

# SKRIPSI

## ANALISIS PERBANDINGAN QOS JARINGAN 4G DI KAMPUS UNIVERSITAS HASANUDDIN

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan  
Program Studi Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin*

**Disusun Oleh :**

**ARIES RAHMAT**

**D41115310**



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN QOS JARINGAN 4G DI KAMPUS  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Disusun dan diajukan oleh:

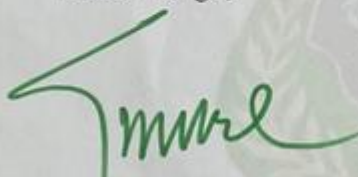
**ARIES RAHMAT**

**D411 15 310**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 9 November 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

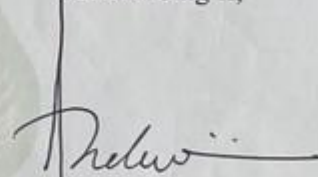
Menyetujui

Pembimbing I,



Ir. Samuel Panggalo, M.T.  
NIP. 19620304 198811 1 001

Pembimbing II,



Andini Dani Achmad, S.T., M.T.  
NIP. 19880621 201504 2 003

Ketua Departemen Teknik Elektro,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.  
NIP. 19691026 199412 2 001

## LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

### ANALISIS PERBANDINGAN QOS JARINGAN 4G DI KAMPUS UNIVERSITAS HASANUDDIN


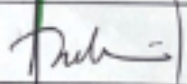
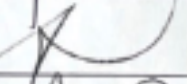
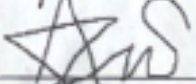
Oleh:

ARIES RAHMAT

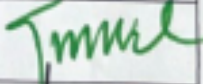
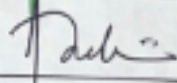
D411 15 310

Skripsi ini telah dipertahankan pada Ujian Akhir Sarjana pada tanggal 9 November 2022. Telah dilakukan perbaikan penulisan dan isi skripsi berdasarkan usulan dari penguji dan pembimbing skripsi.

Persetujuan perbaikan oleh tim penguji:

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Ir. Samuel Panggalo, M.T.	
Sekretaris	Andini Dani Achmad, S.T., M.T.	
Anggota	Prof. Dr. Ir. Andani, M.T.	
	Azran Budi Arief, S.T., M.T.	

Persetujuan perbaikan oleh tim pembimbing:

Pembimbing	Nama	Tanda Tangan
I	Ir. Samuel Panggalo, M.T.	
II	Andini Dani Achmad, S.T., M.T.	

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Aries Rahmat  
NIM : D411 15 310  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang S1 : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **ANALISIS PERBANDINGAN QOS JARINGAN 4G DI KAMPUS UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 9 November 2022  
Yang Menyatakan



Aries Rahmat



## ABSTRAK

**ARIES RAHMAT.** *Analisis Perbandingan QoS Jaringan 4G Di Kampus Universitas Hasanuddin* (dibimbing oleh Samuel Panggalo dan Andini Dani Achmad)

Perkembangan internet pada saat ini sangat pesat. Kebutuhan manusia akan data dan informasi yang semakin meningkat menjadi salah satu alasan berkembangnya internet saat ini. Layanan jaringan *provider* yang cepat dan berkualitas merupakan kebutuhan primer masyarakat pada era teknologi saat ini. Munculnya beberapa penyedia layanan jaringan *provider* yang mengklaim bahwa kecepatan data jaringan internet mereka yang terbaik memberikan dampak persaingan dalam merebut hati para konsumen khususnya di lingkungan Kampus Universitas Hasanuddin. Untuk memberikan solusi kepada pengguna jaringan di lingkungan Kampus Universitas Hasanuddin dalam pemilihan jenis *provider* yang digunakan saat ini, dilakukan penelitian tentang analisis perbandingan QoS (*Quality of Service*) jaringan 4G di Kampus Universitas Hasanuddin terhadap 3 *provider* terbesar di Indonesia yaitu Telkomsel, XL, dan Indosat. Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran QoS (*Quality of Service*) dengan parameter yang diukur yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dengan berdasarkan standarisasi TIPHON. Dalam melakukan analisis ini digunakan *software Wireshark* untuk mendapatkan parameter-parameter QoS (*Quality of Service*). Pengukuran akan dilakukan di 3 titik lokasi di Kampus Universitas Hasanuddin yang dibagi dalam 3 sesi (pagi, siang, dan sore) dan dilakukan selama 7 hari. Dari hasil yang didapat pada penelitian ini ialah berdasarkan standar TIPHON, *provider* Telkomsel, XL, dan Indosat mendapatkan nilai persentase 93.75%, dengan nilai indeks 3.75 dan masuk dalam kategori *Good*. Dengan demikian, berdasarkan hasil yang didapatkan, seluruh *provider* tersebut cukup baik untuk digunakan di lingkungan Kampus Universitas Hasanuddin.

*Kata kunci: Quality of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter, Wireshark.*

## ABSTRACT

**ARIES RAHMAT.** *Comparative Analysis of 4G Network QoS at Hasanuddin University Campus* (supervised by Samuel Panggalo and Andini Dani Achmad)

The development of the internet is currently very rapid. The increasing human need for data and information is one of the reasons for the development of the internet today. Network services *provider* are the primary needs of society in the current technological era. The emergence of several network service *providers* who claim that their internet network data speed is the best has an impact on competition in winning the hearts of consumers, especially in the Hasanuddin University Campus environment. To provide solutions to network users in the Hasanuddin University Campus environment in choosing the type of *provider* currently used, research was conducted on a comparative analysis *Quality of Service* 4G network *providers* in Indonesia, Telkomsel, XL, and Indosat. In this research, QoS (*Quality of Service*) measurements were carried out with the measured parameters namely *throughput*, *packet loss*, *delay*, and *jitter* based on the TIPHON standard. In conducting this analysis, *Wireshark software* parameters (*Quality of Service*) Measurements will be taken at 3 location points on the Hasanuddin University Campus which are divided into 3 sessions (morning, afternoon and evening) and carried out for 7 days. From the results obtained in this study based on the TIPHON standard, *providers* obtained a percentage value of 93.75%, with an index value of 3.75 and included in the *Good*. Thus, based on the results obtained, all of *providers* are good enough to be used in the Hasanuddin University Campus environment.

