	Sedang
1	225 ms	Buruk

Tabel 5. Standarisasi Jitter

F. Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah simulator alat-alat jaringan Cisco yang sering digunakan sebagai media pembelajaran dan pelatihan, dan juga dalam bidang penelitian simulasi jaringan komputer. Program ini dibuat oleh Cisco Systems dan disediakan gratis untuk fakultas, siswa dan alumni yang telah berpartisipasi di Cisco Networking Academy. Tujuan utama 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 biasanya digunakan siswa Cisco Networking Academy melalui sertifikasi Cisco Certified Network Associate (CCNA). Dikarenakan batasan pada beberapa fitur, software ini digunakan hanya sebagai alat bantu belajar, bukan sebagai pengganti Cisco routers dan switches. Aplikasi ini hanya memiliki sejumlah kecil fitur yang ditemukan dalam realisasi perangkat keras yang berjalan saat ini. Dengan demikian, Packet Tracer adalah tidak cocok untuk pemodelan jaringan produksi. Aplikasi ini memiliki keterbatasan perintah, yang berarti hal ini tidak mungkin untuk praktek semua perintah IOS yang mungkin dibutuhkan untuk para mahasiswa yang sedang kebingungan mengerjakan analisis yang sangat sulit.

G. Wireshark

Wireshark adalah sebuah aplikasi *capture paket data* berbasis *open-source* yang berguna untuk memindai dan menangkap trafik data pada jaringan internet. Aplikasi ini pada umumnya digunakan sebagai alat *troubleshoot* pada jaringan yang sedang mengalami masalah, selain itu juga biasa digunakan untuk pengujian *software*, karena kemampuannya untuk membaca konten dari tiap paket trafik

data. Aplikasi ini sebelumnya dikenal dengan nama Ethereum. Namun karena permasalahan merek dagang, namanya yang semula Ethereum kemudian diubah menjadi Wireshark.

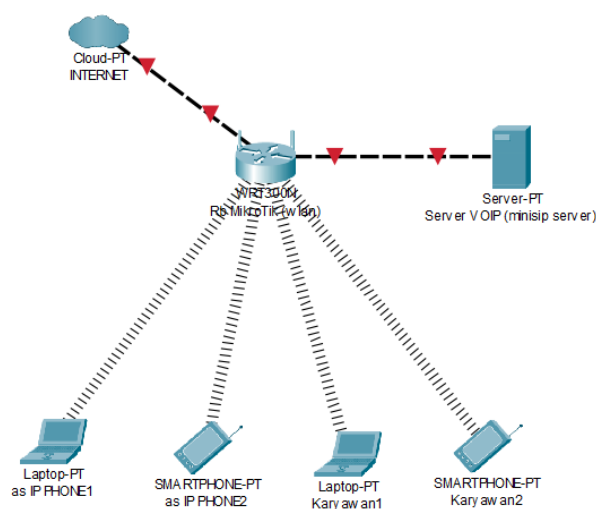
Wireshark mendukung banyak format file packet capture/trace termasuk cap dan erf. Selain itu, alat dekripsi yang terintegrasi di dalamnya juga mampu menampilkan paket - paket yang terenkripsi dari sejumlah protokol - protokol yang umum digunakan pada jaringan internet saat ini, termasuk WEP dan WPA/WPA2. Salah satu kemudahan dari penggunaan Wireshark adalah distribusi pengembangannya yang bersifat *cross-platform*, sehingga pengguna Linux dan Macintosh juga dapat menginstal dan menggunakan aplikasi ini.

III. PELAKSANAAN PENGUKURAN QOS

Pada bagian 3 ini akan memaparkan mengenai proses simulasi pengukuran Quality Of Service yang telah dilakukan.

A. Topologi Jaringan

Berikut ini adalah topologi jaringan yang digunakan dalam melakukan simulasi penghitungan Quality Of Service.



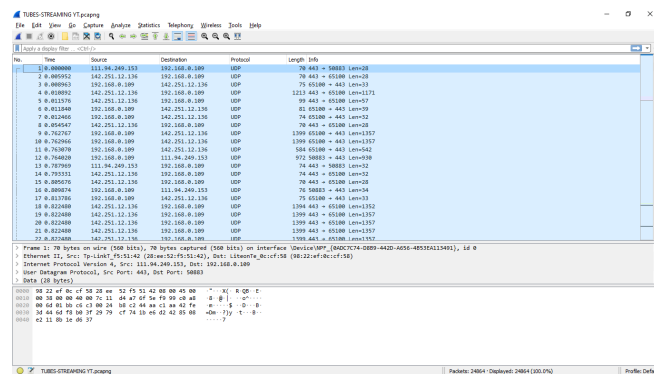
Gambar 1. Topologi yang digunakan

Topologi jaringan yang kami gunakan pada simulasi QoS ini yaitu adalah topologi jaringan STAR

