

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Teknologi jaringan komunikasi adalah serangkaian komponen teknologi yang saling berhubungan antara satu dan lainnya. Salah satu diantaranya yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu teknologi jaringan 4G LTE. Dengan adanya jaringan tersebut akan mempermudah kebutuhan internet sehari-hari, namun perbedaan kecepatan dalam mengakses perlu adanya penelitian dan pengujian terhadap jaringan tersebut. Oleh karena itu untuk mendapatkan suatu jaringan layanan yang baik perlu adanya layanan *Quality of Service* (QoS) yang baik pula (Pranata, 2017).

Adapun penelitian QoS yang berkaitan dengan jaringan komunikasi yang pernah dibuat adalah sebagai berikut :

1. Skripsi Gumeta Sari Mahanani (2016) dengan judul “Analisis dan Pengujian di Jaringan 3G dan 4G Dalam Layanan *Quality of Service* (QoS)”. Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengujian tentang kualitas jaringan 3G dan 4G. Penelitian ini menggunakan 4 parameter yaitu *throughput*, *latency*, *jitter* dan *packet loss*. Penelitian dilakukan dengan melakukan *drive test* dalam waktu 4 hari menggunakan *Pingtest.net*.
2. Skripsi Eko Joni Pranata (2017) dengan judul “Analisis Perbandingan *Quality of Service* (QoS) Terhadap Performa Jaringan Berbasis 4G (Operator TELKOMSEL, XL dan INDOSAT) Di Daerah Sekitar UIN SUNANKALIJAGA Yogyakarta”. Dalam penelitian ini membahas tentang pengujian berupa membandingkan performa beberapa operator yaitu TELKOMSEL, XL dan INDOSAT yang berbasis 4G di Daerah UIN SUKA Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan 5 parameter yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *bandwidth*. Penelitian ini dilakukan selama 7 hari dengan *range* waktu 3 kali sehari 2 menit/pengujian. Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *WireShark* dan *Axence NetTools*.

3. Jurnal (Eko Didik Widiyanto dkk, 2016) dengan judul “Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan Telekomunikasi *High-Speed Downlink Packet Access* (HSDPA) pada Teknologi 3,5G”. Dalam penelitian ini, penulis melakukan analisis pada jaringan HSDPA pada teknologi 3,5 G. Penelitian ini menggunakan parameter *bandwidth*, *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Penelitian ini dilakukan selama 4 minggu dengan membandingkan hasil data tiap waktu, hari dan minggu dengan trafik tinggi dan rendah di masing masing parameter. Penelitian ini menggunakan aplikasi Elnus Bandwidth Meter untuk mengukur *bandwidth* dan *throughput* sedangkan untuk mengukur *delay* dan *packet loss* menggunakan *Axence NetTools Profesional* 4.0.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Sistem Telekomunikasi**

Telekomunikasi berasal dari kata “tele” yang berarti jauh, dan “komunikasi” yang berarti sebuah proses interaksi untuk berhubungan dari pihak satu ke pihak lainnya. Telekomunikasi merupakan setiap pemancaran, pengiriman dan atau penerimaan dari setiap informasi dalam bentuk tanda- tanda, isyarat, tulisan, gambar, suara dan bunyi melalui sistem kawat, optik, radio atau sistem elektromagnetik lainnya. Sistem telekomunikasi merupakan seluruh unsur/elemen baik infrastruktur telekomunikasi, penyelenggaraan telekomunikasi maupun sarana dan prasarana telekomunikasi sehingga komunikasi jarak jauh dapat dilakukan. Agar dapat melakukan hubungan telekomunikasi tersebut, terdapat komponen – komponen sistem sebagai berikut:

- a. Informasi

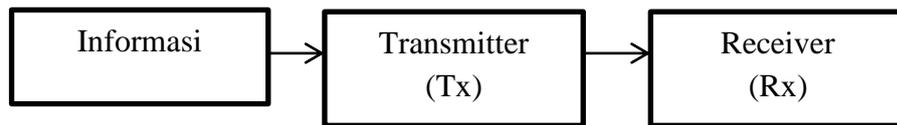
Informasi merupakan data yang akan dikirim atau diterima berupa suara, gambar, video, ataupun data tulisan/*file*.

