

ANALISIS QoS DAN QoE PADA VIDEO PEMBELAJARAN ONLINE DI INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO (ITTP)

Kholidiyah Masykuroh^{*}), Afifah Dwi Ramadhani dan Nanda Iryani

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D.I. Panjaitan No. 128, Purwokerto Kidul, Kabupaten Banyumas 53147, Indonesia

^{*}E-mail: kholidiyah@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Penyebaran *Corona Virus Disease* (COVID-19) berdampak pada pembatasan ruang gerak manusia, termasuk dunia pendidikan. Kegiatan belajar mengajar beralih, dari tatap muka menjadi secara online. Kebiasaan baru dengan belajar dari rumah atau *Learning from Home* (LFH) harus didukung dengan kualitas jaringan bagus yang diukur melalui parameter *Quality of Service* (QoS). Selain itu, kondisi jaringan yang bagus tentunya sesuai dengan kualitas layanan yang diterima oleh pengguna (*end user*), berdasar parameter *Quality of Experience* (QoE). Pengukuran dengan QoE merupakan hal baru. QoS mengukur kualitas jaringan secara objektif dengan menggunakan formula, sedangkan QoE mengukur secara subjektif berdasarkan pengalaman pengguna. Parameter-parameter QoS yang digunakan meliputi *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Sedangkan parameter QoE yang digunakan adalah *Mean Opinion Score* (MOS). Berdasarkan hasil pengujian dari video pembelajaran online, diperoleh variasi nilai *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut masih berada pada nilai standar yang digunakan *International Telecommunication Union for Telecommunication* (ITU-T). Nilai QoS yang diperoleh meliputi: *throughput* = 1,104 Kbps, *packet loss* = 2,3 %, *delay* = 13,45 ms, dan *jitter* = 24,48 ms. Sedangkan berdasarkan survei yang dilakukan pada 46 mahasiswa Institut Teknologi Telkom Purwokerto (ITTP) didapatkan hasil MOS menunjukkan bahwa video pembelajaran online memiliki kualitas yang bagus.

Kata kunci: QoS, QoE, MOS, Video Pembelajaran Online

Abstract

The spread of the Corona Virus Disease (COVID-19) impacts various aspects of life including education. The teaching change from face-to-face teaching to online learning. New habits by Learning from Home (LFH) must be supported by good network quality reflected by Quality of Service (QoS). Good network condition eventually offers quality of service received by end-users, measured by Quality of Experience (QoE). Measurement with QoE is new. QoS measures network quality objectively using formula, while QoE measures it subjectively based on users' experience. The QoS parameters used include throughput, packet loss, delay, and jitter. Meanwhile, the QoE parameter used is the Mean Opinion Score (MOS). Based on the online learning video's test results, the variation in values for both throughputs, packet loss, delay, and jitter is obtained. The test results show that these parameters are still within the International Telecommunication Union's standard values for Telecommunication (ITU-T). The QoS values obtained include: throughput = 1.104 Kbps, packet loss = 2.3%, delay = 13.45 ms, and jitter = 24.48 ms. Meanwhile, based on a survey conducted on 46 students and female students at the Telkom Purwokerto Institute of Technology (ITTP), the MOS results showed that online learning videos were of good quality.

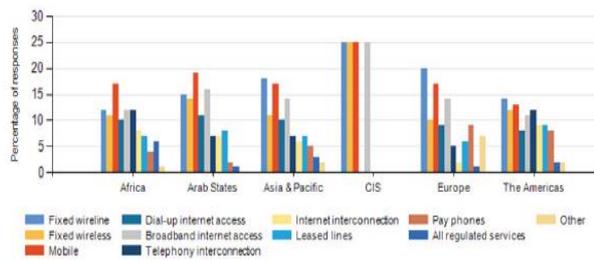
Keywords: QoS, QoE, MOS, Online Learning Video

1. Pendahuluan

Pandemi COVID-19 yang menyebar ke seluruh dunia, menyebabkan perubahan kebiasaan dalam proses belajar mengajar. Hal ini ditunjukkan dengan perubahan dari sistem pembelajaran konvensional dengan tatap muka menjadi sistem pembelajaran online atau daring [1]. Dalam rangka mendukung kegiatan belajar mengajar secara online

perlu dilakukan pengamatan terhadap kualitas jaringan yang digunakan. *Quality of Service* (QoS) dapat diartikan sebagai kemampuan dalam mengontrol mekanisme lalu lintas didalam jaringan sehingga memenuhi kebutuhan layanan dari aplikasi tertentu. Kualitas jaringan dianalisis menggunakan parameter-parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi perhitungan *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter* [2] [3].