*Keywords: Quality of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter, Wireshark.*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*, Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Qos Jaringan 4G di Kampus Universitas Hasanuddin” untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini dari awal hingga selesai dapat terlaksana karena adanya bantuan, motivasi, serta bimbingan dari berbagai pihak. Maka, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda Bahari dan Ibunda Herlina, yang menjadi sumber semangat dan motivasi yang dengan luar biasanya selalu mendukung baik dalam dukungan moral maupun materi dan tanpa henti selalu mendoakan keberhasilan penulis.
2. Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Andini Dani Achamd, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian serta memberikan bimbingan, saran, dukungan, dan motivasinya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Andani, M.T. selaku dosen penguji 1, Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. selaku dosen penguji 1 sebelumnya dan Bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T. selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, M.T. selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Elektro atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Teknik Elektro.
8. Dan kepada keluarga besar saya, rekan, partner penelitian, sahabat, dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis ucapkan terima kasih atas tiap bantuan dan doa yang diberikan.

Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan kesalahan. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun. Penulis berharap tulisan ini dapat menjadi bahan bacaan yang baik dan sumber manfaat.

Makassar, 9 November 2022

Aries Rahmat



## DAFTAR ISI

	halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUN PUSTAKA	5
2.1 Analisis	5
2.2 Internet	5

2.3	Sistem Telekomunikasi	6
2.4	Telekomunikasi Seluler	8
2.5	Evolusi Jaringan Telekomunikasi	8
2.5.1	Generasi Pertama (1G)	9
2.5.2	Generasi Kedua (2G)	9
2.5.3	Generasi Ketiga (3G)	9
2.5.4	Generasi Keempat (4G)	10
2.6	Arsitektur Jaringan Telekomunikasi Seluler	10
2.7	Arsitektur Jaringan 4G	13
2.8	Quality of Service (QoS)	14
2.8.1	Parameter Quality of Service	15
2.8.2	Standarisasi ETSI-TIPHON	17
2.9	Provider	17
2.10	Wireshark	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>19</b>
3.1	Judul Penelitian	19
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	19
3.3	Pengambilan Data	19
3.4	Alat dan Bahan	19
3.5	Diagram Alir Penelitian	20

3.6	Skenario Pengambilan Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Peta Lokasi	23
4.1.1	Peta Lokasi BTS di area Perpustakaan	24
4.1.2	Peta Lokasi BTS di area PKM	24
4.1.3	Peta Lokasi BTS di area Workshop	25
4.2	Pengambilan Data	25
4.2.1	Menghitung Throughput	26
4.2.2	Menghitung Packet Loss	28
4.2.3	Menghitung Delay	29
4.2.4	Menghitung Jitter	31
4.3	Hasil Pengukuran	32
4.3.1	Provider Telkomsel	32
4.3.2	Provider XL	58
4.3.3	Provider Indosat	84
4.4	Analisis Hasil Perbandingan Tiap Parameter	110
4.4.1	Throughput	110
4.4.2	Packet Loss	121
4.4.3	Delay	132
4.4.4	Jitter	143

4.5 Analisis Standart QoS Jaringan 4G Tiap Provider	155
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	158
5.1 Kesimpulan	158
5.2 Saran	159
DAFTAR PUSTAKA	160
LAMPIRAN	163

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Sistem Telekomunikasi [9]	7
Gambar 2.2 <i>Simplex</i> [9]	7
Gambar 2.3 <i>Full Duplex</i> [9]	7
Gambar 2.4 <i>Half Duplex</i> [9]	7
Gambar 2.5 Arsitektur Dasar Jaringan Telekomunikasi Seluler [14].	10
Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan 4G LTE [15].	13
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.	20
Gambar 3.2 Contoh proses capture pada <i>software wireshark</i> .	22
Gambar 3.3 Contoh hasil capture <i>software wireshark</i> .	22
Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian di Kampus Universitas Hasanuddin Tamalanrea.	23
Gambar 4.2 Peta lokasi BTS di area Perpustakaan Universitas Hasanuddin.	24
Gambar 4.3 Peta lokasi BTS di area PKM Universitas Hasanuddin.	24
Gambar 4.4 Peta lokasi BTS di area Workshop.	25
Gambar 4.5 Perancangan Sistem Pengambilan Data.	26
Gambar 4.6 Proses Pengambilan Data.	26
Gambar 4.7 Tampilan data yang diambil menggunakan <i>software Wireshark</i> .	27
Gambar 4.8 Tampilan pada <i>Capture file Properties</i>	27
Gambar 4.9 Tampilan toolbar filter <i>software Wireshark</i> .	28
Gambar 4.10 Tampilan hasil filter pada <i>Capture file Properties</i> .	29
Gambar 4.11 Tampilan cara mengekspor hasil capture ke Excel.	29
Gambar 4.12 Tampilan hasil capture data yang telah diekspor ke Excel.	30
Gambar 4.13 Tampilan proses menghitung nilai total delay di Excel.	30

Gambar 4.14 Tampilan proses menghitung nilai variasi <i>delay</i> .	31
Gambar 4.15 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-1.	111
Gambar 4.16 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-2.	112
Gambar 4.17 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-3.	113
Gambar 4.18 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-4.	114
Gambar 4.19 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-5.	115
Gambar 4.20 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-6.	116
Gambar 4.21 Grafik perbandingan <i>Throughput</i> hari ke-7.	117
Gambar 4.22 Grafik perbandingan rata-rata <i>Throughput</i> yang dikelompokkan dalam hari.	118
Gambar 4.23 Grafik perbandingan rata-rata <i>Throughput</i> yang dikelompokkan dalam lokasi.	119
Gambar 4.24 Grafik perbandingan rata-rata <i>Throughput</i> yang dikelompokkan dalam sesi.	120
Gambar 4.25 Grafik hasil perbandingan rata-rata data <i>Throughput</i> tiap <i>provider</i>	121
Gambar 4.26 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-1.	122
Gambar 4.27 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-2.	123
Gambar 4.28 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-3.	124
Gambar 4.29 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-4.	125
Gambar 4.30 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-5.	126
Gambar 4.31 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-6.	127
Gambar 4.32 Grafik perbandingan <i>Packet Loss</i> hari ke-7.	128
Gambar 4.33 Grafik perbandingan rata-rata <i>Packet Loss</i> yang dikelompokkan dalam hari.	129
Gambar 4.34 Grafik perbandingan rata-rata data <i>Packet Loss</i> yang dikelompokkan dalam lokasi.	130
Gambar 4.35 Grafik perbandingan rata-rata <i>Packet Loss</i> yang dikelompokkan	