- b. *Transmitter*

*Transmitter* merupakan kumpulan komponen elektronik dan sirkuit yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal yang cocok untuk transmisi melalui media tertentu.

c. *Receiver*

*Receiver* adalah kumpulan komponen dan sirkuit elektronik yang menerima pesan yang dikirimkan dari saluran dan mengubahnya kembali menjadi bentuk yang dapat dimengerti manusia



**Gambar 2.1.** Gambar Sistem Telekomunikasi

Terdapat 3 bagian bentuk komunikasi jarak jauh yang menggunakan sinyal telekomunikasi, yaitu :

1. Komunikasi satu arah (*Simplex*)

Komunikasi *simplex* adalah metode yang paling sederhana. Jenis ini hanya dapat dilakukan pengiriman tanpa bisa menerima yang berarti pengirim dan penerima tidak dapat menjalin komunikasi yang berkesinambungan dengan media yang sama.

Contoh : Radio dan TV *Broadcast*.



**Gambar 2.2.** *Simplex*

2. Komunikasi dua arah (*Full Duplex*)

Komunikasi *full duplex* adalah metode komunikasi elektronik. Komunikasi ini dapat mengirim dan menerima sebuah informasi sehingga dapat berkomunikasi menggunakan perangkat elektronik yang sama. Contoh dari jenis bentuk komunikasi jarak jauh ini adalah telepon.



**Gambar 2.3.** *Full Duplex*

3. Komunikasi semi dua arah (*Half Duplex*)

Bentuk komunikasi ini dapat mengirim dan menerima namun cara berkomunikasi bergantian namun tetap berkesinambungan. Contoh : radio amatir, *citizen band* (CB) dan *handy talkie*.



**Gambar 2.4.** *Half Duplex*

**2.2.2. Telekomunikasi Selular**

*Celular* merupakan bahasa Inggris untuk selular. Selular merupakan sistem komunikasi jarak jauh tanpa kabel, selular juga suatu bentuk komunikasi modern yang ditujukan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel. Telepon genggam atau telepon selular (ponsel) atau *handphone* adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon menggunakan kabel (*nirkabel wireless*). Saat ini, Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem GSM (*Global for Mobile Telecommunications*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*).

Selain berfungsi untuk melakukan dan menerima panggilan telepon, telepon genggam umumnya juga mempunyai fungsi pengiriman dan penerimaan pesan singkat *short message service* (SMS). Ada pula penyedia jasa telepon genggam di beberapa negara yang menyediakan layanan generasi ketiga (3G) dengan menambahkan jasa *videophone*, sebagai alat pembayaran, maupun untuk

televisi *online* di telepon genggam mereka. Sekarang, telepon genggam menjadi *gadget* yang multifungsi. Multifungsi perkembangan teknologi digital, kini telepon genggam juga dilengkapi dengan pilihan fitur, seperti dapat menangkap siaran radio dan televisi, perangkat lunak pemutar audio (MP3) dan video, kamera digital, *game* dan layanan internet (WAP, GPRS, 3G). Selain fitur-fitur tersebut, telepon genggam sekarang sudah ditanamkan fitur komputer. Jadi di telepon genggam tersebut, orang bisa mengubah fungsi telepon genggam tersebut menjadi mini komputer. Di dunia bisnis, fitur- fitur seperti ini sangat membantu bagi para pebisnis untuk melakukan semua pekerjaan di satu tempat yang membuat pekerjaan tersebut terselesaikan dalam waktu singkat.