ITU-T telah memonitor sedikitnya 158 negara-negara di dunia. Seperti hasil rekaman pembicaraan dengan persyaratan QoS yang diterapkan pada layanan suara yang disediakan oleh operator telekomunikasi. Akan tetapi saat ini pemerintah menggabungkan persyaratan QoS minimum untuk layanan data melalui *Internet Access Service* (IAS). Subjek layanan untuk pengamatan QoS dari berbagai wilayah di dunia pada tahun 2016 ditunjukkan dalam Gambar 1 [4].



Source: ITU Telecommunications/CT Regulatory Database (total country responses: 145)

Gambar 1. Pemantauan Quality of Service (QoS) sedunia berdasar survei ITU-T [4]

Pengamatan QoS tersebut berkaitan dengan regulasi yang diterapkan. Hal ini penting dikarenakan karena pemerintah sebagai regulator diharapkan memiliki aturan yang dapat mengatur standar layanan yang melalui jaringan telekomunikasi. Saat ini, pemerintah Indonesia masih belum memiliki standar QoS yang berlaku untuk seluruh layanan [5]. Selain analisis parameter-parameter QoS di jaringan pendukung kegiatan belajar online, dilakukan juga pengamatan di sisi penerima. *Quality of Service* (QoE) digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari sisi pengguna pada layanan tertentu contohnya jaringan atau dapat diartikan sebagai evaluasi pengalaman dari pengguna ketika berinteraksi dengan teknologi tertentu [6].

Penelitian ini berfokus pada pengamatan QoS dan QoE. QoS sebagai parameter pengukur kualitas video *streaming* di jaringan telekomunikasi dimana parameter yang diukur yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*. Sedangkan QoE sebagai standar pengukur kualitas video *streaming* dipenerima (*end user*). Pengukuran dilakukan dengan melakukan survei mengenai kualitas dari video pembelajaran online. Parameter yang digunakan adalah *Mean Opinion Score* (MOS).

IT Telkom Purwokerto menerapkan sistem pembelajaran online selama pandemi COVID-19 berlangsung. Sistem pembelajaran online diterapkan secara sinkron dan asinkron. Sinkron merupakan sistem pembelajaran online langsung bertatap muka dengan Dosen Pengampu mata kuliah. Sedangkan sistem pembelajaran asinkron adalah sistem pembelajaran secara tidak langsung bertatap muka dengan Dosen Pengampu. Sistem pembelajaran asinkron

tersebut dilengkapi dengan video-video pembelajaran online. Sebagian besar Dosen di IT Telkom Purwokerto menggunakan Youtube sebagai media pembelajaran online. Youtube dilengkapi dengan fitur unggah video, sehingga mahasiswa dapat mengakses video pembelajaran online tersebut dari rumah melalui jaringan internet. Pada penelitian ini, dilakukan pengamatan QoS dan QoE untuk mengukur kualitas video pembelajaran online.

2. Dasar Teori

2.1. Quality of Service (QoS)

ITU Rec. E.800 mendefinisikan QoS sebagai keseluruhan karakteristik layanan telekomunikasi yang berkaitan dengan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan pengguna layanan yang dinyatakan dan tersirat. ETSI mendefinisikan QoS dari perspektif jaringan sebagai kemampuan untuk membagi lalu lintas atau membedakan antara jenis lalu lintas agar jaringan memperlakukan lalu lintas tertentu secara berbeda dari yang lain. Dan dari ISO didefinisikan sebagai totalitas karakteristik dari suatu entitas yang menanggung kemampuannya untuk memenuhi kebutuh yang dinyatakan dan terisrat (ISO 8402) [4].

Quality of Service (QoS) didefinisikan sebagai acuan seberapa baik suatu jaringan dalam memberikan layanan pada trafik data tertentu. QoS menjadi tantangan ketika mengirimkan sebuah data melalui jaringan berbasis IP dan internet. Beberapa masalah yang dapat timbul ketika mengirimkan data melalui jaringan berbasis IP atau internet adalah rendahnya *bandwidth* dari jaringan itu sendiri, adanya *buffering*, *delay*, dan lain-lain [4] [7]. Parameter QoS yang diamati adalah *delay*, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss* [5].

a. Throughput

Throughput adalah kecepatan transfer data yang diukur dalam bps. *Throughput* berkaitan dengan *bandwidth* karena bisa dianggap sebagai kondisi *bandwidth* yang sebenarnya. Ketika pengiriman data lebih cepat daripada *bandwidth* yang tersedia, maka akan terjadi *congestion* yang mempengaruhi kualitas data yang akan diterima. *Throughput* dapat dihitung dengan membagi antara jumlah paket yang diterima dengan lama pengamatan dalam satuan waktu [8] [9].

b. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak dari pengirim ke penerima. *Delay* dapat terjadi karena beberapa faktor seperti proses pemaketan data, propagasi dan banyaknya komponen yang mengkasas. Untuk menghitung *delay* dapat menggunakan persamaan (1). Standar ITU-T G.1010 mengkategorikan *delay* seperti pada Tabel 1 [8] [10].