B. Simulasi Wireshark

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa skenario pengambilan data dan dilakukan 5 kali pengambilan data dan akan dibandingkan dengan standar jaringan yang ada, yaitu dengan standar TIPHON. Dalam penelitian ini data yang diambil berupa sampel tertentu dan dilakukan secara random. Data yang diambil adalah throughput, delay, jitter, dan packet loss. Pengujian dilakukan dengan mengcapture paket sebanyak 5 kali dengan beda kondisi. Diantaranya adalah selama melakukan streaming video on-demand (dalam kasus ini digunakan platform Youtube), disaat

mendownload dan mengupload sebuah file di google drive, ketika melakukan panggilan VoIP, dan terakhir disaat melakukan video conference meeting.



Gambar 2. Simulasi Wireshark

C. Analisis Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil pengambilan data QoS (Quality of Service) diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut :

Throughput : Pengukuran *throughput* pada lima kondisi yang berbeda(streaming, download, upload, video conference, dan panggilan VoIP) memiliki hasil yang beragam. Dari kelima kondisi tersebut dihitung rata-rata nya agar dapat mengetahui kualitas *throughput* yang sesungguhnya dengan referensi tabel standarisasi *throughput*.

No	Kondisi	Throughput (bps)	Keterangan	
			Indeks	Kategori
1	Streaming Video	589k	2	Sedang
2	Panggilan VoIP	179k	1	Buruk
3	Download File	13M	4	Sangat Baik
4	Upload File	1689k	3	Baik
5	Vidconf meeting	1073k	3	Baik
Rata-rata Throughput		3306k	4	Sangat Baik

Tabel 6. Hasil Pengukuran Throughput

Berdasarkan tabel 6, hasil pengukuran *throughput* termasuk kedalam kategori sangat baik dengan rata-rata *throughput* nya adalah sekitar 3,3Mbps.

Delay : Pengukuran *delay* pada lima kondisi yang berbeda(streaming, download, upload, video conference, dan panggilan VoIP) memiliki hasil yang beragam. Dari kelima kondisi tersebut dihitung rata-rata nya agar dapat mengetahui besar *delay* yang sesungguhnya.

No	Kondisi	Delay (ms)	Keterangan	
			Indeks	Kategori
1	Streaming Video	0,012111457	4	Sangat Baik
2	Panggilan VoIP	0,009471936	4	Sangat Baik
3	Download File	0.000608147	4	Sangat Baik
4	Upload File	0.004394805	4	Sangat Baik
5	Vidconf meeting	0.006476344	4	Sangat Baik
Rata-rata Delay		0.006612537	4	Sangat Baik

Tabel 7. Hasil Pengukuran Delay

Berdasarkan tabel 7, hasil pengukuran *delay* termasuk kedalam kategori sangat baik dengan rata-rata *delay* nya adalah sekitar 0,0066 ms.

Packet loss : Pengukuran *Packet Loss* pada lima kondisi yang berbeda(streaming, download, upload, video conference, dan panggilan VoIP) memiliki hasil yang beragam. Dari kelima kondisi tersebut dihitung rata-rata nya agar dapat mengetahui besar *packet loss* yang sesungguhnya.

No	Kondisi	Packet Loss (%)	Keterangan	
			Indeks	Kategori
1	Streaming Video	0%	4	Sangat Baik
2	Panggilan VoIP	0%	4	Sangat Baik
3	Download File	0%	4	Sangat Baik
4	Upload File	0%	4	Sangat Baik
5	Vidconf meeting	0%	4	Sangat Baik
Rata-rata Packet Loss		0%	4	Sangat Baik

Tabel 8. Hasil Pengukuran Packet Loss

Berdasarkan tabel 8, hasil pengukuran *Packet Loss* termasuk kedalam kategori sangat baik dengan rata-rata *packet loss* nya adalah 0%.

Jitter : Pengukuran *Jitter* pada lima kondisi yang berbeda(streaming, download, upload, video conference, dan panggilan VoIP) memiliki hasil yang beragam. Dari kelima kondisi tersebut dihitung rata-rata nya agar dapat mengetahui besar *Jitter* yang sesungguhnya.

