

**ANALISA DAN PERBANDINGAN KUALITAS INTERNET
JARINGAN 4G PADA PROVIDER SELULER DI KOTA
GORONTALO MENGGUNAKAN STANDAR
PENGUKURAN QOS (*QUALITY
OF SERVICE*)**

Oleh

TRI LAKSONO PUTRA ANTULE

T3118012

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar Sarjana**



**PROGRAM SARJANA
TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
GORONTALO
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISA DAN PERBANDINGAN KUALITAS INTERNET
JARINGAN 4G PADA PROVIDER SELULER DI KOTA
GORONTALO MENGGUNAKAN STANDAR
PENGUKURAN QOS (*QUALITY
OF SERVICE*)**

Oleh

TRI LAKSONO PUTRA ANTULE

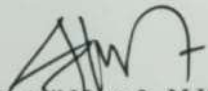
T3118012

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Teknik Informatika,
Ini telah disetujui oleh Tim Pembimbing

Gorontalo, 10 September 2022

Pembimbing I


Yasin Arif Mustofa, M.Kom
NIDN: 0926088503

Pembimbing II


Warid Yunus, M.Kom
NIDN: 0914059001

PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISA DAN PERBANDINGAN KUALITAS INTERNET JARINGAN 4G PADA PROVIDER SELULER DI KOTA GORONTALO MENGGUNAKAN STANDAR PENGUKURAN QOS (*QUALITY OF SERVICE*)

Oleh

Tri Laksono Putra Antule

T3118012

Diperiksa oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)

Universitas Ichsan Gorontalo

1. Ketua Penguji
Jorry Karim, M.Kom
2. Anggota
Budy Santoso, S.Kom, M.Eng
3. Anggota
Rofiq Harun, M.Kom
4. Anggota
Yasin Aril Mustofa, M.Kom
5. Anggota
Warid Yunus, M.Kom

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Jorry Karim, M.Kom

NIDN.0918077302

Ketua Program Studi

Sudirman S. Panna, M.Kom

NIDN. 0924038205

PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis (Skripsi) saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk gelar akademik (Sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis (Skripsi) saya ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis (Skripsi) saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan pula daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma-norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, 10 September 2022

Yang Membuat Pernyataan,



METERAI
TEMPEL
10.000
2EAAJX995590861

Tri Laksono Putra Antule

ABSTRACT

TRI LAKSONO PUTRA ANTULE. T3118012. ANALYSIS AND COMPARISON OF 4G NETWORK INTERNET QUALITY ON CELLULAR PROVIDER IN GORONTALO CITY USING QOS (QUALITY OF SERVICE) MEASUREMENT STANDARDS

In the city of Gorontalo, there are several service providers, namely 3 (Three), Telkomsel, XL Axiata, Indosat Ooredoo, and Axis, with high-speed offers. It affects competition in capturing service users. There are also Blank Spots in several places in Gorontalo City. In anticipating the selection of service providers as expected, a comparative analysis of telecommunication networks is needed, especially in densely populated areas of data service users such as the one in Gorontalo City. This study aims to analyze and compare the quality of the 4G internet network using QoS (Quality of Service) on Telkomsel, 3 (Three), and XL network internet providers with QoS parameters limited to Throughput, Jitter, Delay, and Packet Loss. The loss is adjusted to the TIPHON standards. The supporting method for this study is the QoS method. It is a tool to measure network state and is a task to define the characteristics and properties of a service. The QoS is used to measure a set of performance attributes determined and associated with better services on certain network traffic. This study indicates that QoS manages to describe the quality of the 4G network internet from the three recommended providers with different Throughput, Jitter, Delay, and Packet Loss values from each location, such as the provider recommended for use in the Mufidah area, namely the Telkomsel provider.