### **2.2.3. Evolusi Jaringan Telekomunikasi**

Teknologi telepon genggam semakin berkembang setiap tahunnya begitu pula dengan jaringan telekomunikasinya. Evolusi yang terdiri dari 4 generasi hingga sekarang dapat dikatakan perkembangan yang signifikan yang mengikuti kebutuhan komunikasi manusia baik berupa komunikasi suara maupun data. Perkembangan yang bermula dari generasi pertama (0) yaitu diawali dengan penggunaan radio genggam atau *handy talkie*, merupakan jaringan 0G yang beriringan dengan munculnya telepon genggam pertama. Lalu berkembang ke generasi berikutnya yang berkembang menjadi generasi ke 1 yaitu disebut 1 G. Adapun penjelasan perkembangan teknologi selular yang telah dirangkum sebagai berikut:

#### **1. Generasi ke-satu (1G)**

Teknologi telekomunikasi generasi ke-satu ini masih menggunakan sistem analog, teknologi ini hanya menyediakan layanan berupa percakapan suara dan memiliki kecepatan yang rendah (*low-speed*). Generasi 1G yang bersifat analog dikenal dengan istilah AMPS (*Analog Mobile Phone System*). AMPS menggunakan frekuensi antara 825 Mhz- 894 Mhz dan dioperasikan pada Band 800 Mhz. Dengan AMPS, *bandwidth* 1,25 Mhz yang diberikan untuk penggunaan selular dibagi menjadi *channel* dengan lebar 30 KHz, masing masing hanya dapat melayani satu *subscriber* pada satu waktu (Setiawan,

2003). Selain AMPS, NMT (*Nordic Mobile Communication*) dan ETACS (*Extended Total Access Telecommunication Service*) juga merupakan sistem analog yang digunakan pada ponsel generasi ke-satu. Karena bersifat analog, maka sistem yang digunakan masih bersifat regional.

## 2. Generasi ke-dua (2G)

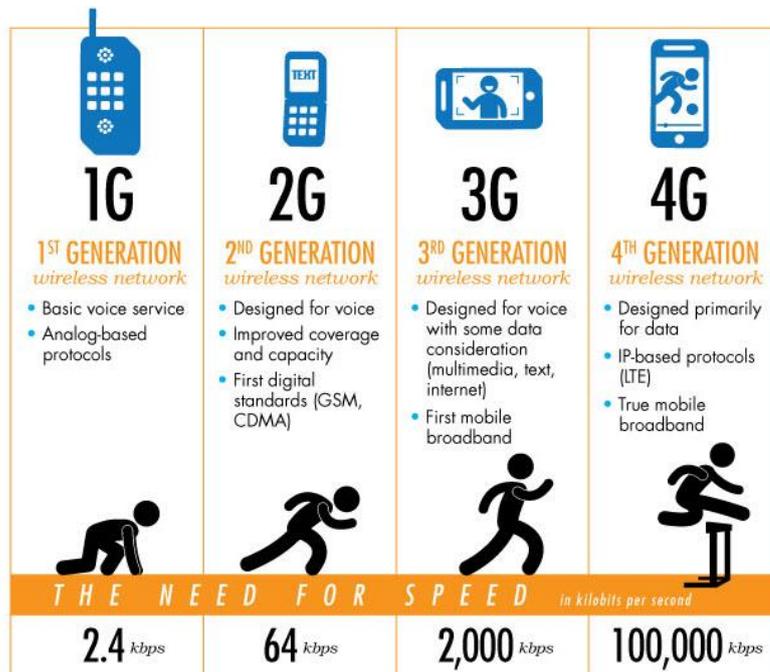
Teknologi telekomunikasi selular generasi ke-dua telah menggunakan teknologi digital. Teknologi ini muncul sekitar tahun 1990-an. Generasi ini menggunakan teknologi TDMA (*Time Division Multiple Access*) dan CDMA (*Code Division Multiple Access*). Teknologi ini sudah mampu menyediakan layanan berupa *voice* dan data dengan memiliki kecepatan menengah.

## 3. Generasi ke-tiga (3G)

Teknologi telekomunikasi generasi ketiga lebih menawarkan pada kecepatan akses data, sehingga mampu melayani layanan data *broadband* seperti internet, video, musik, dan *games*.

