

BAB II DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian [6] membahas mengenai performansi protokol TCP, UDP dan SCTP pada lalu lintas multimedia di warung internet Roemah Browsing yang berada di Jl. Meranti No. 15 Sawah Lebar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terhadap protokol TCP, UDP dan SCTV dan juga menggunakan metode wawancara dengan melakukan tanya jawab secara langsung kepada Bapak Adi selaku manager di warung internet Roemah Browsing. Hasil dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa protokol SCTP lebih bagus untuk lalu lintas multimedia ditandai dengan besar *frame* yang berhasil ditransfer. Protokol TCP merupakan protokol yang paling stabil dan bisa digunakan untuk aktivitas secara bersamaan seperti memutar video *streaming* dan juga *browsing*. Sedangkan protokol UDP memiliki rata-rata transfer yang paling stabil diantara protokol yang lain.

Penelitian [7] membahas mengenai *Quality of Service* (QoS) jaringan internet yang ada di UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon (LIPI). Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif melalui parameter analisis data QoS. Hasil dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data yang di transmisikan (*throughput*) masuk dalam kategori sedang pada jam kantor dan juga jam pulang kantor. Kemudian untuk *delay*, *paket loss* dan *jitter* masuk dalam kategori sangat bagus pada jam kantor dan jam pulang kantor.

Penelitian [8] membahas mengenai studi eksperimen pengiriman sinyal video *real-time* dengan aplikasi *skype mobile* pada jaringan nirkabel 802.11 ditengah interferensi kepadatan lalu lintas manusia. Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimen berupa transmisi sinyal video secara *real-time* melalui aplikasi *skype mobile platform* dengan menggunakan akses *wifi* yang dilakukan di dalam gedung Kompas TV. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jumlah karyawan sebagai data dari kepadatan karyawan di dalam ruangan dapat memberikan pengaruh yang signifikan pada parameter QoS dan QoE jika disertai dengan lalu lintas pergerakan

karyawan tersebut. Akan tetapi jika tidak disertai dengan lalu lintas pergerakan karyawan maka tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan pada parameter QoS dan QoE.

Penelitian [3] membahas mengenai QoS dan QoE pada video pembelajaran online di Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimen dimana pengguna mengakses video dari *youtube* secara *streaming* kemudian diwaktu yang sama pengguna juga melakukan perekaman data pada aplikasi *wireshark*. Data *log* yang didapat dari aplikasi *wireshark* dipilah dengan melakukan filtrasi alamat IP laptop dan alamat IP *youtube* dan juga melakukan filtrasi jenis protokol yang digunakan sesuai penelitian yaitu protokol UDP. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kedua video memenuhi standar ITU T G.1010 pada keempat parameter QoS yaitu *delay*, *throughput*, *jitter* dan *packet loss*. Berdasarkan hasil survei QoE dari 46 mahasiswa/mahasiswi secara umum dapat disimpulkan bahwa video pembelajaran *online* melalui *youtube* cukup efektif, cukup menggambarkan isi materi perkuliahan dan juga dapat membantu proses belajar mandiri.

Penelitian [9] membahas mengenai kepuasan pengguna atas kualitas layanan jaringan *wifi* di IST AKPRIND berdasarkan kinerja jaringan *wireless*. IST AKPRIND adalah sebuah perguruan tinggi di kota Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif melalui parameter analisis data QoS dan berdasarkan hasil survei dari pengguna jaringan. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada pengukuran *delay* nilai rata-rata terdapat pada jaringan *wireless* ISTA SLOT A dan yang terendah terdapat pada jaringan *wireless* WiFi ID. Berbeda dengan pengukuran *throughput* nilai rata-rata paling tinggi terdapat pada jaringan *wireless* WiFi ID dan terendah pada jaringan *wireless* ISTA SLOT A. ISTA SLOT A, B dan C sendiri merupakan sebuah penamaan jaringan *wireless* yang ada di kampus IST AKPRIND Yogyakarta. Berdasarkan hasil survei pengguna dapat disimpulkan bahwa pengguna kurang puas dengan jaringan internet yang tersedia sehingga perlu dilakukan perbaikan lagi untuk meningkatkan kualitas jaringan internet yang ada.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 JEKTV

Jambi Ekspres Televisi (JEKTV) merupakan media *online* dari PT. Jambi Ekspres Televisi dimana JEKTV sendiri merupakan lembaga penyiaran swasta lokal yang berdomisili di Jambi dengan wilayah siaran Jambi. JEKTV melakukan siaran perdana pada tanggal 5 Agustus 2009 dan telah aktif hingga sekarang yang mengudara mulai pukul 06.00WIB hingga pukul 23.30WIB. Stasiun televisi ini merupakan anggota dari jaringan JPM dan JEKTV dimiliki oleh Jambi Ekspres (Jawa Pos Group)[1].