Keywords: QoS (Quality of Service), TIPHON, provider

ABSTRAK

TRI LAKSONO PUTRA ANTULE. T3118012. ANALISA DAN PERBANDINGAN KUALITAS INTERNET JARINGAN 4G PADA PROVIDER SELULER DI KOTA GORONTALO MENGGUNAKAN STANDAR PENGUKURAN QOS (QUALITY OF SERVICE)

Di Kota Gorontalo memiliki beberapa penyedia layanan atau *provider*, yaitu 3 (Three), Telkomsel, XL Axiata, Indosat Ooredoo dan Axis dengan penawaran kecepatan yang tinggi memberikan dampak persaingan dalam merebut konsumen pengguna layanan. Terdapat juga *Blank Spot* di beberapa tempat yang ada di Kota Gorontalo. Untuk antisipasi pemilihan penyedia layanan yang sesuai dengan yang diharapkan tersebut, diperlukan sebuah langkah analisa perbandingan jaringan telekomunikasi terutama di kawasan padat pengguna layanan data seperti yang ada di Kota Gorontalo. Tujuan penelitian ini yaitu penulis berinisiatif dan berfokus pada kualitas internet jaringan 4G dalam menganalisa dan membandingkan menggunakan QoS (*Quality of Service*) pada provider internet jaringan Telkomsel, 3 (Three), dan XL dengan parameter QoS yang terbatas pada *Throughput*, *Jitter*, *Delay* dan *Packet Loss* lalu akan disesuaikan dengan berdasarkan standarisasi TIPHON. Metode pendukung penelitian ini adalah metode QoS, yang singkatnya merupakan *tools* untuk mengukur keadaan jaringan dan merupakan tugas untuk mendefinisikan karakteristik dan properti dari suatu layanan, serta QoS digunakan untuk mengukur satu set atribut kinerja yang ditentukan dan terkait dengan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu. Penelitian ini menghasilkan bahwa QoS berhasil memaparkan kualitas internet jaringan 4G dari ketiga provider yang direkomendasikan berbeda nilai *Throughput*, *Jitter*, *Delay* dan *Packet Loss* dari setiap lokasi, seperti *Provider* yang direkomendasikan untuk digunakan di lokasi area Mufidah yaitu *provider* telkomsel.

Kata Kunci : QoS (*Quality of Service*), TIPHON, *Provider*



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ANALISA DAN PERBANDINGAN KUALITAS INTERNET JARINGAN 4G PADA PROVIDER SELULER DI KOTA GORONTALO MENGGUNAKAN STANDAR PENGUKURAN QOS (*QUALITY OF SERVICE*)”, sebagai salah satu syarat Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun materil. Untuk itu, dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Dra. Juriko Abdussamad, M.si, selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo;
2. Dr. Abdul Gaffar La Tjokke, M.si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo;
3. Jorry Karim, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo;
4. Sudirman Melangi, M.Kom, selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo;p
5. Irma Surya Kumala Idris, M.Kom, selaku Wakil Dekan II Bidang Administrasi Umum dan Keuangan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan;
6. Sudirman S. Panna, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo;
7. Yasin Aril Mustofa, M.Kom, selaku Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan usulan penelitian ini;
8. Warid Yunus, M.Kom, selaku Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan usulan penelitian ini;

9. Bapak dan Ibu Dosen Universitas Ichsan Gorontalo yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai disiplin ilmu kepada penulis;
10. Kedua Orang Tua saya yang tercinta, atas segala kasih sayang, jerih payah, doa restu serta telah mendukung penulis mencapai cita-cita untuk menjadi seorang sarjana;
11. Rekan-rekan seperjuangan dan ucul squad yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan moril yang sangat besar kepada penulis;
12. Kepada Cindy Febriani Ishak, S.Pd, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan balasan atas jasa-jasa mereka kepada kami. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang telah dicapai ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang konstruktif. Akhirnya penulis berharap semoga hasil yang telah dicapai ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Gorontalo, 10 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Studi	5
2.2 Tinjauan Pustaka	9
2.2.1 Sistem Telekomunikasi	9
2.2.2 Telekomunikasi Seluler.....	11
2.2.3 Jaringan Selular 4G LTE (<i>Long Terms Evolution</i>)	11