$$delay = \frac{\text{waktu antar paket}}{\text{jumlah paket}} \quad (1)$$

Tabel 1. Standar Delay Berdasarkan ITU-T G.1010

Delay (ms)	Quality
< 150	Very Good
150 – 300	Good
300 – 450	Enough

c. Jitter

Jitter adalah variasi kedatangan paket yang diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, pengolahan data, dan waktu rekonstruksi paket-paket di dalam penerima. Jitter dapat menyebabkan kehilangan data khususnya pada transmisi kecepatan tinggi. Kategori jitter ditunjukkan pada Tabel 2. Semakin kecil nilai jitter menunjukkan nilai QoS pada suatu jaringan akan semakin baik. Untuk menghitung besar jitter dapat menggunakan persamaan (2) [4-6].

$$jitter = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{jumlah paket} - 1} \quad (2)$$

Dimana total variasi delay merupakan jumlah dari selisih tiap nilai delay sesuai pada persamaan (3).

$$\text{total variasi delay} = |delay2 - delay1| + |delay3 - delay2| + \dots + |delay(n) - delay(n - 1)| \quad (3)$$

Tabel 2. Standar Jitter Berdasarkan TIPHON

Jitter (ms)	Quality
0	Very Good
0 – 75	Good
76 – 125	Enough
126 – 225	Poor

d. Packet Loss

Packet loss adalah kegagalan transmisi paket ketika mencapai tujuan. Penyebab kegagalan atau hilangnya paket di sisi penerima adalah adanya overload trafik dalam jaringan, congestion dalam jaringan, kesalahan dalam media fisik, dan adanya overflow pada kapasitas buffer [2]. Kategori packet loss ditunjukkan pada Tabel 3 [9].

Tabel 3. Standar Packet Loss Berdasarkan ITU-T G.1010

Packet Loss (%)	Quality
0	Very Good
5	Good
15	Enough
25	Poor

2.2. Quality of Experience (QoE)

ITU-T Study Group 12 mendefinisikan QoE sebagai tingkat kesukaan atau gangguan pengguna suatu aplikasi atau layanan. Hal yang sama dengan rekomendasi ITU-T mendefinisikan QoE menjadi dua istilah baru, yaitu [4]:

- a. Faktor yang mempengaruhi QoE: hal ini termasuk jenis dan karakteristik aplikasi atau layanan, konteks penggunaan, harapan pengguna, sehubungan dengan aplikasi atau layanan dan pemenuhannya, latar belakang budaya pengguna, masalah sosial ekonomi, profil psikologis, keadaan emosional pengguna, dan faktor lain yang jumlahnya kemungkinan akan bertambah dengan penelitian lebih lanjut.
- b. Penilaian QoE: hal ini berkaitan dengan proses mengukur atau memperkirakan QoE untuk sekumpulan pengguna aplikasi atau layanan dengan prosedur khusus, dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi (mungkin dikontrol, diukur, atau dikumpulkan dan dilaporkan). Keluaran proses dapat berupa nilai skalar representasi multi-dimensi dari hasil, dan/atau deskriptor verbal. Semua penilaian QoE harus disertai dengan deskripsi faktor-faktor yang mempengaruhi yang disertakan. Penilaian QoE dapat digambarkan sebagai komprehensif jika mencakup banyak faktor spesifik, misalnya sebagian besar faktor yang diketahui. Oleh karena itu, penilaian QoE terbatas hanya akan mencakup satu atau sejumlah kecil faktor.

QoE berhubungan dengan evaluasi pengalaman pengguna dalam menggunakan teknologi dan entitas bisnis untuk memberikan kepuasan pada end-user. Berdasarkan ITU, QoE didefinisikan sebagai penerimaan keseluruhan dari sebuah aplikasi atau layanan seperti yang dirasakan secara subjektif oleh pengguna. Pengukuran QoE dapat dilakukan baik secara subjektif maupun objektif. Pengujian secara subjektif melibatkan pengumpulan data langsung dari pengguna contohnya dengan menggunakan rating pengguna. Standar yang digunakan adalah rekomendasi ITU-T P.800 dimana metode untuk mengukur QoE pengguna berdasarkan skor Mean Opinion Standard (MOS) [11] [6]. MOS digunakan untuk penilaian kualitas suara atau video secara subjektif dimana pengguna menilai berdasarkan Absolute Category Rating Scale (ACR). Skala ACR dikategorikan dalam 5 jenis yaitu 5 untuk excellent, 4 untuk very good, 3 untuk good, 2 untuk fair, dan 1 untuk poor [6]. Sedangkan secara objektif, metode yang umum digunakan adalah Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Structural Similarity Metric (SSIM), SSIMplus, Video Quality Model, dan Natural Image Quality Evaluator (NIQE). Tabel 4 menunjukkan kategori Mean Opinion Score (MOS) yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4. Mean Opinion Score (MOS)