2.2.2 Video Streaming

Streaming merupakan sebuah teknologi yang mampu mengompresi atau menyusutkan ukuran *file* audio dan video agar mudah di kirim melalui jaringan internet. Proses pengiriman *file* audio dan video tersebut dilakukan secara terus-menerus. *Streaming* dapat diartikan sebuah teknologi pengiriman *file* dari *server* ke *client* melalui jaringan *packet based*. *Streaming* merupakan sebuah metode untuk membuat audio, video, dan multimedia yang lain yang tersedia untuk *real-time* pada tipe jaringan yang berbeda. Data pada *file streaming* di bagi-bagi ke dalam beberapa paket kecil yang di kirim ke sebuah saluran secara terus-menerus ke perangkat *end-user* atau *mobile phone*. Aplikasi dalam layanan streaming di bagi menjadi dua yaitu *on-demand* dan *live*. Contoh layanan *streaming on-demand* yaitu musik dan video. Sedangkan layanan *streaming* yang *live* seperti acara radio atau acara televisi yang disiarkan secara *broadcast* pada saat itu juga[10]. Kebutuhan minimal untuk melakukan *streaming* acara TV sebagai contoh *youtube* membutuhkan koneksi internet dengan kecepatan minimum 1 Mbps berdasarkan saran dari *youtube*. Berikut merupakan kecepatan rata-rata yang dibutuhkan untuk *streaming* acara TV di *youtube*[11].

Tabel 2. 1 Kecepatan rata-rata untuk *Streaming* Acara TV di *Youtube*.

Resolusi Video	Kecepatan rata-rata
4K	20 Mbps
HD 1080p	5 Mbps
HD 720p	2,5 Mbps
SD 480p	1,1 Mbps
SD 360p	0,7 Mbps

2.2.3 Live Streaming

Live streaming merupakan proses siaran yang berjalan ketika konten yang ditampilkan masih berlangsung secara *real-time* seperti acara berita yang sedang melaporkan di tempat kejadian atau menonton acara dari saluran televisi melalui internet. *Streaming live* menggunakan protokol yang *unreliable* seperti UDP sehingga konten terdistribusi secara *real-time*. *Streaming live* membutuhkan media untuk menempatkan konten yang di *broadcast* secara *live streaming*. Namun, konten yang ditampilkan pada *end-user* tidak ditampilkan secara penuh karena *unreliable* dari protokol UDP atau dapat dikatakan akan ada kemungkinan data yang hilang. Dalam penyebaran datanya konten video yang *live* akan di *encode* kemudian di *decode* kembali oleh *end-user*. *Encode* video biasanya menggunakan H.264/AVC untuk konten visual dan AAC untuk konten audio[12]. Berikut merupakan contoh standar *live streaming* yang diterapkan oleh *youtube*. Pada masing-masing kualitas video memiliki kecepatan bit yang berbeda-beda yang dapat di lihat pada tabel 2.2[13].

Tabel 2.2 Standar Kualitas Video dan Kecepatan Bit Video *Youtube*.

Resolusi Video	Kecepatan bit
4K 2160p	13.000-34.000 Kbps
HD 1080p	3000.-6.000 Kbps
HD 720p	1.500-4.000 Kbps
SD 480p	500-2.000 Kbps
SD 360p	400-1.000 Kbps

2.2.4 *Streaming Store*

Streaming store merupakan suatu proses yang berjalan ketika konten yang ingin di *broadcast* sudah berada pada server secara sempurna. Pada *streaming store user* dapat melakukan *forward*, *pause* dan *playback*. Pada *Streaming store* menggunakan protokol yang *reliable end-to-end* seperti TCP yang artinya konten yang ditampilkan akan ditampilkan secara penuh oleh *end-user*. *Buffering* merupakan mekanisme dalam *streaming* untuk menahan bagian konten agar dapat ditampilkan secara maksimal. Berbeda dengan *live streaming*, *streaming store* membutuhkan *webcast* untuk menyimpan konten yang akan di *broadcast*[12]. Penerapan video *streaming* sebelum dapat disiarkan akan melalui proses pengolahan video secara keseluruhan dalam beberapa spesifikasi yang nantinya akan disimpan di *storage server*. Spesifikasi video tersebut menggunakan *bitrate* 1.500 Kbps dengan standar codec H.265[12].