## 4. Generasi ke-empat (4G)

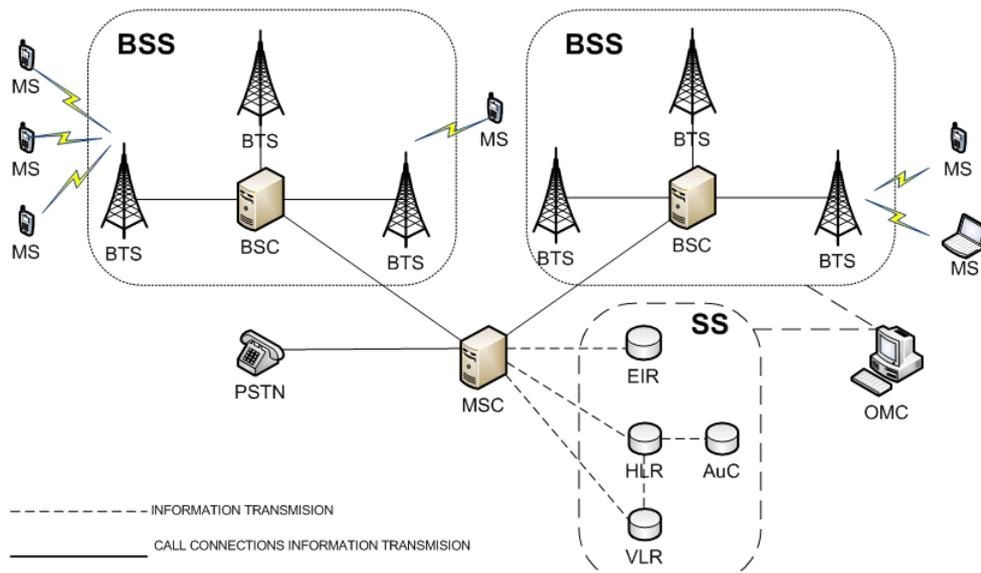
Kebutuhan manusia akan bertukar informasi semakin banyak dan lebih bervariasi oleh karena itu ditemukanlah jaringan telekomunikasi selular ke 4. Teknologi generasi ke empat lebih memberikan penggunanya kecepatan tinggi, volume tinggi, kualitas baik, jangkauan global, dan fleksibilitas untuk menjelajahi berbagai teknologi berbeda. Generasi ke empat ini meliputi *broadband wireless* yang memiliki kemampuan diatas teknologi 3G yang mampu memberikan layanan *IP-based voice*, data dan *streaming* multimedia dengan kecepatan *Quality of Service* yang lebih tinggi dibanding generasi sebelumnya. Evolusi jaringan telekomunikasi dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.5.** Evolusi Jaringan Telekomunikasi

(Sumber : Windi Ariska, 2016)

#### 2.2.4. Arsitektur Jaringan Telekomunikasi Selular



**Gambar 2.6.** Arsitektur Dasar Jaringan Telekomunikasi Selular

(Sumber : Prima Gusti Hanum, 2010)

Arsitektur dasar jaringan sistem telekomunikasi selular adalah GSM (*Global System for Mobile Communications*). Terdapat 3 bagian utama arsitektur jaringan GSM, yaitu :

1. *Base Station Subsystem* (BSS) atau disebut *Radio Sub System* (RSS), yang terdiri dari MS, BTS, BSC, dan TRAU.

a. *Mobile Station* (MS)

*Mobile Station* (MS) merupakan perangkat yang mengirim dan menerima sinyal radio. MS terdiri dari *Mobile Equipment* (ME) dan *Subscriber Identity Module* (SIM) (Warrasih, dkk, 2011). ME sebagai terminal *transceiver* (pengirim dan penerima sinyal) untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat lainnya. SIM adalah sebuah *microchip* yang tertanam pada semua *check card* agar *network* dapat mengenali *user*.

b. *Base Transciever Station* (BTS)

Dalam teknologi GSM, BTS merupakan sebuah sel dan menangani hubungan *link radio* dengan *Mobile Station* (MS). BTS terdiri dari perangkat pemancar dan penerima, seperti antena dan pemroses sinyal untuk sebuah *interface*.(Suyuti, dkk, 2011). Di dalamnya termasuk modulasi signal, demodulasi, *equalize signal*, dan *error coding*.(Warrasih, dkk, 2011).