MOS	Quality	Perception	PSNR (dB)
5	Excellent	Imperceptible	> 37
4	Good	Perceptible	31 – 37
3	Fair	Slightly annoying	25 – 31
2	Poor	Annoying	20 – 25
1	Bad	Very annoying	< 20

2.3. User Datagram Protocol (UDP)

Ada banyak cara untuk mengetahui karakter dari sebuah jaringan: berdasarkan topologinya (*point-to-point, broadcast*); topologi fisik (*hub-and-spoke, bus, ring*); media transmisi (*wired, wireless, fixed, mobile*); kecepatan; dan termasuk berdasarkan protokol transmisi [5]. *User Datagram Protocol (UDP)* merupakan bagian dari rangkaian TCP/IP yang menyediakan layanan lapisan transportasi penuh ke aplikasi. UDP menyediakan koneksi antara dua proses di kedua ujung transmisi. Koneksi ini disediakan dengan *overhead* minimal, tanpa kontrol atau *acknowledgment* dari data yang diterima. Minimal *error control* disediakan dengan *dropping* paket yang diterima yang gagal dalam *checksum test* [12]. UDP distandarisasi oleh Internet Society, yang merupakan organisasi nirlaba internasional independen. Informasi lengkap standar UDP diterbitkan oleh RFC Editor [12]. Cara kerja protocol UDP ditunjukkan pada contoh berikut. Misalkan ada suatu *client* dan *server*. *Layer network* memungkinkan *client* berkomunikasi ke *server*. Ketika *server* yang menggunakan protocol UDP diaktifkan oleh sebuah *host*, *server* akan meregistrasi nomor *port*. *Port* ini digunakan oleh sisi *client* untuk akses ke server menggunakan protocol UDP. Gambar 2 menunjukkan penggunaan nomor *port* pada UDP. Ketika *client* mengirimkan sebuah *request* maka akan dikenali dari nomor port 1234 pada *host client* dan ditujukan ke nomor port 5678 pada *host server*. Saat *server reply* maka *server* akan mengirim balasan yang berasal dari port 5678 di *host server* dan ditujukan ke port 1234 pada *host client* [13].



Gambar 2. Cara Kerja Protokol UDP

Berbagai media transportasi jaringan akses dapat digunakan untuk menghubungkan terminal IP TIPHON dengan jaringan IP backbone. Contoh metode yang dapat digunakan untuk lapisan akses IP adalah: LAN Access, PSTN Access, xDSL Access, dan GSM Access. Video streaming umumnya menggunakan xDLS Access untuk akses ke jaringan backbone. Protokol yang bekerja untuk mendukung sambungan koneksi tersebut adalah *User Datagram Protocol (UDP)* [14]. *User Datagram Protocol (UDP)* ditetapkan untuk menyediakan sebuah mode datagram dari *packet-switched* komunikasi komputer di lingkungan jaringan komputer yang saling berhubungan. Protokol ini mengasumsikan bahwa *Internet Protocol (IP)* digunakan sebagai protokol yang mendasari [15].

3. Metode Penelitian

3.1. Diagram Alir Penelitian

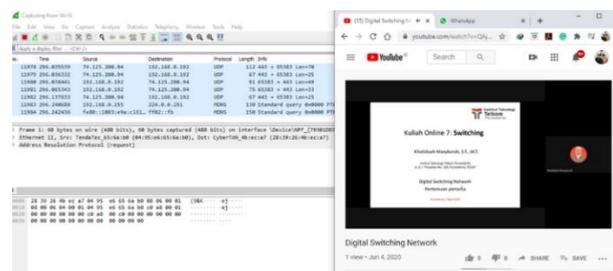


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3 menunjukkan proses pengujian. Pada pengujian yang dilakukan, pengguna mengakses sebuah video dari Youtube secara *streaming*. Secara bersamaan, pengguna melakukan perekaman data menggunakan Wireshark. Data log yang telah tersimpan di Wireshark kemudian difilter terlebih dahulu sesuai dengan alamat IP laptop dan alamat IP Youtube, serta jenis protokol yang digunakan yaitu UDP. Data yang sudah difilter kemudian diolah dan dihitung nilai *throughput, packet loss, delay, dan jitter*. Video yang diamati merupakan video pembelajaran online yang diunggah di Youtube.

3.2. Wireshark

Wireshark merupakan *software* yang digunakan untuk mengamati parameter-parameter *Quality of Service (QoS)* yaitu *throughput, packet loss, delay, dan jitter*. Video yang digunakan dalam pengamatan adalah video pembelajaran online yang diunggah di Youtube. Gambaran mengenai proses *capturing* data dengan Wireshark ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Capturing data streaming dari Youtube

Protokol yang digunakan dalam penelitian ini hanya protokol UDP. Contoh pengambilan nilai *throughput* dapat dilihat pada Gambar 5. Tampilan berikut ini dapat diperoleh dengan membuka menu *file* kemudian memilih *tab capture file properties*. Nilai *packet loss* dapat dilihat pada bagian *displayed* untuk pengukuran packets, nilai yang tertera 1.9%. Sedangkan untuk nilai *throughput* dapat dilihat pada bagian kolom *displayed* dan baris *average* bits/s, tertera 676 kbps.