2.2.4	Internet	13
2.2.5	Provider	13
2.2.6	QoS (<i>Quality of Service</i>)	14
2.2.7	Wireshark	18
2.3	Kerangka Pemikiran	19
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Jenis, Metode, Subjek, Objek, Waktu, dan Lokasi Penelitian.....	20
3.2	Observasi Awal	20
3.3	Metode Pengambilan Data	20
3.4	Analisa Sistem.....	21
3.5	Topologi Sistem.....	23
3.6	Peta Lokasi Pengambilan Data	24
3.7	Pengujian Sistem	27
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		29
4.1	Tahapan Pengumpulan Data.....	29
4.1.1	Rancangan Sistem Pengambilan Data.....	29
4.1.2	Proses Tahapan Awal Pengumpulan Data	30
4.1.3	Tahapan Kedua Pengumpulan Data Kebutuhan Bandwidth.....	30
4.2	Hasil Analisis Pengumpulan Data	30
4.2.1	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mufidah Pada Pagi Hari	31
4.2.2	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mufidah Pada Siang Hari	31
4.2.3	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mufidah Pada Malam Hari	32

4.2.4	Hasil Pengumpulan Data Speed Test Di lokasi Area Mufidah Pada Pagi, Siang Dan Malam	33
4.2.5	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Pagi Hari	34
4.2.6	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Siang Hari	34
4.2.7	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Malam Hari	35
4.2.8	Hasil Pengumpulan data Speed Test Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Pagi, Siang dan Malam	36
4.2.9	Hasil Pengumpulan Data Keteiga Provider Di Lokasi Area Mixue Pada Pagi Hari	37
4.2.10	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mixue Pada Siang Hari	37
4.2.11	Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mixue Pada Malam Hari.....	38
4.2.12	Hasil Pengumpulan Data Speed Test Di Lokasi Area Mixue Pada Pagi, Siang dan Malam	39
4.3	Pengukuran Parameter <i>Throughput</i> , <i>Packet Loss</i> , <i>Delay</i> dan <i>Jitter</i> Di Lokasi Area Mufidah.....	40
4.3.1	<i>Throughput</i> provider Telkomsel di pagi hari	40
4.3.2	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	40
4.3.3	<i>Delay</i> Provider Telkomsel di pagi hari	40
4.3.4	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	42
4.3.5	<i>Throughput</i> provider XL di pagi hari.....	43
4.3.6	<i>Packet Loss</i> provider XL di pagi hari	43
4.3.7	<i>Delay</i> provider XL di pagi hari	43

4.3.8	<i>Jitter</i> provider XL di pagi hari	44
4.3.9	<i>Throughput</i> provider Three (3) di pagi hari	45
4.3.10	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di pagi hari.....	46
4.3.11	<i>Delay</i> provider Three (3) di pagi hari	46
4.3.12	<i>Jitter</i> provider Three (3) di pagi hari.....	47
4.3.13	<i>Throughput</i> provider Telkomsel di siang hari.....	49
4.3.14	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di siang hari	49
4.3.15	<i>Delay</i> provider Telkomsel di siang hari	49
4.3.16	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di siang hari	50
4.3.17	<i>Throughput</i> provider XL di siang hari	50
4.3.18	<i>Packet Loss</i> provider XL di siang hari.....	50
4.3.19	<i>Delay</i> provider XL di siang hari.....	50
4.3.20	<i>Jitter</i> provider XL di siang hari.....	51
4.3.21	<i>Throughput</i> provider Three (3) di siang hari.....	51
4.3.22	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di siang hari	51
4.3.23	<i>Delay</i> provider Three (3) di siang hari.....	52
4.3.24	<i>Jitter</i> provider Three (3) di siang hari	52
4.3.25	<i>Throughput</i> provider Telkomsel di malam hari	52
4.3.26	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di malam hari.....	53
4.3.27	<i>Delay</i> provider Telkomsel di malam hari.....	53
4.3.28	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di malam hari.....	53
4.3.29	<i>Throughput</i> provider XL di malam hari.....	53
4.3.30	<i>Packet Loss</i> provider XL di malam hari	54
4.3.31	<i>Delay</i> provider XL di malam hari	54
4.3.32	<i>Jitter</i> provider XL di malam hari	54