dalam sesi.	131
Gambar 4.36 Grafik hasil perbandingan rata-rata data <i>Packet Loss</i> tiap <i>provider</i> .	132
Gambar 4.37 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-1.	133
Gambar 4.38 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-2.	134
Gambar 4.39 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-3.	135
Gambar 4.40 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-4.	136
Gambar 4.41 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-5.	137
Gambar 4.42 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-6.	138
Gambar 4.43 Grafik perbandingan <i>Delay</i> hari ke-7.	139
Gambar 4.44 Grafik perbandingan rata-rata <i>Delay</i> yang dikelompokkan dalam hari.	140
Gambar 4.45 Grafik perbandingan rata-rata <i>Delay</i> yang dikelompokkan dalam lokasi.	141
Gambar 4.46 Grafik perbandingan rata-rata <i>Delay</i> yang dikelompokkan dalam sesi.	142
Gambar 4.47 Grafik hasil perbandingan rata-rata data <i>Delay</i> tiap <i>provider</i> .	143
Gambar 4.48 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-1.	144
Gambar 4.49 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-2.	145
Gambar 4.50 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-3.	146
Gambar 4.51 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-4.	147
Gambar 4.52 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-5.	148
Gambar 4.53 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-6.	149
Gambar 4.54 Grafik perbandingan <i>Jitter</i> hari ke-7.	150
Gambar 4.55 Grafik perbandingan rata-rata <i>Jitter</i> yang dikelompokkan dalam hari.	151
Gambar 4.56 Grafik perbandingan rata-rata <i>Jitter</i> yang dikelompokkan dalam lokasi.	152



Gambar 4.57 Grafik perbandingan rata-rata <i>Jitter</i> yang dikelompokkan dalam sesi.	153
Gambar 4.58 Grafik hasil perbandingan rata-rata data <i>Jitter</i> tiap <i>provider</i> .	154

## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Standar <i>Throughput</i> menurut TIPHON [17]	15
Tabel 2.2 Standar <i>Packet Loss</i> menurut TIPHON [16]	15
Tabel 2.3 Standar <i>Delay</i> menurut TIPHON [17]	16
Tabel 2.4 Standar <i>Jitter</i> menurut TIPHON [16]	16
Tabel 2.5 Standar <i>Quality of Service</i> Menurut TIPHON [14]	17
Tabel 3.1 Spesifikasi perangkat yang digunakan.	19
Tabel 4.1 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-1.	33
Tabel 4.2 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-2.	34
Tabel 4.3 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-3.	34
Tabel 4.4 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-4.	35
Tabel 4.5 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-5.	36
Tabel 4.6 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-6.	37
Tabel 4.7 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Telkomsel pada Hari ke-7.	38
Tabel 4.8 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-1.	39
Tabel 4.9 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-2.	40
Tabel 4.10 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-3.	41
Tabel 4.11 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-4.	42
Tabel 4.12 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-5.	43
Tabel 4.13 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-6.	43
Tabel 4.14 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Telkomsel pada Hari ke-7.	44
Tabel 4.15 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-1.	46
Tabel 4.16 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-2.	46

Tabel 4.17 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-3.	47
Tabel 4.18 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-4.	48
Tabel 4.19 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-5.	49
Tabel 4.20 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-6.	50
Tabel 4.21 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Telkomsel pada Hari ke-7.	51
Tabel 4.22 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-1.	52
Tabel 4.23 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-2.	53
Tabel 4.24 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-3.	54
Tabel 4.25 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-4.	55
Tabel 4.26 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-5.	56
Tabel 4.27 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-6.	57
Tabel 4.28 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Telkomsel pada Hari ke-7.	57
Tabel 4.29 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-1.	59
Tabel 4.30 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-2.	60
Tabel 4.31 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-3.	61
Tabel 4.32 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-4.	61
Tabel 4.33 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-5.	62
Tabel 4.34 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-6.	63
Tabel 4.35 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> XL pada Hari ke-7.	64
Tabel 4.36 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-1.	65
Tabel 4.37 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-2.	66
Tabel 4.38 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-3.	67
Tabel 4.39 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-4.	68

Tabel 4.40 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-5.	69
Tabel 4.41 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-6.	70
Tabel 4.42 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> XL pada Hari ke-7.	70
Tabel 4.43 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-1.	72
Tabel 4.44 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-2.	73
Tabel 4.45 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-3.	73
Tabel 4.46 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-4.	74
Tabel 4.47 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-5.	75
Tabel 4.48 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-6.	76
Tabel 4.49 Hasil pengukuran <i>Delay</i> XL pada Hari ke-7.	77
Tabel 4.50 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-1.	78
Tabel 4.51 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-2.	79
Tabel 4.52 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-3.	80
Tabel 4.53 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-4.	81
Tabel 4.54 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-5.	82
Tabel 4.55 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-6.	83
Tabel 4. 56 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> XL pada Hari ke-7.	84
Tabel 4.57 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-1.	85
Tabel 4.58 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-2.	86
Tabel 4.59 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-3.	87
Tabel 4.60 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-4.	88
Tabel 4.61 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-5.	88
Tabel 4.62 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-6.	89