c. *Base Station Controller* (BSC)

BSC berfungsi untuk memonitor dan mengontrol sejumlah BTS. BSC juga mengatur sumber radio untuk sebuah BTS atau lebih. BSC menangani *radio-channel setup* (pengalokasian/pelepasan kanal), *frequency hopping*, dan *handover intern* BSC. (Suyuti, dkk, 2011).

d. *Tanscoder and Rate Adaptation Unit* (TRAU)

TRAU biasa juga disebut dengan TCE (*Transcoding Equipment*). Tugas dari TRAU ialah antara lain adaptasi *bit rate* antara BSC dan MSC. Hubungan informasi kontrol dan adaptasi *bit rate* untuk transmisi data melalui telepon *mobile*. (Suyuti, dkk, 2011).

2. *Network Switching Subsystem* (NSS), yang terdiri dari MSC, HLR, VLR, AuC dan EIR. NSS berperan dalam mengkoneksikan antar user dalam sebuah jaringan atau ke jaringan lainnya.
  - a. MSC (*Mobile Switching Center*)

MSC pada jaringan GSM merupakan suatu peralatan yang melakukan fungsi *switching* dasar yang mirip dengan sentral digital pada ISDN ditambah dengan pengaturan mobilitas pelanggan. Fungsi utama MSC adalah untuk koordinasi panggilan antar pelanggan GSM, termasuk fungsi *call routing* dan *call control*. MSC juga bertanggung jawab atas pengalokasian dan pelepasan kanal radio melalui BSC beserta mekanisme *location updating*, *handover*, dan satu sel ke sel yang lainnya. Adapun fungsi lainnya yaitu sebagai penghubung antara satu jaringan GSM dengan jaringan lainnya melalui *Interworking Function* (IWF).(Suyuti, dkk, 2011). MSC merupakan inti dari sebuah NSS, selain itu MSC juga bertanggung jawab untuk *call set up*, *release*, dan *routing*.(Warrasih dkk, 2011).
  - b. HLR (*Home Location Register*)

HLR berisi rekaman *database* permanen dari pelanggan dan merupakan *database user* yang utama. HLR juga berisi rekaman lengkap lokasi terkini dari *user*. HLR merupakan elemen jaringan yang berisi detail setiap pelanggan. HLR berperan sebagai pusat informasi pelanggan yang setiap waktunya akan dibutuhkan oleh VLR untuk merealisasikan terjadinya komunikasi.(Ma'ruf, 2018)
  - c. VLR (*Visitor Location Register*)

VLR berisi *database* sementara dari pelanggan, yang digunakan untuk pelanggan lokal dan yang sedang melakukan *roaming*. VLR memiliki pertukaran data yang lebih luas dari pada HLR. VLR diakses oleh MSC untuk setiap panggilan dan setiap MSC untuk setiap panggilan dan setiap MSC dengan sebuah VLR, tetapi satu VLR dapat terhubung dengan beberapa MSC. (Suyuti, dkk, 2011).

d. AuC (*Anuthentication Center*)

AuC memproteksi jaringan GSM terhadap penggunaan ilegal oleh *user* yang bukan pelanggan jaringan tersebut. AuC juga memproteksi jaringan terhadap penyalahgunaan data pelanggan GSM. AuC antara lain berisi parameter autentikasi pelanggan untuk mengakses jaringan GSM, dan juga perangkat keras khusus untuk menjalankan algoritma enkripsi. (Suyuti, dkk, 2011).

e. EIR (*Equipment Identity Register*)

EIR memuat 3 kategori data- data peralatan pelanggan, yaitu:

- Peralatan untuk mengadakan hubungan pembicaraan kemanapun.
- Peralatan yang dibatasi hanya untuk diijinkan mengadakan hubungan pembicaraan ketujuan yang terbatas.
- Peralatan yang sama sekali tidak diijinkan untuk melakukan komunikasi.