2.2.5 *Protocol Streaming*

Secara umum terdapat beberapa protokol *streaming* yang sering digunakan dalam layanan internet TV seperti HTTP *Live Streaming* (HLS), *Real Time Streaming Protocol* (RTSP), *Real Time Messaging Protocol* (RTMP) dan *Smooth Streaming*[2].

2.2.6 *Real Time Messaging Protocol (RTMP) Streaming*

Real time messaging protokol (RTMP) merupakan sebuah protokol *proprietary* yang dikembangkan oleh *adobe system* untuk keperluan *streaming* video, audio dan data melalui internet secara umum *end-user* dapat menikmati multimedia melalui *flash player*. RTMP dirancang dengan performa tinggi untuk mentransmisikan data video dan audio dengan keunggulan *latency* yang rendah. Cara kerja dari protokol ini yaitu *server* akan memisahkan *stream* dalam bentuk *fragmen-fragmen* yang akan digabungkan dan dikirimkan dalam koneksi tunggal dengan *overhead* yang sangat kecil untuk efisiensi[12][2].

2.2.7 HTTP Streaming (HLS)

HTTP *streaming* merupakan protokol pada aplikasi *website*. HTTP *Dynamic Streaming* memberikan layanan untuk konten media *on-demand* yang dapat menyediakan *streaming* dengan kualitas tinggi menggunakan H.264. HTTP *streaming* mampu meng-integrasikan *flash platform* pada konten video dengan sangat efisien[12]. Cara kerja protokol HLS yaitu dengan memecah menjadi beberapa bagian dari audio/video *streaming source* menjadi files kecil per durasi tertentu (misalnya per 10 detik) dengan format file *transport stream* (.ts). Files ini akan di indeks ke dalam *playlist file* sehingga video bisa diputar oleh pengguna internet dengan video *player* pada internet *browser*. *Playlist file* tersebut biasanya mempunyai *extension* (.m3u). Setelah periode tertentu *files* (.ts) akan dihapus karena dapat memenuhi penyimpanan di *server*[2].

2.2.8 Bitrate

Bitrate merupakan sebuah satuan *bits* pada suatu unit dalam suatu waktu. *Bitrate* juga memiliki satuan dan yang paling sering digunakan yaitu bit/s (bit per detik). *Bitrate* juga memiliki tangga satuan kilobit/s merupakan 10³ dari bit/s, megabit/s merupakan 10⁶ dari bit/s, gigabit/s merupakan 10⁹ dari bit/s, terabit/s merupakan 10¹² dari bit/s. Penulisan kependekan dari *bit per second* adalah *bps*[12]. Video *bitrate* merupakan sebuah ukuran kapasitas data video pada saat diputar dalam satuan detik. Kualitas video diatur dalam proses *encoding* videonya di mana semakin tinggi nilai *bitrate* akan semakin bagus kualitas video yang dihasilkan. Resolusi video yang sama dengan *bitrate* video yang berbeda akan menghasilkan kualitas video yang berbeda pula[14][15].

2.2.9 H.264/AVC

H.264/AVC merupakan standar *codec* video yang memiliki kemampuan untuk *encoding* video dengan menekan *bitrate* pada video untuk mendapatkan video dengan *bitrate* yang lebih minim dari video aslinya. Standar *codec* video saat ini yang menggunakan standar

H.264 bisa mengatur setingan video sesuai dengan kebutuhan yang ingin diterapkan dari ketajaman, kecerahan dan lain sebagainya[12].

2.2.10 H.265/HEVC

H.265/HEVC merupakan standar *codec* video yang dikembangkan setelah H.264 dengan tujuan meng-efisiensikan *bitrate* video dengan teknik kompres *bitrate* dua kali lebih baik agar menghasilkan ukuran video yang lebih minim dengan kualitas yang sama dengan aslinya. H.265 ini memiliki keunggulan dari H.264 dari berbagai aspek seperti dari segi subjektif dan objektif visualisasi H.265 memiliki kualitas yang lebih baik dibanding H.264 dengan kemampuan menyimpan lebih dari 57% *bit rate* dari segi *perceptual quality*[12].