4.3.33	<i>Throughput</i> provider Three (3) di malam hari	54
4.3.34	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di malam hari.....	55
4.3.35	<i>Delay</i> provider Three (3) di malam hari	55
4.3.36	<i>Jitter</i> provider Three (3) di malam hari.....	55
4.4	Pengukuran Parameter <i>Throughput</i> , <i>Packet Loss</i> , <i>Delay</i> dan <i>Jitter</i> Di Lokasi Area Jl. Gelatik.....	56
4.4.1	<i>Throughput</i> provider Telkomse di pagi hari	56
4.4.2	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	56
4.4.3	<i>Delay</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	56
4.4.4	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	58
4.4.5	<i>Throughput</i> provider XL di pagi hari.....	59
4.4.6	<i>Packet Loss</i> provider XL di pagi hari	59
4.4.7	<i>Delay</i> provider XL di pagi hari	59
4.4.8	<i>Jitter</i> provider XL di pagi hari	60
4.4.9	<i>Throughput</i> provider Three (3) di pagi hari	61
4.4.10	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di pagi hari.....	62
4.4.11	<i>Delay</i> provider Three (3) di pagi hari	62
4.4.12	<i>Jitter</i> provider Three (3) di pagi hari.....	63
4.4.13	<i>Throughput</i> provider Telkomsel di siang hari.....	65
4.4.14	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di siang hari	65
4.4.15	<i>Delay</i> provider Telkomsel di siang hari	65
4.4.16	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di siang hari	65
4.4.17	<i>Throughput</i> provider XL di siang hari	66
4.4.18	<i>Packet Loss</i> provider XL di siang hari.....	66
4.4.19	<i>Delay</i> provider XL di siang hari.....	66

4.4.20	<i>Jitter</i> provider XL di siang hari.....	67
4.4.21	Throughput provider Three (3) di siang hari	67
4.4.22	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di siang hari	67
4.4.23	<i>Delay</i> provider Three (3) di siang hari.....	67
4.4.24	<i>Jitter</i> provider Three (3) di siang hari	68
4.4.25	Throughput provider Telkomsel di malam hari	68
4.4.26	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di malam hari.....	68
4.4.27	<i>Delay</i> provider Telkomsel di malam hari.....	69
4.4.28	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di malam hari.....	69
4.4.29	Throughput provider XL di malam hari.....	69
4.4.30	<i>Packet Loss</i> provider XL di malam hari	70
4.4.31	<i>Delay</i> provider XL di malam hari	70
4.4.32	<i>Jitter</i> provider XL di malam hari	70
4.4.33	Throughput provider Three (3) di malam hari	71
4.4.34	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di malam hari.....	71
4.4.35	<i>Delay</i> provider Three (3) di malam hari	71
4.4.36	<i>Jitter</i> provider Three (3) di malam hari.....	71
4.5	Pengukuran Parameter <i>Throughput</i> , <i>Packet Loss</i> , <i>Delay</i> dan <i>Jitter</i> Di Lokasi Area Mixue	72
4.5.1	Throughput provider Telkomsel di pagi hari	72
4.5.2	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	72
4.5.3	<i>Delay</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	72
4.5.4	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di pagi hari.....	74
4.5.5	Throughput provider XL di pagi hari.....	75
4.5.6	<i>Packet Loss</i> provider XL di pagi hari	75

4.5.7	<i>Delay</i> provider XL di pagi hari	75
4.5.8	<i>Jitter</i> provider XL di pagi hari	76
4.5.9	<i>Throughput</i> provider Three (3) di pagi hari	77
4.5.10	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di pagi hari.....	78
4.5.11	<i>Delay</i> provider Three (3) di pagi hari	78
4.5.12	<i>Jitter</i> provider Three (3) di pagi hari.....	79
4.5.13	<i>Throughput</i> provider Telkomsel di siang hari.....	81
4.5.14	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di siang hari	81
4.5.15	<i>Delay</i> provider Telkomsel di siang hari	81
4.5.16	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di siang hari	81
4.5.17	<i>Throughput</i> provider XL di siang hari	82
4.5.18	<i>Packet Loss</i> provider XL di siang hari.....	82
4.5.19	<i>Delay</i> provider XL di siang hari.....	82
4.5.20	<i>Jitter</i> provider XL di siang hari.....	83
4.5.21	<i>Throughput</i> provider Three (3) di siang hari.....	83
4.5.22	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di siang hari	83
4.5.23	<i>Delay</i> provider Three (3) di siang hari.....	83
4.5.24	<i>Jitter</i> provider Three (3) di siang hari	84
4.5.25	<i>Throughput</i> provider Telkomsel di malam hari	84
4.5.26	<i>Packet Loss</i> provider Telkomsel di malam hari.....	84
4.5.27	<i>Delay</i> provider Telkomsel di malam hari.....	84
4.5.28	<i>Jitter</i> provider Telkomsel di malam hari.....	85
4.5.29	<i>Throughput</i> provider XL di malam hari.....	85
4.5.30	<i>Packet Loss</i> provider XL di malam hari	85
4.5.31	<i>Delay</i> provider XL di malam hari	86