No	Kondisi	Jitter (ms)	Keterangan	
			Indeks	Kategori
1	Streaming Video	-1.69E-08	4	Sangat Baik
2	Panggilan VoIP	2,90E-02	4	Sangat Baik
3	Download File	5,69E-01	4	Sangat Baik
4	Upload File	3,22E-02	4	Sangat Baik
5	Vidconf meeting	4,79E-02	4	Sangat Baik
Rata-rata Jitter		0,13555866	4	Sangat Baik

Tabel 9. Hasil Pengukuran Jitter

Berdasarkan tabel 9, hasil pengukuran *Jitter* termasuk kedalam kategori sangat baik dengan rata-rata *Jitter* nya adalah sekitar 0,1355 ms.

Dari hasil pengukuran Quality of Service (QoS) di dapat hasil throughput 3,3Mbps dengan kategori “Sangat Baik”, delay 0,0066 ms dengan kategori “Sangat Baik”, jitter 0,1355 ms dengan kategori “Sangat Baik”, dan packet loss 0% dengan kategori “Sangat Baik” seperti pada tabel 10.

No	Quality of Service (QoS)	Keterangan	
		Indeks	Kategori
1	Throughput	4	Sangat Baik
2	Delay	4	Sangat Baik
3	Packet Loss	4	Sangat Baik
4	Jitter	4	Sangat Baik
Rata-Rata Indeks		4	Sangat Baik

Tabel 10. Hasil Indeks Quality of Service

Berdasarkan standarisasi TIPHON untuk kategori nilai “Sangat Baik” jika nilai QoS 3,8 – 4, “Bagus” jika nilai QoS 3 – 3,79, “Sedang” jika nilai QoS 2 – 2,99 dan “Jelek” jika nilai QoS 1 – 1,99. Dari tabel 10 indeks Quality of Service menurut standar TIPHON didapat hasil 4 dengan kategori “Sangat Baik”

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *Quality of Service (QoS)* di jaringan wifi sebuah kantor, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran *Quality of Service (QoS)* pada jaringan wifi kantor dilakukan dengan tool wireshark dan beberapa parameter *QoS* yang digunakan yaitu throughput, delay, jitter, dan packet loss.

2. Pengukuran *Quality of Service (QoS)* di dapat hasil throughput 3,3Mbps dengan kategori “Sangat Baik”, delay 0,0066 ms dengan kategori “Sangat Baik”, jitter 0,1355 ms dengan kategori “Sangat Baik”, dan packet loss 0% dengan kategori “Sangat Baik”.

3. Hasil pengukuran *Quality of Service (QoS)* pada jaringan wifi kantor menurut standar TIPHON didapat hasil 4 dengan kategori “Sangat Baik”

B. Saran

Alokasi *bandwidth* yang diberikan kepada setiap user sudah sama rata, sehingga tidak menyebabkan berbagai intervensi yang signifikan yang dapat membuat *QoS* jaringan tersebut menjadi buruk. Terlebih lagi dari pihak ISP sudah menyediakan kualitas layanan internet yang sangat baik mengingat hasil pengukuran *QoS* yang didapatkan juga mendapatkan kategori sangat baik. Sebaiknya perangkat yang tersambung dapat dibatasi jumlahnya agar tidak menimbulkan kualitas jaringan yang buruk akibat pembagian *bandwidth* yang sudah sangat banyak kepada user.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Irawati, Indrarini Dyah, dkk. Jaringan Komputer dan Data Lanjut. Yogyakarta: Deepublish, 2015.

[2] Imam Prawito, Agus, “Manajemen Bandwidth Menggunakan Simple Queue Pada Jaringan Internet Sistem Kuota Di IAIN Palopo”. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik. Vol. 1, No.1, 2017.

[3] Fadhilah, Nurul., dkk, “Analisa Performansi Qos Layanan Video Streaming Pada Jaringan Mpls-Diffserv Dan Mpls-Intserv”. Elektro Dan Telekomunikasi Terapan. Vol 5 No 1, 2018.

[4] Kadafi, Muamar, “Analisis Rogue DHCP Packets Menggunakan Wireshark Network Protocol Analyzer”. Citec Journal, Vol. 2, No. 2, 2015.

[5] ETSI TR.101329.V2.1.1. 1999-06. Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network); General aspects of Quality of Service (QoS). https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v020101p.pdf Diakses pada tanggal 15 Juni 2019.

[6] Madcoms, Sistem jaringan komputer untuk pemula. Yogyakarta: andi offset, 2010.

[7] A. Kurniawan, Network Forensics: Panduan Analisis dan Investigasi Paket Data Jaringan menggunakan Wireshark, Yogyakarta: Andi, 2012.

[8] Syahrul Anwar, Dede, “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Jaringan Pelanggan Indihome Berbasis Web Di PT.Telkom Cabang Singaparna”, Voice Of Informatics (VOI), Vol. 6, No. 2, 2017.