2.2.11 Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan kumpulan dari beberapa komputer yang saling terhubung antara satu dengan yang lainnya melalui media perantara seperti kabel ataupun media tanpa kabel (nirkabel)[16][6]. Jaringan komputer adalah kumpulan komputer dan peralatan lainnya yang saling terhubung dan membentuk suatu kesatuan sistem. Sebuah jaringan komputer memungkinkan informasi dan data berpindah dari satu jaringan ke yang lain sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat bertukar dokumen dan data dalam jumlah yang berbeda-beda. Dalam jaringan komputer juga memungkinkan pengguna menggunakan satu perangkat printer untuk beberapa pengguna yang sama dan dalam waktu yang bersamaan[17]. Secara umum jaringan komputer berdasarkan area kerja dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu[16][17][18] :

a) *Local Area Network* (LAN)

LAN merupakan suatu jaringan komputer yang memiliki cakupan area dalam satu ruang, gedung atau beberapa gedung yang memiliki lokasi berdekatan pada lokasi yang sama seperti rumah, kantor atau gedung yang berdekatan seperti gedung sekolah.

b) *Metropolitan Area Network* (MAN)

MAN merupakan jaringan yang cakupannya meliputi suatu kota. MAN berfungsi untuk menghubungkan jaringan LAN yang lokasinya berbeda.

c) *Wide Area Network* (WAN)

WAN merupakan jaringan yang dirancang untuk menghubungkan komputer-komputer yang terletak pada suatu cakupan geografis yang luas seperti hubungan dari satu kota ke kota lain dalam suatu negara. Dengan menggunakan ISP maka komputer dapat saling komunikasi hingga jaraknya melintasi sampai antar benua.

2.2.12 Layer Transport

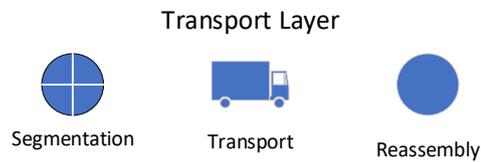
Layer *transport* pada dasarnya mempunyai fungsi mengkomunikasikan satu jaringan komputer dengan jaringan komputer lainnya. Tujuan utama dari layer ini adalah memastikan paket data yang berjalan melewati jaringan tidak mengalami kesalahan[19]. Selain itu, layer *transport* ini juga memiliki beberapa fungsi lain seperti melakukan segmentasi pada layer atasnya, melakukan koneksi *end-to-end*, mengirimkan segmen dari satu *host* ke *host* yang lainnya dan juga memastikan reliabilitas data[18].

Pada layer *transport* terdapat protokol utama yaitu *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *User Datagram Protocol* (UDP). Protokol TCP merupakan protokol yang paling banyak digunakan dalam jaringan komunikasi. Protokol TCP sendiri merupakan protokol yang membutuhkan beberapa langkah dalam proses koneksi sebelum melakukan komunikasi data. Proses ini disebut dengan *tree way handshake*. Struktur TCP lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.1[19].

Source Port		Destination Port	
Sequence Number			
Acknowledgment Number			
DO	RSV	Flags	Window
Checksum		Urgent Pointer	
Options			

Gambar 2.1 Struktur TCP Header

User Datagram Protocol (UDP) menyediakan komunikasi yang tidak handal antara dua *host*. Namun, memiliki kecepatan yang lebih baik dalam transfer data dibanding dengan protokol TCP. *Hardware* yang berada di layer ini adalah *firewall* dan *gateway*[19].



Gambar 2.2 *Transport Layer*

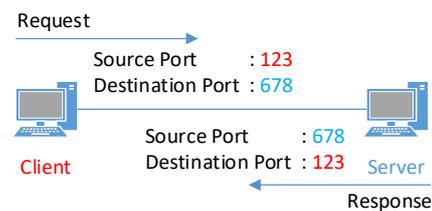
2.2.13 Protokol *User Datagram Protocol* (UDP)

User Datagram Protocol (UDP) merupakan sebuah protokol yang menggunakan konsep jaringan berbasis Internet Protokol (IP). Internet Protokol (IP) sebagai protokol jaringan internet yang mengkomunikasikan dua titik jaringan untuk semua aplikasi dan layanan terpengaruh oleh *port*[20][6]. Akan tetapi, kondisi konsep jaringan IP tidak memberikan jaminan bahwa data tersampaikan ke tujuan yang sebenarnya dan dengan data yang benar[3][6].