Tabel 4.63 Hasil pengukuran <i>Throughput</i> Indosat pada Hari ke-7.	90
Tabel 4.64 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-1.	91
Tabel 4.65 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-2	92
Tabel 4.66 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-3.	93
Tabel 4.67 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-4.	94
Tabel 4.68 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-5.	95
Tabel 4.69 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-6.	96
Tabel 4.70 Hasil pengukuran <i>Packet Loss</i> Indosat pada Hari ke-7.	96
Tabel 4.71 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-1	98
Tabel 4.72 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-2	98
Tabel 4.73 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-3	99
Tabel 4.74 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-4.	100
Tabel 4.75 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-5.	101
Tabel 4.76 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-6.	102
Tabel 4.77 Hasil pengukuran <i>Delay</i> Indosat pada Hari ke-7.	103
Tabel 4.78 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-1.	104
Tabel 4.79 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-2.	105
Tabel 4.80 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-3.	106
Tabel 4.81 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-4.	107
Tabel 4.82 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-5.	108
Tabel 4.83 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-6.	108
Tabel 4.84 Hasil pengukuran <i>Jitter</i> Indosat pada Hari ke-7.	109
Tabel 4.85 Standar <i>Quality of Service</i> Telkomsel.	155

Tabel 4.86 Standar <i>Quality of Service</i> XL.	156
Tabel 4.87 Standar <i>Quality of Service</i> Indosat.	156

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
QoS	<i>Quality of Service</i> . QoS merupakan kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan kapasitas jaringan internet yang sesuai dengan standar yang ada.
BTS	<i>Base Transceiver Station</i> . BTS adalah suatu infrastruktur telekomunikasi yang memfasilitasi komunikasi nirkabel antara perangkat komunikasi dan jaringan operator.
kbps	<i>Kilobit per second</i> . Kbps adalah satuan dari parameter throughput.
ms	<i>Millisecond</i> . Ms adalah adalah satuan dari parameter <i>delay</i> dan <i>jitter</i> .
ETSI	<i>European Telecommunication Standards Institute</i> . ETSI adalah sebuah organisasi Eropa yang didirikan pada tahun 1988 dan bertanggung jawab untuk pembentukan standar telekomunikasi teknik.
TIPHON	<i>Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network</i> . TIPHON adalah salah satu standar yang dikeluarkan oleh ETSI.
SNR	<i>Signal to Noise Ratio</i> . SNR adalah suatu ukuran untuk menentukan kualitas dari sebuah sinyal yang terganggu oleh derau.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan internet pada saat ini sangat pesat. Kebutuhan manusia akan data dan informasi yang semakin meningkat menjadi salah satu alasan berkembangnya internet saat ini [1]. Internet pada saat ini merupakan sebuah alat bantu bagi manusia untuk menyelesaikan problematika atau memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan internet dapat dilihat dari penyebaran jaringan internet. Jaringan internet sangat populer untuk menunjang kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Penawaran akses internet juga tersedia dengan harga yang sangat rendah melalui jaringan seluler [2].

Di era sekarang, internet bukanlah hal yang sulit. Mengingat teknologi informasi ini sangat mendukung proses komunikasi dan perangkat infrastruktur lainnya, maka keberadaan internet di perkantoran, sekolah, kampus, atau fasilitas lainnya sangat dibutuhkan. Banyak operator penyedia jaringan yang mengklaim bahwa jaringan kecepatan internet mereka adalah yang terbaik, tetapi tidak semua operator seluler memiliki implementasi dan kemampuan jaringan 4G LTE yang sama. Perbedaan ini tidak hanya meliputi cakupan wilayah yang telah terlayani dengan jaringan 4G, tetapi juga meliputi kecepatan data maksimal yang bisa diakomodasi tiap operator seluler serta kinerja jaringan sesungguhnya yang dirasakan konsumen di lapangan. Para konsumen tentunya akan mencari dan memilih operator yang memiliki kualitas layanan yang baik, karena konsumen merasa kepuasan mereka sebagai pengguna internet telah terpenuhi dan rela mengeluarkan biaya untuk memperoleh akses internet yang terbaik menurut mereka.

Keinginan untuk memiliki internet yang tepat tidak lepas dari peningkatan kualitas layanan atau Quality of Service (QoS). Konektivitas secara universal melalui jaringan seluler juga sangat mendorong dalam pertumbuhan jaringan internet itu sendiri. Kecepatan transmisi data yang ditawarkan oleh masing-masing penyedia jaringan pun sangat bervariasi dan bersaing di pasaran [2].

Di Indonesia sendiri perkembangan teknologi jaringan 4G mengalami kemajuan yang sangat pesat bahkan beberapa operator jaringan sudah mengaplikasikan teknologi jaringan 5G, namun hal tersebut masih dalam tahap pengaplikasian dan belum terealisasi seluruhnya. Pada lingkungan sekitar Kampus Universitas Hasanuddin, masih banyak pengguna jaringan yang belum bisa menentukan *provider* terbaik untuk mereka, baik mahasiswa maupun penduduk di sekitar Kampus Universitas Hasanuddin.

Telkomsel menjadi operator seluler dengan pengguna terbanyak di Indonesia dengan memiliki 169,2 juta pelanggan pada tahun 2021, meningkat 5,7% dari periode yang sama tahun sebelumnya. Indosat berada di posisi kedua dengan memiliki 60,3 juta pelanggan pada tahun 2021, meningkat 5,3% dibanding pada tahun 2020. Selanjutnya diperingkat ketiga ada XL dengan 56,77 juta pelanggan pada tahun 2021, meningkat 1,96% dari tahun 2020 [3].

Untukantisipasi pemilihan penyedia layanan yang sesuai dengan yang diharapkan tersebut, diperlukan sebuah langkah pengukuran dan analisis jaringan telekomunikasi terutama di kawasan yang padat dengan pengguna layanan telekomunikasi. Pengukuran QoS pada kawasan padat pengguna layanan data, seperti sekitar kawasan kampus, diharapkan mampu memberikan solusi bagi para pengguna jaringan atau konsumen dalam pemilihan penyedia layanan terutama bagi mahasiswa sebagai pengguna data.

Melihat permasalahan tersebut, pada penelitian saat ini berinisiatif berfokus pada jaringan 4G dalam menganalisis dengan menggunakan QoS (Quality of Service) pada operator jaringan Telkomsel, Indosat, dan XL sebagai 3 *provider* dengan pengguna terbanyak di Indonesia dengan parameter QoS yang terbatas pada *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* di lingkungan Kampus Universitas Hasanuddin.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana melakukan pengujian terhadap jaringan 4G dengan operator

Telkomsel, Indosat, dan XL di Kampus Universitas Hasanuddin?