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	47798	893 (1.9%)	—
Time span, s	2548.720	2525.083	—
Average pps	18.8	0.4	—
Average packet size, B	1130	239	—
Bytes	54030239	213452 (0.4%)	0
Average bytes/s	21 k	84	—
Average bits/s	169 k	676	—

Gambar 5. Pengambilan nilai throughput di Wireshark

3.3. Pengambilan Data Quality of Experience (QoE)

Quality of Experience (QoE) adalah parameter penilaian secara subjektif. Penilaian subjektif adalah nilai yang diberikan langsung oleh pengguna (*user*) terhadap kualitas video pembelajaran online. Pengukuran QoE dilakukan dengan menyebarkan formulir survei ke mahasiswa dan mahasiswi IT Telkom Purwokerto. Formulir survei dalam penelitian ini dibuat dengan menggunakan aplikasi Google Form. Google Form yang digunakan untuk survei dapat diakses melalui link berikut: <https://forms.gle/42AkLAEnCdHZbgwR8>. Tabel 5 menunjukkan contoh pertanyaan yang diajukan pada mahasiswa/mahasiswi di lingkungan IT Telkom Purwokerto. Mahasiswa/mahasiswi diminta untuk memilih 1 dari 5 pilihan jawaban dari 8 soal yang diajukan. Setiap jawaban memiliki poin tersendiri mulai dari 1 sampai dengan 5. Pilihan STS (Sangat Tidak Setuju) diberikan poin 1, TS (Tidak Setuju) diberikan poin 2, C (cukup) diberikan poin 3, S (setuju) diberikan poin 4, dan SS (Sangat Setuju) diberikan poin 5. Kuisioner telah diisi oleh 46 mahasiswa/mahasiswi sebagai sampel dari pengguna video pembelajaran online. Hasil dari kuisioner akan dijelaskan dalam Bagian 4 Hasil dan Analisis di bagian Quality of Experience (QoE).

Tabel 5. Contoh Pertanyaan Survei

No.	PERNYATAAN	STS	TS	C	S	SS
1.	Saat pembelajaran daring, media menonton video melalui Youtube efektif dalam belajar mandiri ?					
2.	Saat pembelajaran daring, media video membantu dalam proses belajar mandiri?					
3.	Kualitas video yang ditonton menggambarkan isi materi perkuliahan?					
4.	Kualitas bahan ajar dengan sistem daring berkualitas?					
5.	Koneksi yang digunakan saat pembelajaran daring adalah WiFi					
6.	Koneksi yang digunakan saat pembelajaran daring adalah jaringan seluler HP?					
7.	Video pembelajaran diupload melalui Youtube?					
8.	Video pembelajaran diupload melalui e-learning?					

Keterangan:

- STS : Sangat Tidak Setuju.
- TS : Tidak Setuju
- C : Cukup
- S : Setuju
- SS : Sangat Setuju

4. Hasil dan Analisis

4.1. Perhitungan Quality of Service (QoS)

Pada penelitian ini, video dari Youtube diakses secara streaming dengan menggunakan jaringan WiFi yang tersedia. Lalu lintas data dicapture menggunakan Wireshark. Data log yang telah tersimpan di Wireshark kemudian difilter terlebih dahulu sesuai dengan alamat IP laptop dan alamat IP Youtube, serta jenis protokol yang digunakan yaitu UDP. Data yang sudah difilter kemudian diolah dan dihitung nilai throughput, packet loss, delay, dan jitter. Hasil yang diperoleh dari pengamatan video pembelajaran online, yaitu:

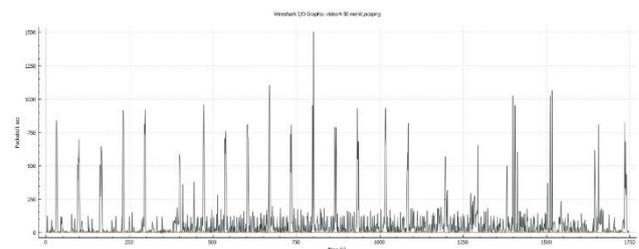
a. Pengujian Video 1

Pengujian Video 1 dilakukan dengan skenario sebagai berikut: adapter WiFi yang digunakan Wireless LAN. Waktu pengamatan dilakukan pada siang hari. IP address laptop 10.212.4.164 dan IP address Youtube 174.125.200.189. Kecepatan upload 3,23 Mbbs dan download 18,60 Mbbs. Durasi video 29 menit 11 detik. Berdasarkan skenario tersebut diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian pada Video 1

Nama	Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Video 1	1,104	2,3	13,45	24,84