4.5.32	<i>Jitter</i> provider XL di malam hari	86
4.5.33	<i>Throughput</i> provider Three (3) di malam hari	86
4.5.34	<i>Packet Loss</i> provider Three (3) di malam hari.....	86
4.5.35	<i>Delay</i> provider Three (3) di malam hari	87
4.5.36	<i>Jitter</i> provider Three (3) di malam hari.....	87
4.6	Perbandingan Hasil Analisa Pengukuran	88
4.6.1	Analisa Data Hasil Perhitungan Di Lokasi Area Mufidah.....	88
4.6.2	Analisa Data Hasil Perhitungan Di Lokasi Area Jl. Gelatik	89
4.6.3	Analisa Data Hasil Perhitungan Di Lokasi Area Mixue	90
4.6.4	Nilai <i>Throughput</i> Di Lokasi Area Mufidah	91
4.6.5	Nilai <i>Packet Loss</i> Di Lokasi Area Mufidah	92
4.6.6	Nilai <i>Delay</i> Di Lokasi Area Mufidah.....	93
4.6.7	Nilai <i>Jitter</i> Di Lokasi Area Mufidah.....	94
4.6.8	Perbandingan Nilai <i>Speed Test</i> Di Lokasi Area Mufidah	95
4.6.9	Nilai <i>Throughput</i> Di Lokasi Area Jl. Gelatik.....	96
4.6.10	Nilai <i>Packet Loss</i> Di Lokasi Area Jl. Gelatik	97
4.6.11	Nilai <i>Delay</i> Di Lokasi Area Jl. Gelatik	98
4.6.12	Nilai <i>Jitter</i> Di Lokasi Area Jl. Gelatik	99
4.6.13	Perbandingan Nilai <i>Speed Test</i> Di Lokasi Area Jl. Gelatik	100
4.6.14	Nilai <i>Throughput</i> Di Lokasi Area Mixue.....	101
4.6.15	Nilai <i>Packet Loss</i> Di Lokasi Area Mixue	102
4.6.16	Nilai <i>Delay</i> Di Lokasi Area Mixue	103
4.6.17	Nilai <i>Jitter</i> Di Lokasi Area Mixue	104
4.6.18	Perbandingan Nilai <i>Speed Test</i> Di Lokasi Area Mixue	105