Keberadaan EIR belum distandarisasi secara penuh, oleh karena itu belum dioperasikan disemua operator Eropa dan penyempurnaan yang berkaitan dengan aspek hukum.

3. *Operation and Maintenace System (OMS)*

OMS bertanggung jawab untuk mengontrol dan memonitor jaingan GSM (semua elemen jaringan) dan mengkombinasikan semua fungsi untuk menjaga konsistensi fungsional sistem secara global. OMS juga melakukan pengaturan pelanggan dan tagihan.

**2.2.5. Jaringan Selular 4G LTE (*Long Terms Evolution*)**

4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G. Nama resmi dari teknologi 4G ini menurut IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) adalah '*3G and beyond*'. Sebelum 4G, *High-Speed Downlink Packet Access* (HSDPA) yang kadangkala disebut sebagai teknologi 3,5 G telah dikembangkan oleh WCDMA sama seperti EV-DO mengembangkan CDMA 2000. HSDPA merupakan sebuah protocol telepon genggam yang memberikan jalur evolusi

untuk jaringan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS) yang akan dapat memberikan kapasitas data yang lebih besar (sampai 14,4 Mbps arah turun).

Sistem 4G menyediakan solusi IP yang komprehensif dimana suara, data dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan dimana saja lebih tinggi dari generasi sebelumnya. Terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G, yakni: 4G adalah sistem berbasis IP terintegrasi penuh. Secara teoritis, jaringan 4G mempunyai kecepatan transmisi berkisar antara 100 Mbps hingga 1 Gbps.

LTE dibangun dengan tujuan untuk peningkatan efisiensi, peningkatan layanan, pemanfaatan spektrum lain dan integrasi yang lebih baik. LTE (*Long Terms Evolution*) merupakan sebuah standar komunikasi akses data nirkabel keluaran dari 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*). Basis jaringan LTE adalah GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Pada UMTS, kecepatan transfer data maksimum yang dihasilkan yaitu 2 Mbps, sedangkan HSPA mempunyai kecepatan transfer data yang mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps pada sisi *uplink*. LTE mampu melakukan *downlink* dan *uplink* dari telepon selular dengan kecepatan ratusan Mbps. Kecepatan transfer data LTE mencapai 100 Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps untuk *uplink* sehingga dapat mendukung jaringan yang berbasis IP. Selain itu, LTE juga mempunyai *latency* yang lebih rendah, spektrum yang luas dan teknologi paket *radio access* yang lebih optimal yang mendukung penyebaran *bandwidth* yang fleksibel. LTE juga secara dramatis menambah kemampuan jaringan untuk mengoperasikan fitur *Multimedia Broadcast Multicast Service* (MBMS), bagian dari 3GPP *release 6*, dimana kemampuan yang diberikan dapat seimbang dengan DVB-H dan WiMax.

LTE dapat beroperasi pada salah satu pita spektrum selular yang telah dialokasikan yang termasuk dalam standar IMT-2000 (450, 850, 900, 1800, 1900, 2100 MHz) maupun pada pita spektrum yang baru seperti 700 MHz dan 2,5 GHz. Beberapa kelebihan lainnya dari 4G LTE adalah sebagai berikut:

1. Tingkat *download* sampai dengan 299,6 Mbps dan tingkat *upload* hingga 75,5 Mbps tergantung pada kategori perangkat yang digunakan.
2. Peningkatan dukungan untuk mobilitas.

3. Dukungan untuk semua gelombang frekuensi oleh sistem IMT dan ITU-R
4. Frekuensi *band* yang lebih tinggi di daerah kota dan perkotaan .
5. Dukungan untuk MBSFN (*Multicast Broadcast Single Frequency Network*) yang memberikan layanan seperti *Mobile TV* menggunakan infrastruktur LTE, dan untuk layanan DVB-H berbasis siaran TV.