2. Bagaimana menganalisis kualitas layanan jaringan berbasis 4G dengan operator Telkomsel, Indosat, dan XL di Kampus Universitas Hasanuddin dengan menggunakan *software Wireshark*.
3. Bagaimana perbandingan kualitas layanan dari operator Telkomsel, Indosat, dan XL dengan parameter QoS?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara melakukan pengujian jaringan 4G dengan operator Telkomsel, Indosat, dan XL di Kampus Universitas Hasanuddin.
2. Mengetahui hasil analisis kualitas layanan jaringan berbasis 4G operator Telkomsel, Indosat, dan XL di Kampus Universitas Hasanuddin dengan melakukan pengujian *Quality of Service (QoS)* menggunakan *software Wireshark*.
3. Mengetahui perbandingan kualitas layanan operator Telkomsel, Indosat, dan XL dengan parameter QoS di Kampus Universitas Hasanuddin.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Bagi mahasiswa, penelitian ini memberikan pengetahuan kepada mahasiswa tentang pengukuran kualitas layanan atau QoS terhadap jaringan internet.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan atau sebagai bahan pertimbangan dalam memilih operator jaringan yang hendak digunakan pada operator jaringan 4G.
3. Bagi Institusi Pendidikan Departemen Teknik Elektro & pada bidang Teknologi Telekomunikasi dan Informasi, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi ilmiah untuk mengembangkan penelitian yang sejenis.

## **1.5 Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang menyimpang dari permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Pengukuran dan analisis kinerja jaringan berbasis 4G yang digunakan hanya meliputi operator Telkomsel, Indosat, dan XL dan dilakukan hanya di Kampus Universitas Hasanuddin.
2. Parameter yang digunakan dalam pengukuran QoS adalah *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.
3. Software yang digunakan dalam pengukuran parameter QoS adalah *Wireshark*.

## **1.6 Sistematika Penelitian**

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang uraian penjelasan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab berisi tentang teori dasar yang menunjang dan berhubungan dalam penulisan penelitian ini.

### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi tentang lokasi dan waktu penelitian, data penelitian, jenis pengambilan data, alat yang digunakan, prosedur penelitian, teknik pengolahan data pembuatan alur logika program (flowchart).

### **4. BAB IV HASIL DAN PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan software *Wireshark*.

### **5. BAB V KESIMPULAN**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai kesimpulan dan saran yang telah dilakukan pada penelitian

## **BAB II**

### **TINJAUN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisis**

Menurut Sugiyono, Analisis adalah proses mencari dan menyusun data secara sistematis yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan bahan-bahan lain, sehingga dapat dipahami dan dibagikan hasilnya kepada orang lain. Dengan kata lain, analisis adalah proses pengolahan data yang digunakan sebagai suatu informasi sehingga dapat dengan mudah dipahami dan juga juga dapat membantu untuk menemukan solusi dalam sebuah penelitian [4].

Analisis data merupakan kegiatan setelah data dari seluruh sumber data terkumpul. Kegiatan dalam analisis data adalah: mengelompokkan data berdasarkan variable dan jenis data, mentabulasi data berdasarkan variabel dari seluruh data yang terkumpul, menyajikan data tiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah [4].

#### **2.2 Internet**

Internet merupakan suatu jaringan komunikasi yang menghubungkan satu media elektronik dengan media yang lainnya [5]. Jaringan-jaringan tersebut saling terhubung menggunakan standar sistem global Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite (TCP/IP) sebagai protokol pertukaran paket (packet switching communication protocol) untuk melayani miliaran pengguna di seluruh dunia [6].

Jaringan internet dapat dikatakan sebagai sebuah sistem jaringan yang terbentuk dari beragam kumpulan sub-sub jaringan komputer yang tersebar di berbagai belahan bumi. Karena setiap bentuk jaringan komputer, kecil maupun besar, dapat dengan mudah dihubungkan ke jaringan ini. Dengan karakteristik yang demikian mengakibatkan jaringan internet tumbuh dengan pesat, tanpa ada pihak-pihak yang mengatur perkembangannya [7]. Sementara itu, istilah “internetworking” berarti cara atau prosesnya dalam menghubungkan rangkaian internet beserta penerapan aturannya yang telah disebutkan sebelumnya [5].

Tujuan dari jaringan internet antara lain, yaitu [8]:

1. Resource sharing/berbagi sumber data.
2. *High reliability*/kehandalan tinggi, maksudnya apabila salah satu komputer mati maka tidak berpengaruh pada komputer lainnya yang memiliki data yang sama.
3. Medium komunikasi yang luas, walaupun berada pada jarak yang saling berjauhan.
4. Akses informasi yang luas, mudah dan dapat menghemat waktu kinerja.

### 2.3 Sistem Telekomunikasi

Telekomunikasi berasal dari kata “*tele*” yang berarti jauh, dan “*komunikasi*” yang berarti sebuah proses interaksi antara satu pihak dengan pihak lain untuk menciptakan suatu hubungan. 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 [9].

Sistem adalah kesatuan, terdiri dari input, output dan proses. Dengan demikian, sistem telekomunikasi adalah suatu kesatuan yang terdiri dari bagian-bagian yang lebih kecil yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu yaitu pertukaran informasi. Dengan kata lain, Sistem Telekomunikasi adalah seluruh unsur atau elemen baik infrastruktur telekomunikasi, perangkat telekomunikasi, maupun penyelenggara telekomunikasi, sehingga komunikasi jarak jauh dapat dilakukan [10]. Agar dapat melakukan hubungan telekomunikasi tersebut, terdapat komponen – komponen sistem sebagai berikut:

*a. Informasi*

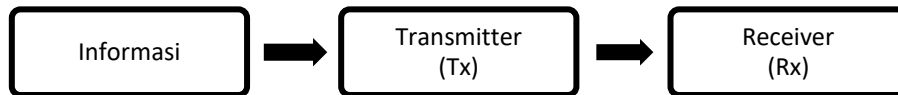
Informasi merupakan data yang akan dikirim ataupun diterima yang berupa suara, gambar, video, ataupun tulisan *file* [9].