BAB V PEMBAHASAN	106
5.1 Pembahasan Sistem Pengumpulan Data.....	106
5.1.1 Langkah Pertama Pengumpulan Data Menggunakan <i>Smartphone</i>	106
5.1.2 Langkah Kedua Pengumpulan Data Menggunakan Laptop.....	108
BAB VI PENUTUP	111
6.1 Kesimpulan.....	111
6.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Sistem Telekomunikasi	9
Gambar 2.2: Simplex.....	10
Gambar 2.3: Full Duplex.....	10
Gambar 2.4: Half Duplex	10
Gambar 2.5: Kerangka Pemikiran	19
Gambar 3.1: Flowchart Analisa Pengukuran	22
Gambar 3.2: Skema Pengambilan Data.....	23
Gambar 3.3: Jarak Tower Provider 3 (Three) 442m	24
Gambar 3.4: Jarak Tower Provider XL 450m.....	24
Gambar 3.5: Jarak Tower Provider Telkomsel 159m	25
Gambar 3.6: Jarak Tower Provider XL 257m.....	25
Gambar 3.7: Jarak Tower Provider 3 (Three) 487m	25
Gambar 3.8: Jarak Tower Provider Telkomsel 143m	26
Gambar 3.9: Jarak Tower Provider Telkomsel 321m	26
Gambar 3.10: Jarak Tower Provider XL 63m.....	26
Gambar 3.11: Jarak Tower Provider 3 (Three) 478m	27
Gambar 3.12: <i>Flowchart</i> Pengujian Sistem	27
Gambar 4.1: Rancangan Sistem Pengambilan Data.....	29
Gambar 4.2: Grafik Nilai Throughput.....	91
Gambar 4.3: Grafik Nilai Packet Loss.....	92
Gambar 4.4: Grafik Nilai Delay.....	93
Gambar 4.5: Grafik Nilai Jitter.....	94
Gambar 4.6: Grafik Nilai Throughput.....	96
Gambar 4.7: Grafik Nilai Packet Loss.....	97
Gambar 4.8: Grafik Nilai Delay	98
Gambar 4.9: Grafik Nilai jitter	99
Gambar 4.10: Grafik Nilai Throughput.....	101
Gambar 4.11: Grafik Nilai Packet Loss.....	102
Gambar 4.12: Grafik Nilai Delay	103
Gambar 4.13: Grafik Nilai Jitter.....	104

Gambar 5.1: Tampilan Software Open Signal	106
Gambar 5.2: Tampilan Software Open Signal	106
Gambar 5.3: Tampilan Software Google Earth.....	107
Gambar 5.4: Tampilan Software Speed Test.....	107
Gambar 5.5: sumber (wireshark).....	108
Gambar 5.6: sumber (wireshark).....	108
Gambar 5.7: sumber (wireshark).....	109
Gambar 5.8: sumber (wireshark).....	109
Gambar 5.9: sumber (wireshark).....	110
Gambar 5.10: sumber (wireshark).....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Tinjauan Studi.....	5
Tabel 2.2: Indeks Parameter QoS.....	15
Tabel 2.3: Kategori Throughput.....	15
Tabel 2.4: Kategori Packet Loss	16
Tabel 2.5: Kategori Delay	17
Tabel 2.6: Kategori Jitter.....	17
Tabel 4.1: Hasil Pengumpulan Data Pagi.....	31
Tabel 4.2: Hasil Pengumpulan Data Siang.....	31
Tabel 4.3: Hasil Pengumpulan Data Malam	32
Tabel 4.4: Hasil Pengumpulan Data Besaran Sinyal Setiap Provider.....	33
Tabel 4.5: Hasil Pengambilan Data Pagi.....	34
Tabel 4.6: Hasil Pengumpulan Data Siang.....	34
Tabel 4.7: Hasil Pengumpulan Data Malam	35
Tabel 4.8: Hasil Pengumpulan Data Besaran Sinyal Setiap Provider.....	36
Tabel 4.9: Hasil Pengumpulan Data Pagi.....	37
Tabel 4.10: Hasil Pengumpulan Data Siang.....	37
Tabel 4.11: Hasil Pengumpulan Data Malam	38
Tabel 4.12: Hasil Pengumpulan Data Besaran Sinyal Setiap Provider.....	39
Tabel 4.13: Contoh Perhitungan Delay	41
Tabel 4.14: Contoh Perhitungan Jitter.....	42
Tabel 4.15: Contoh Perhitungan Delay	44
Tabel 4.16: Contoh Perhitungan Jitter.....	45
Tabel 4.17: Hasil Perhitungan Delay	47
Tabel 4.18: Hasil Perhitungan <i>Jitter</i>	48
Tabel 4.19: Hasil Perhitungan Delay	57
Tabel 4.20: Cara Perhitungan Jitter.....	58
Tabel 4.21: Cara Perhitungan Delay	60
Tabel 4.22: Cara Perhitungan Jitter.....	61
Tabel 4.23: Cara Perhitungan Delay	63
Tabel 4.24: Cara Perhitungan Jitter.....	64