#### 2.2.6. *Quality of Service (QoS)*

QoS sangat populer dan menyimpan banyak istilah yang sangat sering dilihat dari segi prefektif yang berbeda yaitu dari segi jaringan (*networking*), pengembangan aplikasi dan lain sebagainya. Dari segi *networking*, QoS mengacu kepada kemampuan memberikan pelayanan berbeda kepada lalu lintas jaringan dengan kelas- kelas yang berbeda. Tujuannya adalah memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana dengan *dedicated bandwidth*, *jitter* dan *latency* yang terkontrol dan meningkatkan *loss* karakteristik (Kamarulloh, 2009)

QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis (Wulandari, 2016). Oleh karena itu, QoS memiliki kemampuan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Menurut Iwan Iskandar dan Alvinur Hidayat (2015) QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut – atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Fungsi- Fungsi QoS dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengelasan paket untuk menyediakan pelayanan yang berbeda beda untuk kelas paket yang berbeda beda.
2. Penanganan kongesti untuk memenuhi dan menangani kebutuhan layanan yang berbeda beda.
3. Pengendalian lalu lintas paket untuk membatasi dan mengendalikan pengiriman paket- paket data.

4. Pensinyalan untuk mengendalikan fungsi – fungsi perangkat yang mendukung komunikasi di dalam jaringan IP.

Tujuan QoS yaitu menyediakan kualitas layanan yang berbeda- beda berdasarkan kebutuhan layanan di dalam jaringan IP. QoS juga menawarkan kemampuan mendefinisikan atribut – atribut layanan jaringan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

**Tabel 2.1.** Standar *Quality of Service* Menurut TIPHON

Nilai Indeks	Persentase (%)	Kategori
3,8 – 4	95 – 100	<i>Perfect</i>
3.0 – 3,79	75 – 94,75	<i>Good</i>
2,0 – 2,9	50 – 74,75	<i>Medium</i>
1 – 1,99	25 – 49,75	<i>Poor</i>

#### 2.2.6.1. *Throughput*

*Throughput* yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (*bit per second*). *Throughput* juga bisa disebut dengan *bandwidth* yang sebenarnya (aktual) pada suatu kondisi, waktu tertentu dan jaringan internet tertentu dalam melakukan *download/upload* suatu file dengan ukuran tertentu. Berikut adalah persamaan dari *throughput* :

$$\textit{Throughput} = \frac{\text{Paket data yang diterima (kb)}}{\text{Waktu lama pengamatan (s)}}$$

Konsep *bandwidth* tidak cukup untuk menjelaskan kecepatan jaringan dan apa yang terjadi di jaringan. Untuk itulah konsep *throughput* muncul. Mempergunakan *bandwidth* sebagai patokan, menganggap seharusnya *file* yang akan di *download* nya yang berukuran 64 kb dapat *download* dalam waktu sekedip mata atau satu detik, tetapi setelah diukur ternyata membutuhkan waktu 4 detik. Jadi jika file yang di *download* adalah 64 kb, sedangkan waktu *downlad*nya adalah selama 4

detik, maka *bandwidth* yang sebenarnya atau yang disebut dengan *throughput* adalah  $64 \text{ kb}/4 \text{ detik} = 16 \text{ kbps}$ .

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi *bandwidth* dan *throughput* yaitu antara lain piranti jaringan, tipe data yang ditransfer, banyaknya pengguna jaringan, topologi jaringan, spesifikasi *computer clien/user*, spesifikasi *server* komputer, induksi listrik, cuaca dan lain sebagainya (Maharani, 2016). Berikut standarisasi *throughput* menurut TIPHON pada Tabel 2.2 (Widianto, 2016).