*b. Transmitter*

Transmitter merupakan kumpulan komponen elektronik dan sirkuit yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal yang cocok untuk transmisi melalui media tertentu [9].

c. *Receiver*

Receiver merupakan kumpulan komponen dan sirkuit elektronik yang menerima pesan yang dikirimkan dari saluran dan mengubahnya kembali menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh manusia [9].



**Gambar 2.1** Sistem Telekomunikasi [9]

Terdapat 3 bagian bentuk komunikasi jarak jauh yang menggunakan sinyal telekomunikasi, yaitu [9]:

1. Komunikasi satu arah (*Simplex*)

Komunikasi *simplex* merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini hanya dapat melakukan pengiriman tanpa bisa menerima. Artinya, pengirim dan penerima tidak dapat menggunakan media yang sama untuk menjalin komunikasi.

Contoh: Radio dan TV Broadcast.

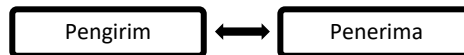


**Gambar 2.2** *Simplex* [9]

2. Komunikasi dua arah (*Full Duplex*)

Komunikasi *full duplex* merupakan metode komunikasi elektronik. Komunikasi jenis ini dapat mengirim dan menerima sebuah informasi sehingga dapat menjalin komunikasi menggunakan perangkat elektronik yang sama.

Contoh: Telepon.

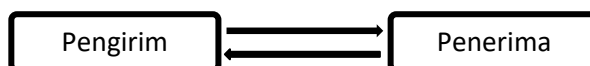


**Gambar 2.3** *Full Duplex* [9]

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

Komunikasi ini dapat mengirim dan menerima sebuah informasi namun cara berkomunikasi bergantian tapi tetap berkesinambungan.

Contoh: Radio matir, *citizen band* (CB) dan *handy talkie*.



**Gambar 2.4** *Half Duplex* [9]



## 2.4 Telekomunikasi Seluler

Seluler merupakan suatu sistem yang digunakan untuk berkomunikasi dalam hal ini komunikasi bergerak dengan menggunakan media transmisi tanpa kabel (ruang bebas), yang mampu memberikan derajat mobilitas yang baik pada user [11]. Seluler juga suatu bentuk komunikasi modern yang ditujukan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel. Telepon genggam atau telepon seluler (ponsel) atau *handphone* adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon yang menggunakan kabel (*nirkabel wireless*) [9].

Sekarang telepon genggam menjadi gadget yang multifungsi. Selain berfungsi untuk melakukan panggilan telepon, telepon genggam juga dilengkapi dengan banyak pilihan fitur, seperti dapat melakukan panggilan video, menangkap siaran radio dan televisi, memutar lagu dan video, kamera digital, game, alat pembayaran, dan layanan internet. Dengan banyaknya fitur-fitur yang tersedia di telepon genggam pada saat ini, sangat dapat membantu kebutuhan pelanggan di manapun dan kapanpun.

## 2.5 Evolusi Jaringan Telekomunikasi

Teknologi telepon genggam semakin berkembang setiap tahunnya, begitu pula dengan jaringan telekomunikasinya. Perkembangan jaringan yang terjadi hingga sekarang dapat dikatakan perkembangan yang sangat signifikan yang mengikuti kebutuhan komunikasi manusia baik berupa komunikasi suara maupun data [9].

Teknologi jaringan seluler berevolusi dari analog menjadi sistem digital, dari *circuit switching* menjadi teknologi *packet switching*. Evolusi terbagi menjadi beberapa generasi, yaitu generasi pertama (1G), generasi kedua (2G), generasi ketiga (3G), generasi keempat (4G) dan yang terbaru generasi kelima (5G) namun masih dalam tahap pengaplikasian dan belum terealisasi seluruhnya. Teknologi seluler generasi pertama masih berbasis analog, tetapi seiring dengan

perkembangan dan peningkatan jumlah pengguna telekomunikasi, maka teknologi digital mulai diterapkan.

### **2.5.1 Generasi Pertama (1G)**

Generasi pertama atau 1G merupakan teknologi handphone pertama yang diperkenalkan pada era 80-an dan masih menggunakan sistem analog. Generasi pertama ini menggunakan teknik komunikasi yang disebut Frequency Division Multiple Access (FDMA) [12]. Teknologi ini hanya menyediakan layanan berupa percakapan suara dan memiliki kecepatan yang rendah (*low speed*). Generasi 1G yang bersifat analog ini dikenal dengan istilah AMPS (*Analog Mobile Phone System*). Selain AMPS, NMT (*Nordic Mobile Comuncation*) dan ETACS (*Extened Total Access Telecommunication Service*) juga merupakan sistem analog yang digunakan pada ponsel generasi pertama [9].

### **2.5.2 Generasi Kedua (2G)**

Teknologi telekomunikasi seluler 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 [9]. Jaringan 2G merupakan jaringan yang pertama menawarkan layanan internet, namun kecepatan transfer data masih tergolong rendah dan dalam jangkauan masih terbatas.

### **2.5.3 Generasi Ketiga (3G)**

3G merupakan generasi ketiga dari teknologi jaringan komunikasi. Jaringan 3G memiliki kelebihan dari generasi sebelumnya, diantaranya menawarkan kualitas jaringan yang lebih baik., memiliki kemampuan mengakses internet melalui perangkat seperti *smartphone* dan memiliki jangkauan yang luas. Jaringan 3G juga menawarkan banyak fitur seperti layanan internet, panggilan

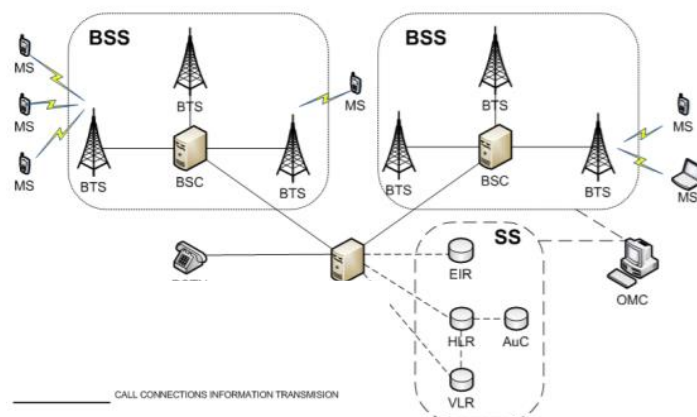
suara dan video, video *streaming* dengan kualitas tinggi, TV online, *game online*, dan masih banyak lagi. Jaringan 3G menggunakan teknologi W-CDMA (*Wideband – Coded Division Multiple Access*) atau biasa dikenal dengan UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) [13].