Protokol UDP adalah sebuah protokol yang bersifat *connectionless* dalam transmisi data dan tidak melakukan pengecekan terhadap *error*, tidak ada jaminan data yang dikirimkan sampai ke penerima, tidak ada pengiriman ulang data dan tidak ada pengakuan pesan dalam pengiriman data[21][22][23][24]. Protokol UDP dalam proses transmisi data tidak menjamin data yang dikirim dalam urutan sama sehingga data yang diterima oleh penerima akan acak tanpa adanya proses penyusunan ulang[22][23][24]. Protokol UDP pada dasarnya hanya mengandung IP dengan tambahan *header* singkat. Protokol ini sangat berguna sekali pada situasi *client-server* dan penjelasan mengenai UDP dapat ditemui pada RFC 768[22]. Protokol UDP sendiri distandarisasi oleh Internet *Society* merupakan organisasi nirlaba internasional independen dan standar UDP diterbitkan oleh RFC Editor[3][6]. Protokol UDP sendiri menyediakan koneksi di masing-masing ujung transmisi. Koneksi ini disediakan dengan *overhead* minimal, tanpa kontrol dari data yang diterima. Minimal

error control yang disediakan dengan cara *dropping* paket yang diterima dan yang gagal dalam *checksum test*[3][25].

Cara kerja Protokol UDP pada suatu jaringan *client server*. Pada jaringan tersebut layer *network* memungkinkan sebuah *client* dapat berkomunikasi dengan *server*. Proses komunikasi tersebut jika *server* menggunakan protokol UDP pada suatu *host* maka *server* akan meregistrasi nomor *port*. Nomor *port* ini yang nantinya akan digunakan oleh *client* untuk akses ke *server* melalui protokol UDP. Gambar 2.3 menunjukkan cara kerja protokol UDP dalam mengatur nomor *port*. Pada Gambar 2.3 dapat diketahui bahwa ketika *client* mengirimkan sebuah *request* pada *server* maka akan di tandai dengan nomor *port* 123 pada *host client* dan di tujukan ke nomor *port* 678 pada *host server*. Kemudian pada saat *server reply* maka *server* akan mengirimkan balasan yang berasal dari nomor *port* 678 di *host server* dan di tujukan ke nomor *port* 123 pada *host client*[3].



Gambar 2.3 Cara Kerja Protokol UDP

2.2.14 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) didefinisikan sebagai konsep terkait dengan kualitas layanan yang diberikan oleh suatu infrastruktur jaringan komunikasi[26]. QoS bisa juga didefinisikan sebagai acuan untuk mengukur seberapa baik suatu jaringan dalam memberikan layanan pada trafik data tertentu[3][7]. QoS mengacu pada kemampuan jaringan dalam menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu yang melewati teknologi berbeda-beda[9]. Terkait dengan QoS, terdapat berbagai parameter yang dapat diukur seperti *delay*, *throughput*, *jitter* dan *packet loss*[3].

a. *Throughput*

Throughput merupakan kecepatan transfer data yang diukur dalam bit per *second* (bps). *Throughput* sendiri bisa dikatakan sama dengan *bandwidth* di mana dapat dianggap sebagai kondisi *bandwidth* yang sebenarnya. Pada saat proses pengiriman data lebih cepat dari *bandwidth* yang tersedia maka hal tersebut akan mengakibatkan *congestion* yang mempengaruhi kualitas data diterima. *Throughput* sendiri dapat dihitung dengan cara membagi antara jumlah paket yang diterima dengan lama pengamatan dalam satuan waktu[3][7][9].

b. *Delay*

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak dari pengirim ke penerima. *Delay* dapat terjadi karena beberapa faktor seperti proses pemaketan data, jauhnya jarak tempuh, propagasi dan banyaknya komponen yang mengakses. *Delay* dapat dihitung menggunakan Persamaan 1. Standar ITU-T G.1010 mengategorikan *delay* seperti pada Tabel 2.1[3][7][9].