Tabel 4.25: Cara Perhitungan Delay	73
Tabel 4.26: Cara Perhitungan Jitter.....	74
Tabel 4.27: Cara Perhitungan Delay	76
Tabel 4.28: Cara Perhitungan Jitter.....	77
Tabel 4.29: Cara Perhitungan Delay	79
Tabel 4.30: Cara Perhitungan Jitter.....	80
Tabel 4.31: Perbandingan Nilai Parameter QoS	88
Tabel 4.32: Perbandingan Nilai Parameter QoS	89
Tabel 4.33: Perbandingan Nilai Parameter QoS	90
Tabel 4.34: Perbandingan Nilai Speed Test Di Lokasi Area Mufidah.....	95
Tabel 4.35: Perbandingan Nilai Speed Test Di Lokasi Area Jl. Gelatik.....	100
Tabel 4.36: Perbandingan Nilai Speed Test Di Lokasi Area Mixue.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi.....	115
Lampiran 2: Hasil Turnitin.....	116
Lampiran 3: Surat Penelitian.....	119
Lampiran 4: Surat Keterangan Penelitian	120
Lampiran 5: Surat Bebas Pustaka	121
Lampiran 6: Daftar Riwayat Hidup.....	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini berkembang dengan sangat pesat, kemajuan sistem telekomunikasi ini dapat memudahkan masyarakat untuk terhubung ke seluruh dunia dimanapun dan kapanpun. Layanan jaringan internet yang cepat, handal dan berkualitas merupakan kebutuhan setiap elemen masyarakat yang berdampak pada peningkatan kualitas jaringan. Pada saat ini jaringan 4G LTE sangat memberikan dampak positif bagi pengguna layanan dalam akses komunikasi. Telekomunikasi seluler merupakan salah satu jenis komunikasi bergerak yang dapat melayani banyak pengguna seiring dengan kebutuhan orang untuk berkomunikasi. Setiap para pengguna layanan pasti berkeinginan untuk memiliki kualitas jaringan yang baik saat digunakan dalam berkomunikasi menggunakan internet. [1]

Kebutuhan masyarakat dalam komunikasi semakin hari semakin meningkat baik dalam perdesaan maupun di perkotaan. Masyarakat menggunakan telekomunikasi salah satunya untuk aspek Pendidikan dalam mendukung pembelajaran daring yang dilakukan di rumah masing-masing. Kualitas jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*) dapat dikatakan buruk jika nilai parameter 4G LTE tidak memenuhi standar provider dan dapat dikatakan baik jika nilai parameter 4G LTE memenuhi standar provider. [2]

Penggunaan internet melalui jaringan seluler yang saat ini menjadi salah satu dalam memilih solusi. Tidak hanya itu, melalui jaringan seluler handphone yang dinilai sangat mudah dan juga praktis dari segi penggunaannya. Keinginan untuk mencapai internet yang memadai juga tidak lepas dari peningkatan *Quality of Service* (QoS), konektivitas secara universal melalui jaringan seluler juga sangat mendorong dalam pertumbuhan jaringan internet itu sendiri. Kecepatan dalam mentransfer data yang ditawarkan oleh masing-masing operator pun sangat bervariasi dan bersaing di pasaran. [3]

Dalam peningkatan kualitas jaringan, salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan keandalan sebuah jaringan adalah dengan melihat QoS (*Quality of Service*) jaringan tersebut. QoS adalah ukuran kualitas jaringan yang mencoba untuk menentukan karakteristik dan properti dari suatu layanan. QoS didefinisikan dan digunakan untuk mengukur satu set atribut kinerja yang terkait dengan layanan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik dari lalu lintas jaringan langsung menggunakan berbagai teknologi. QoS memungkinkan Anda untuk menentukan secara kualitatif dan kuantitatif properti dari layanan jaringan yang disediakan. [4]

Di Kota Gorontalo memiliki beberapa penyedia layanan, yaitu 3 (Three), Telkomsel, XL Axiata, Indosat Ooredoo dan Axis dengan penawaran kecepatan yang tinggi memberikan dampak persaingan dalam merebut konsumen pengguna layanan. Terdapat juga *Blank Spot* di beberapa tempat yang ada di Kota Gorontalo.

Untukantisipasi pemilihan penyedia layanan yang sesuai dengan yang diharapkan tersebut, diperlukan sebuah langkah analisa perbandingan jaringan telekomunikasi terutama di kawasan padat pengguna layanan data seperti yang ada di Kota Gorontalo.