**Tabel 2.2.** Standar *Throughput* Menurut TIPHON

<b>Kategori <i>Throughput</i></b>	<b><i>Throughput</i></b>	<b>Indeks</b>
<i>Bad</i>	0 – 338 kbps	0
<i>Poor</i>	338 – 700 kbps	1
<i>Fair</i>	700 – 1200 kbps	2
<i>Good</i>	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
<i>Excelent</i>	>2,1 Mbps	4

#### 2.2.6.2. Jitter

*Jitter* diakibatkan oleh variasi- variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket – paket diakhir perjalanan paket. *Jitter* diakibatkan oleh panjangnya antrian dalam waktu pengolahan data. *Jitter* berhubungan dengan *latency*, yang menunjukkan bahwa banyaknya variasi *delay* dalam transmisi data yang berada pada jaringan tersebut. *Jitter* merupakan parameter yang mewakili QoS audio, atau ukuran variasi penundaan paket berturut- turut pada suatu arus lalu lintas. Dengan mengetahui berapa banyak *jitter* yang dihasilkan dalam proses akses internet, maka akan diketahui kualitas dari suatu *device* yang digunakan menghitung rata – rata nilai *jitter* yang

dihasilkan. Berikut adalah standar dari parameter *jitter* menurut TIPHON pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3.** Standar *Jitter* Menurut TIPHON.

<b>Kategori <i>Jitter</i></b>	<b><i>Jitter</i></b>	<b>Indeks</b>
<i>Poor</i>	125 – 225 ms	1
<i>Medium</i>	75 – 125 ms	2
<i>Good</i>	0 – 75 ms	3
<i>Perfect</i>	0 ms	4

### 2.2.6.3. *Packet Loss*

*Packet Loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. *Packet loss* juga dapat terjadi ketika *node* penuh adanya *drop* paket. Beberapa *protocol* jaringan TCP yang menawarkan perlindungan *packet loss* dengan paket *retransmitting* yang mungkin telah *drop* atau rusak oleh jaringan. *Packet loss* dapat terjadi karena kesalahan yang diperkenalkan oleh medium transmisi fisik. Hal hal yang mempengaruhi terjadinya *packet loss* juga bisa karena kondisi geografis seperti kabut, hujan, gangguan *radio frequensi*, sel *handoff* selama *roaming*, dan interferensi seperti pohon- pohon, bangunan, dan pegunungan. Berikut merupakan standar menurut TIPHON untuk parameter *packet loss* pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.4.** Standar *Packet Loss* Menurut TIPHON

<b>Kategori <i>Packet Loss</i></b>	<b><i>Packet Loss</i></b>	<b>Indeks</b>
<i>Poor</i>	>25%	1
<i>Medium</i>	12 – 24%	2

**Tabel 2.4.** Standar *Packet Loss* Menurut TIPHON

<b>Kategori <i>Packet Loss</i></b>	<b><i>Packet Loss</i></b>	<b>Indeks</b>
<i>Good</i>	3 – 14%	3
<i>Perfect</i>	0 – 2%	4

### 2.2.7. Standarisasi ETSI- TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*)

ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) adalah sebuah organisasi Eropa yang didirikan pada tahun 1988 dan bertanggung jawab untuk pembentukan standar telekomunikasi teknik, ETSI menghasilkan *European Telecommunication Standards (ETS)* untuk keanggotaannya, yang terdiri dari operator jaringan, produsen PTT, pengguna, dan lembaga penelitian.

Salah satu standar yang dikeluarkan oleh ETSI adalah TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*), tahun 1999 yang mengeluarkan standar penilaian QoS untuk parameter *Throughput*, *delay*, *Jitter*, dan *packet loss*. (ETSI- TIPHON, 1999).

### 2.2.8. Aplikasi *Speedtest*



**Gambar 2.7.** Tampilan Aplikasi *Speedtest*

*Speedtest* adalah Aplikasi yang menyediakan pengujian kecepatan koneksi internet yang disediakan oleh perusahaan asal Kalispell, Montana, Amerika Serikat, dengan nama perusahaan Ookla. Aplikasi ini sudah berjalan selama 13 tahun dan sudah memiliki 20 juta pengguna internet yang mengetes kecepatan internetnya melalui aplikasi ini setiap bulannya. Aplikasi ini dulu dinamakan *pingtest.net* yang hanya bisa diakses *online* lewat *browser*, lalu Ookla mentransformasikannya menjadi sebuah aplikasi selular yang dinamakan *SpeedTest*.