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

Tabel 2.3 Standar *Delay* Berdasarkan ITU-T G.1010

<i>Delay</i> (ms)	<i>Quality</i>
< 150	Sangat Bagus
150 - 300	Bagus
300 - 450	Cukup

c. *Jitter*

Jitter yaitu sebuah variasi kedatangan paket yang terjadi karena variasi-variasi dalam panjang antrian, pengolahan data dan waktu rekonstruksi paket pada penerima. Pada transmisi kecepatan tinggi *jitter* dapat menyebabkan kehilangan data. Kategori *jitter* dilihat pada Tabel 2.2. Semakin kecil nilai *jitter* akan menunjukkan nilai QoS pada suatu jaringan yang semakin baik. *Jitter* dapat dihitung menggunakan Persamaan 2[3][7].

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

Dimana total variasi *delay* merupakan jumlah dari selisih tiap nilai *delay* sesuai dengan Persamaan (2).

$$\text{Total variasi delay} = |\text{delay}_2 - \text{delay}_1| + |\text{delay}_3 - \text{delay}_2| + \dots + |\text{delay}(n) - \text{delay}(n - 1)|$$

Tabel 2.4 Standar *Jitter* Berdasarkan TIPHON

<i>Jitter</i> (ms)	<i>Quality</i>
0	Sangat Bagus
0 – 75	Bagus
76 – 125	Cukup
126 – 225	Kurang

d. *Packet Loss*

Packet Loss yaitu kegagalan transmisi paket yang terjadi ketika paket tidak mencapai tujuan. Terdapat beberapa penyebab dari kegagalan paket seperti hilangnya paket di sisi penerima dikarenakan adanya *overload* trafik dalam jaringan, *congestion* dalam jaringan, kesalahan dalam media fisik dan adanya *overflow* pada kapasitas *buffer*. Kategori *packet loss* di tunjukkan pada Tabel 2.3[3][7].

Tabel 2.5 Standar *Packet Loss* Berdasarkan ITU-T G.1010

<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Quality</i>
0	Sangat Bagus
5	Bagus
15	Cukup
25	Kurang

2.2.15 *Quality of Experience (QoE)*

ITU-T *study group* mendefinisikan *Quality of Experience* (QoE) sebagai sebuah parameter pengukuran seberapa puas atau seberapa suka pengguna suatu aplikasi atau layanan. QoE jika dilihat dari konsep terlihat jelas. Namun, pengalaman dari pengguna secara keseluruhan dapat dipengaruhi oleh harapan pengguna, konteksnya

seperti harapan pengguna, keadaan lingkungan, cuaca dll dan potensi perbedaan antara layanan yang ditawarkan, kesadaran pengguna individu tentang layanan dan fitur tambahan pada suatu layanan[4].

QoE dapat diukur secara langsung dengan meminta pengguna menilai layanan yang kemudian secara statistik dinyatakan dengan suatu nilai *Mean Opinion Score* (MOS) menurut standar rekomendasi dari ITU-T P.800. MOS dapat dinyatakan sebagai nilai tunggal dalam kisaran 1 sampai 5. Nilai 1 untuk kategori kualitas yang paling terendah yang didapat dari pengguna akhir dan nilai 5 untuk kategori kualitas tertinggi yang didapat dari pengguna akhir[4][26]. Pengukuran untuk menentukan MOS ini digolongkan suatu pengukuran secara subyektif yang telah dianggap menyertakan aspek-aspek non-teknis yang berpengaruh. Namun, pengukuran QoE juga dapat dilakukan secara objektif[3][26][9].

Pengujian secara subjektif dilakukan oleh suatu panel penilai riil atas kualitas suatu layanan. Hal tersebut dikarenakan tiap penilai dapat memiliki persepsi yang berbeda-beda dan juga pada variasi pandangan pada suatu tingkat penilaian yang sama maka pengujian secara subjektif ini harus dilakukan untuk jumlah sampel penilai dari jumlah pengguna yang besar agar hasil-hasil pengujian dapat dijustifikasi secara statistik[27]. *Mean Opinion Score* (MOS) dapat digunakan untuk menilai kualitas suara atau video secara subjektif dimana pengguna menilai berdasarkan *Absolute Category Rating Scale* (ACR). Skala ACR dikategorikan dalam 5 jenis seperti pada Tabel 2.4[3][26][9].

Tabel 2.6 *Mean Opinion Score* (MOS)

MOS	<i>Quality</i>
5	Sangat Bagus
4	Bagus
3	Cukup
2	Kurang
1	Sangat Kurang