Berdasarkan hasil pada Tabel 6, pada Video 1 proses pengiriman paket antara komputer dengan server Youtube diperoleh throughput 1,104 Kbps, packet loss sebesar 2,3%, delay sebesar 13,45 ms dan jitter sebesar 24,84 ms. Jika dikategorikan dalam standar ITU-T G.1010 maka parameter packet loss pada kategori sangat baik, delay berada pada kategori sangat baik, parameter jitter berada pada kategori baik. Keempat parameter berada diambang batas dari standar ITU yang digunakan sebagai referensi. Paket-paket data yang diperoleh dari pengamatan menggunakan Wireshark, difilter berdasarkan nilai IP address laptop dan IP address Youtube. Selain itu, jenis protokol yang diamati hanya menggunakan protokol UDP. Grafik filter dari hasil filter tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Dapat diamati pada Gambar 6 bahwa maksimal 1500 paket yang terkirim per detik.



Gambar 6. Filtered Packet

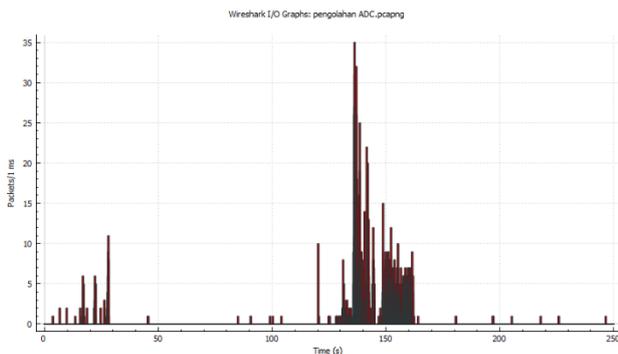
b. Pengujian Video 2

Pengujian Video 2 dilakukan dengan skenario sebagai berikut: adapter WiFi yang digunakan Wireless LAN. Waktu pengamatan dilakukan pada siang hari. IP address laptop 10.212.6.252 dan IP address Youtube 172.217.194.93. Kecepatan *upload* 3,54 Mbbs dan *download* 16 Mbbs. Durasi video 46 menit 16 detik. Berdasarkan skenario tersebut diperoleh hasil seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian pada Video 2

Nama	Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Video 2	1.968	0,2	2,165	6,421

Berdasarkan hasil pada Tabel 7, pada Video 2 proses pengiriman paket antara komputer dengan server Youtube diperoleh *throughput* 1,968 Kbps, *packet loss* sebesar 0,2%, *delay* sebesar 2,165 ms dan *jitter* sebesar 6,421 ms. Jika dikategorikan dalam standar ITU-T G.1010 maka parameter *packet loss* pada kategori sangat baik, *delay* berada pada kategori sangat baik, parameter *jitter* berada pada kategori baik. Keempat parameter berada diambang batas dari standar ITU yang digunakan sebagai referensi. Paket-paket data yang diperoleh dari pengamatan menggunakan Wireshark, difilter berdasarkan nilai IP address laptop dan IP address Youtube. Selain itu, jenis protokol yang diamati hanya menggunakan protokol UDP. Grafik filter dari hasil filter tersebut dapat dilihat pada Gambar 7. Dapat diamati pada Gambar 7 bahwa maksimal 35 paket terkirim per satu mili detik.

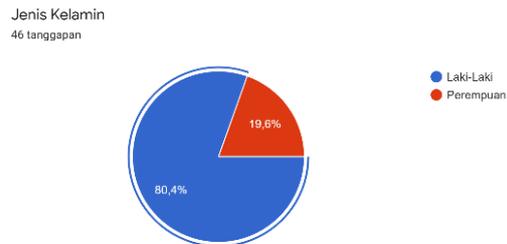


Gambar 7. Filtered Packet

4.2. Perhitungan Quality of Experience (QoE)

Pada penelitian ini dilakukan survei pada mahasiswa/mahasiswi di lingkungan ITTP sebagai pengguna video pembelajaran online. Survei dilakukan guna mengetahui kualitas dari video pembelajaran. Survei ini telah diisi oleh 46 mahasiswa/mahasiswi IT Telkom Purwokerto. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa kualitas video pembelajaran online bergantung pada jenis akses internet yang digunakan. Mayoritas mahasiswa

memilih WiFi sebagai media akses internet. Selain itu, video pembelajaran online sudah cukup mempresentasikan materi bahan ajar sesuai dengan mata kuliah yang diambil. Mahasiswa sebagian besar memilih E-learning sebagai media pembelajaran online. Survei lebih banyak diisi oleh mahasiswa daripada mahasiswi, dengan komposisi 82, 2% mahasiswa dan 17,8% mahasiswi. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 8.