#### 2.5.4 Generasi Keempat (4G)

4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G. Nama resmi dari teknologi 4G ini menurut IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) adalah “3G and beyond”. Jaringan 4G menggunakan teknologi LTE (*Long Term Evolution*) yang dapat meningkatkan kapasitas dan kecepatan. 4G menawarkan kualitas jaringan yang jauh lebih baik dengan kecepatan transmisi yang berkisar antara 100 Mbps – 1 Gbps. Sistem 4G akan dapat menyediakan solusi IP yang komprehensif dimana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan dimana saja [13].

Teknologi generasi ke empat ini 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 baik [9].

### 2.6 Arsitektur Jaringan Telekomunikasi Seluler



**Gambar 2.5** Arsitektur Dasar Jaringan Telekomunikasi Seluler [14].

Arsitektur dasar jaringan sistem telekomunikasi selular adalah GSM (Global System for Mobile Communications). Terdapat 3 bagian utama arsitektur jaringan GSM, yaitu [14]:

1. *Base Station Subsystem* (BSS) atau disebut dengan *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). 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*. Di dalamnya termasuk modulasi signal, demodulasi, equalize signal, dan error coding.

- 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.

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* (*Mobile Switching Center*) 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 Internetworking Function (IWF). MSC merupakan inti dari sebuah NSS.

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.

c. VLR (*Visitor Location Register*)

VLR (*Visitor Location Register*) berisi database sementara dari pelanggan, yang digunakan untuk pelanggan lokal dan yang sedang melakukan *roaming*. VLR memiliki pertukaran data yang lebih luas daripada HLR. VLR diakses oleh MSC untuk setiap panggilan dan MSC dihubungkan dengan sebuah VLR.

d. AuC (*Authentication 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.

e. EIR (*Equipment Identity Register*)

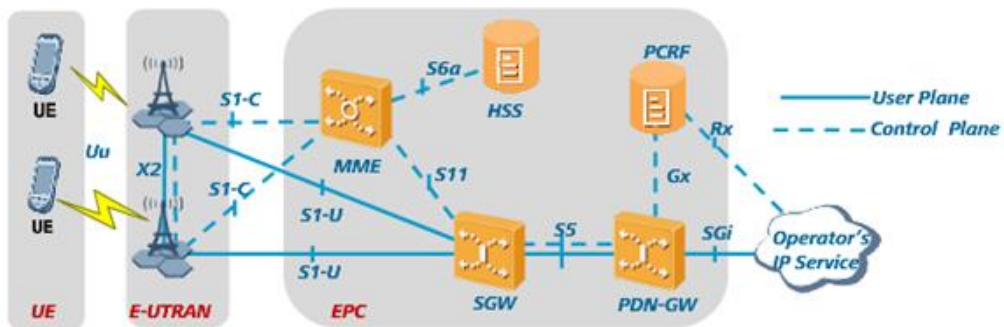
EIR memuat 3 kategori data-data peralatan pelanggan, yaitu:

- 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.

3. *Operation and Support System (OSS)* atau sering juga disebut dengan *Operation and Maintenance Center (OMC)* bertanggung jawab untuk mengontrol dan memonitor jaringan GSM (semua elemen jaringan) dan mengkombinasikan semua fungsi untuk menjaga konsistensi fungsional sistem secara global. *Operation and Maintenance Center (OMC)* juga melakukan pengaturan pelanggan dan tagihan.

## 2.7 Arsitektur Jaringan 4G



**Gambar 2.6** Arsitektur Jaringan 4G LTE [15].

Bagian-bagian arsitektur 4G LTE antara lain adalah [15]:

1. *User Equipment (UE)*  
*User equipment* merupakan sebuah perangkat dalam suatu jaringan LTE yang terletak paling ujung dan berdekatan dengan user contohnya adalah gadget atau smartphone.
2. *Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*  
E-UTRAN merupakan suatu sistem pada arsitektur LTE yang berfungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan core. Pada jaringan LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni Evolved Node B (eNode B).
3. *Evolved Packet Core (EPC)*  
*Evolved Packet Core (EPC)* terdiri dari beberapa komponen diantaranya:
  - a. *Mobility Management Entity (MME)*  
*Mobility Management Entity (MME)* merupakan sebuah pengontrol dari setiap node pada jaringan LTE. Pada saat UE dalam keadaan idle

atau diam maka MME akan bertanggung jawab dalam melakukan prosedur tracking dan paging yang di dalamnya mencakup retransmission.

b. *Home Subscriber Server (HSS)*

HSS adalah sebuah system database yang membantu MME dalam melakukan manajemen dan pengamanan bagi setiap pelanggan. HSS sendiri merupakan kombinasi dari *Home Location Register (HLR)* dan *Authentication Centre (AuC)* yang digunakan untuk autentifikasi.

c. *Serving Gateway (SGW)*

*Serving Gateway* atau *SGW* memiliki fungsi mengatur dan meneruskan paket data dari masing-masing *user (UE)*. *Serving Gateway* juga berfungsi sebagai penghubung antara jaringan LTE dengan teknologi jaringan 3GPP lainnya seperti 2G (GSM/EDGE) dan 3g (UMTS).

d. *Packet Data Network Gateway (PDN-GW/ PGW)*

PGW memiliki fungsi sebagai penyedia hubungan atau konektivitas antara pengguna (UE) dengan jaringan paket data, serta berfungsi sebagai penghubung antara teknologi LTE dengan teknologi non 3GPP (WiMAX) dan 3GPP2 (CDMA2000 1x dan EVDO).

e. *Policy and Charging Rule Function (PCRF)*

*Policy and Charging Rule Function (PCRF)* berfungsi untuk menangani QoS serta mengontrol rating, charging dan billing.

## 2.8 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan kapasitas jaringan internet yang sesuai dengan standar yang ada. Quality of Service (QoS) digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis. Quality of Service didesain untuk membantu user menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan [16].

### 2.8.1 Parameter Quality of Service

Terdapat beberapa parameter Quality of Service, yaitu sebagai berikut:

#### 1. *Throughput*

*Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut. *Throughput* biasanya diukur dalam bit per detik (bit/s atau bps). Perhitungan nilai *throughput* dirumuskan sebagai berikut [17]:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Byte yang diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \times 8 \quad (2.1)$$

**Tabel 2.1** Standar *Throughput* menurut TIPHON [17]

Nilai Indeks	<i>Throughput</i>	Kategori
4	> 1200 kbps	<i>Perfect</i>
3	700 – 1200 kbps	<i>Good</i>
2	338 – 700 kbps	<i>Medium</i>
1	0 – 338 kbps	<i>Poor</i>

#### 2. *Packet Loss*

*Packet loss* adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket data yang hilang pada saat melakukan transmisi data di dalam jaringan. Perhitungan nilai *packet loss* dirumuskan sebagai berikut [16]:

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Total paket dikirim} - \text{Total paket diterima})}{\text{Total Paket Dikirim}} \times 100\% \quad (2.2)$$

**Tabel 2.2** Standar *Packet Loss* menurut TIPHON [16]

Nilai Indeks	<i>Packet Loss</i>	Kategori
4	0% - 2%	<i>Perfect</i>
3	3% - 14%	<i>Good</i>
2	15% – 24%	<i>Medium</i>
1	> 25%	<i>Poor</i>



### 3. Delay

*Delay* merupakan total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Perhitungan nilai *delay* dirumuskan sebagai berikut [17]:

$$\text{Rata-rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket Diterima}} \quad (2.3)$$

**Tabel 2.3** Standar *Delay* menurut TIPHON [17]

Nilai Indeks	<i>Delay</i>	Kategori
4	<150 ms	<i>Perfect</i>
3	150 ms – 300 ms	<i>Good</i>
2	300 ms – 450 ms	<i>Medium</i>
1	> 450 ms	<i>Poor</i>

### 4. Jitter

*Jitter* adalah variasi kedatangan paket, hal ini diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan. Perhitungan nilai *jitter* dirumuskan sebagai berikut [16]:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total Paket Diterima}-1} \quad (2.4)$$

**Tabel 2.4** Standar *Jitter* menurut TIPHON [16]

Nilai Indeks	<i>Jitter</i>	Kategori
4	0 ms	<i>Perfect</i>
3	1 ms - 75 ms	<i>Good</i>
2	76 ms – 125 ms	<i>Medium</i>
1	> 125 ms	<i>Poor</i>

## 2.8.2 Standarisasi ETSI-TIPHON

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 [14]. Salah satu standar yang dikeluarkan oleh ETSI adalah TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*), tahun 1998 yang mengeluarkan standar penilaian QoS (Quality of Service) untuk parameter *Throughput*, *Delay*, *Jitter* dan *Packet Loss* [14].

**Tabel 2.5** Standar *Quality of Service* Menurut TIPHON [14]

<b>Nilai Indeks</b>	<b>Persentase QoS (%)</b>	<b>Kategori</b>
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>

## 2.9 Provider

### 1. Telkomsel

Telkomsel adalah salah satu perusahaan operator telekomunikasi seluler di Indonesia. Saat ini Telkomsel menjadi operator telekomunikasi seluler terbesar di Indonesia yang mengoperasikan 236 ribu BTS (Base Tranceiver Station) [18] dan melayani lebih dari 170 juta pelanggan [19]. Rincian alokasi pita frekuensi Telkomsel adalah sebagai berikut [20]:

- Frekuensi 850 MHz dengan lebar pita 7,5 MHz
- Frekuensi 900 MHz dengan lebar pita 2 x 7,5 (15) MHz
- Frekuensi 1,8 GHz dengan lebar pita 2 x 22,5 (45) MHz
- Frekuensi 2,1 GHz dengan lebar pita 2 x 15 (30) MHz

- Frekuensi 2,3 GHz dengan lebar pita 50 MHz

## 2. Indosat

Indosat adalah salah satu perusahaan telekomunikasi seluler di Indonesia. Indosat menjadi operator seluler yang memiliki alokasi pita frekuensi terbesar kedua. Rincian alokasi pita frekuensi XL sebagai berikut [20]:

- Frekuensi 850 MHz dengan lebar pita 2,5 MHz
- Frekuensi 900 MHz dengan lebar pita 2 x 10 (20) MHz
- Frekuensi 1,8 GHz dengan lebar pita 2 x 20 (40) MHz
- Frekuensi 2,1 GHz dengan lebar pita 2 x 15 (30) MHz

## 3. XL

XL merupakan sebuah produk telekomunikasi yang dikeluarkan oleh PT XL Axiata Tbk. XL mulai beroperasi secara komersial pada tanggal 8 Oktober 1996, dan merupakan perusahaan swasta pertama yang menyediakan layanan telepon seluler di Indonesia [2]. Daftar pita frekuensi yang dimiliki XL adalah sebagai berikut [20]:

- Frekuensi 900 MHz dengan lebar pita 2 x 7,5 (15) MHz
- Frekuensi 1,8 GHz dengan lebar pita 2 x 22,5 (45) MHz
- Frekuensi 2,1 GHz dengan lebar pita 2 x 15 (30) MHz

### 2.10 Wireshark

*Wireshark* adalah sebuah aplikasi penganalisa paket jaringan yang berkerja dengan cara menangkap paket jaringan dan menampilkan data dari sebuah paket secara rinci. Wireshark dapat dianalogikan sebagai sebuah packet analyzer jaringan sebagai alat ukur yang dapat digunakan untuk memeriksa apa yang terjadi pada suatu jaringan [17]. *Wireshark* sendiri merupakan free tools untuk *Network Analyzer* yang ada saat ini. Dan tampilan dari *wireshark* ini sendiri terbilang sangat bersahabat dengan user karena menggunakan tampilan grafis atau GUI (*Graphical User Interface*) [8].