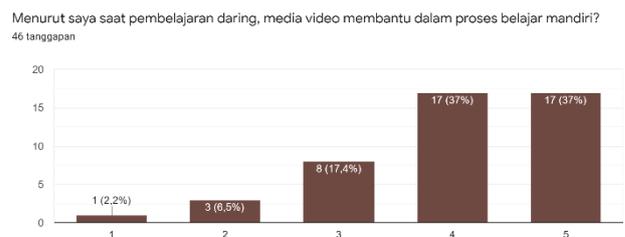
Gambar 8. Komposisi Responden

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP setuju apabila pembelajaran daring melalui video yang diunggah di Youtube, seperti ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Efektivitas Video Pembelajaran Online Melalui Youtube

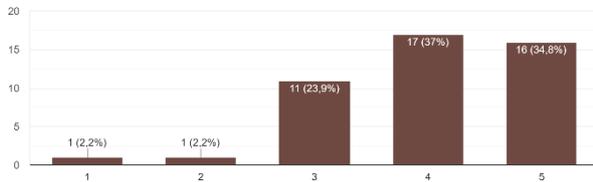
Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP setuju dan sangat setuju apabila video pembelajaran membantu proses belajar secara mandiri, seperti ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Video Pembelajaran Online Membantu Proses Belajar Mandiri

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP setuju dan sangat setuju apabila video pembelajaran menggambarkan isi materi perkuliahan, seperti ditunjukkan dalam Gambar 11.

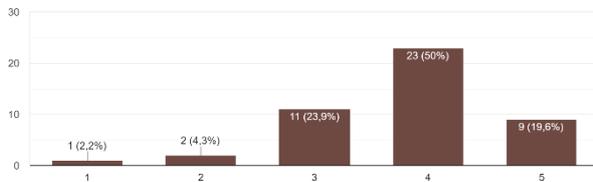
Menurut saya, kualitas video yang ditonton menggambarkan isi materi perkuliahan
46 tanggapan



Gambar 11. Video Pembelajaran Online Menggambarkan Isi Materi Perkuliahan

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP setuju jika video pembelajaran online sebagai bahan ajar, seperti ditunjukkan dalam Gambar 12.

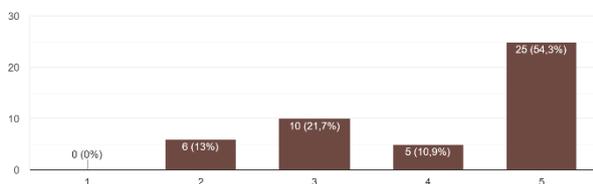
Menurut saya, video pembelajaran online sebagai bahan ajar dengan sistem daring cukup berkualitas?
46 tanggapan



Gambar 12. Video Pembelajaran Online Sebagai Bahan Ajar

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP sangat setuju jika video pembelajaran online diakses menggunakan WiFi, seperti ditunjukkan dalam Gambar 13.

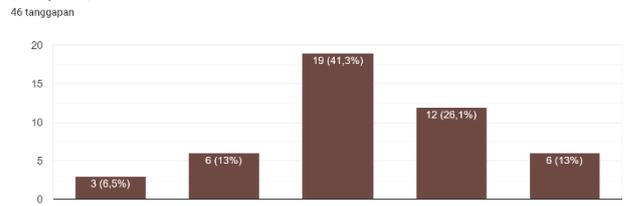
Menurut saya, koneksi yang baik digunakan saat pembelajaran daring adalah WiFi?
46 tanggapan



Gambar 13. Video Pembelajaran Online Diakses dengan WiFi

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP merasa cukup jika video pembelajaran online diakses menggunakan jaringan seluler, seperti ditunjukkan dalam Gambar 14.

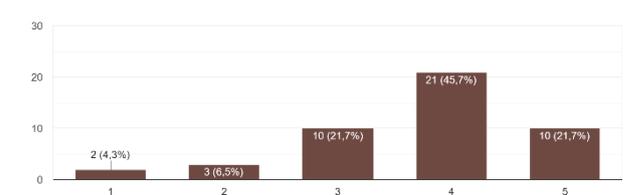
Menurut saya, koneksi yang baik digunakan saat pembelajaran daring adalah jaringan seluler (Handphone)?
46 tanggapan



Gambar 14. Video Pembelajaran Online Diakses dengan Jaringan Seluler

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP setuju jika video pembelajaran online diunggah di Youtube, seperti ditunjukkan dalam Gambar 15.

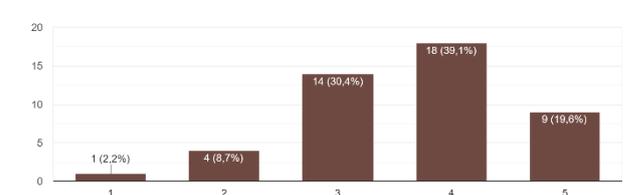
Menurut saya, apabila video pembelajaran online baik jika diupload melalui Youtube?
46 tanggapan



Gambar 15. Video Pembelajaran Online Diunggah di Youtube

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui bahwa mahasiswa/mahasiswi ITTP setuju jika video pembelajaran online diunggah di E-learning, seperti ditunjukkan dalam Gambar 16.

Menurut saya, apabila video pembelajaran online baik jika diupload melalui E-learning?
46 tanggapan



Gambar 16. Video Pembelajaran Online Diunggah di E-learning

5. Kesimpulan

Pada pembelajaran daring tidak hanya memperhatikan konten yang bagus namun perlu diperhatikan kualitas jaringan yang digunakan. Pada penelitian ini, dilakukan pengamatan video pembelajaran online dengan mengukur

nilai QoS dan QoE. Nilai QoS sebagai parameter objektif yang menunjukkan kualitas jaringan yang digunakan. Sedangkan QoE sebagai parameter subjektif berdasarkan penilaian dari pengguna untuk mengevaluasi kinerja jaringan dan umpan balik kepuasan pengguna pada saat pembelajaran daring. Pada pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa kedua video memenuhi standar ITU-T G.1010 pada keempat parameter QoS yaitu *delay*, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai QoS adalah kondisi jaringan WiFi yang digunakan untuk mengakses video pembelajaran online.

Berdasarkan hasil survei dari 46 mahasiswa/mahasiswi IT Telkom Purwokerto, diperoleh beberapa kesimpulan. Video pembelajaran online melalui Youtube cukup efektif. Video pembelajaran online cukup menggambarkan isi materi perkuliahan. Video pembelajaran online dapat digunakan sebagai bahan ajar. Video pembelajaran online dapat membantu proses belajar mandiri. Video pembelajaran online baik jika diakses melalui jaringan WiFi. Video pembelajaran online dapat diunggah melalui Youtube ataupun E-learning.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan syukur dan terima kasih penulis tujukan kepada Allah SWT, untuk orang tua dan keluarga, teman-teman, institusi, serta pihak-pihak yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya penelitian ini. Besar harapan penulis melalui penelitian ini dapat menjadi bentuk dokumentasi riset sehingga memberikan kontribusi yang lebih luas guna pengembangan baik secara akademis dan teknologi.

Referensi

- [1]. E. Purwanti and I. Krisnadi, "Academia," [Online]. Available: https://www.academia.edu/42659139/IMPLEMENTASI_E_LEARNING_DENGAN_INTEGRASI_VIDEO_CONFERENCE_GOGGLE_MEET_BERBASIS_PEMBELAJARAN_MENGGUNAKAN_APLIKASI_MOODLE?auto=download. [Accessed 18 October 2020].
- [2]. A. Kaur, "An Overview of Quality of Service Computer Network," *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 470-475, 2011.
- [3]. R. Wulandari, "Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jamang Kulon - LIPI)," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 162-172, 2016.
- [4]. ITU, "Quality of Service Regulation Manual," ITU, 2017.
- [5]. ITU, *A Handbook on Internet Protocol (IP)-Based Networks and Related Topics and Issues*, ITU, 2005.
- [6]. 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.
- [7]. M. Dra. Siti Meiningsih, D. Y. Rianto, M. Dr. Ir. Hedi M. Idris and D. Irbar, *Komunikasi dan Informatika Indonesia Buku Putih 2012*, Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2012.
- [8]. A. Z. Azhar, S. Pramono and E. Supriyanto, "An Analysis of Quality of Service (QoS) In Live Video Streaming Using Evolved HSPA Network Media," *Journal of Applied Information and Communication Technologies*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [9]. A. I. Diwi, R. R. M and I. Wahidah, "Analisis Kualitas Layanan Video Live Streaming pada Jaringan Lokal Universitas Telkom Quality of Service Analysis for Live Streaming Video Services on Telkom University Local Network," *Buletin Pos dan Telekomunikas*, vol. 12, no. 3, pp. 207-216, 2014.
- [10]. J. Yaldi and Febrizal, "Analisa Kinerja Jaringan WiMax untuk Aplikasi Video Streaming (Studi Kasus di Lab Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau)," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 1, pp. 1-9, 2017.
- [11]. R. Serral-Gracia, E. Cerqueira, M. Curado, M. Yannuzz, E. Monteiro and X. Masip-Bruin, "An Overview of Quality of Experience Measurement Challenges for Video Applications in IP Networks," in *Wired/Wireless Internet Communications*, Sweden, 2010.
- [12]. A. Malinowski and B. M. Wilamowski. [Online]. Available: http://www.eng.auburn.edu/~wilambm/pap/2011/K1014_8_C059.pdf. [Accessed 7 October 2020].
- [13]. O. Bonaventure, "Computer Networking : Principles, Protocols and Practice," [Online]. Available: <https://www.computer-networking.info/2nd/html/protocols/udp.html>. [Accessed 7 October 2020].
- [14]. ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," ETSI, Valbonne, 1999.
- [15]. C. Shue, W. Haggerty and K. Dobbins. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc1240>. [Accessed 7 October 2020].