Kota Gorontalo merupakan kota yang mempunyai pengguna internet yang tinggi karena termasuk dalam kota besar di Provinsi Gorontalo yang sebagian besar wilayahnya digunakan untuk jadi tempat tinggal ataupun jadi tempat usaha sehingga pengguna internetpun lebih banyak dibandingkan dengan wilayah lain yang ada di Provinsi Gorontalo.

Melihat permasalahan tersebut, pada penelitian ini berinisiatif dan berfokus pada kualitas internet jaringan 4G dalam menganalisa dan membandingkan menggunakan QoS (*Quality of Service*) pada *provider* internet jaringan Telkomsel, 3 (Three), dan XL dengan parameter QoS yang terbatas pada *Throughput*, *Jitter*, *Delay* dan *Packet Loss* di Kota Gorontalo.

Dengan latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk mengangkat sebuah skripsi yang berjudul “**Analisa Dan Perbandingan Kualitas Internet Jaringan 4G Pada Provider Seluler Di Kota Gorontalo Menggunakan Standar Pengukuran QoS (*Quality of Service*)**” dalam studi kasus membandingkan

kualitas jaringan 4G LTE di beberapa lokasi yang berada di Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang pada penelitian ini dapat diidentifikasi beberapa masalah di antaranya:

1. Masih terdapat tempat yang ada di Kota Gorontalo kualitas internet jaringannya masih lambat atau *Blank Spot*
2. Membandingkan kualitas internet jaringan 4G di Kota Gorontalo

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu menganalisa perbandingan hasil pengukuran QoS pada layanan telekomunikasi (*Provider*) yang sudah ditentukan untuk mendapatkan nilai hasil uji *Troughpuht*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* dalam *streaming* data dengan jarak dan waktu yang berbeda.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Provider yang digunakan adalah Telkomsel, 3 (Three), dan XL.
2. Perangkat pengukuran yang di gunakan adalah *Wireshark*, *Open Signal*, *Speed Test* dan *Google Earth*.
3. Penelitian yang dilakukan di tempat yang adanya *Blank Spot* di Kota Gorontalo.
4. Analisa dan pengukuran parameter QoS yaitu *Troughpuht*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* pada jaringan seluler.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh hasil perbandingan akses kualitas internet jaringan 4G pada provider Telkomsel, 3 (Three) dan XL.

2. Untuk mengetahui *Provider* yang direkomendasikan untuk digunakan dalam mengakses internet sehingga dapat memberikan pertimbangan bagi operator *provider* dan konsumen atau pengguna.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini dapat mengetahui antara hasil pengujian pada teknologi jaringan 4G pada *provider* Telkomsel, 3 (Three), dan XL di Kota Gorontalo dan dengan informasi data – data yang telah dikumpulkan.

2. Manfaat Praktis:

- a. Diharapkan mendapatkan hasil perbandingan dari ketiga *provider* dengan jarak yang berbeda.
- b. Diharapkan mendapatkan hasil perbandingan dari ketiga *provider* dengan waktu yang berbeda.
- c. Mendapatkan hasil pengukuran kualitas internet jaringan 4G dari tempat yang berbeda berdasarkan parameter QoS.
- d. Dapat digunakan sebagai ajuan atau bahan pertimbangan dalam memilih operator jaringan yang hendak di gunakan pada *Provider* 4G.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Studi

Berdasarkan kajian Pustaka sebelumnya yang telah banyak dilakukan penelitian mengenai analisa layanan QoS pada jaringan seluler. Hasil dari penelitian tersebut diantaranya:

Tabel 2.1: Tinjauan Studi

NO	PENELITI	JUDUL	TAHUN	METODE	HASIL
1	Rendi Efriyanto dan Yusnita Rahayu	“Analisa Perbandingan Kuat sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL Axiata Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan Software G-NeTrack Pro Di area Jalan Protokol Panam”	2017	<i>Drive Test</i>	Dalam penelitian ini membahas tentang kuat sinyal, kualitas sinyal, dan coverage. Penelitian yang pertama dilakukan untuk menentukan operator yang akan diambil kuat sinyal, kedua menentukan rute <i>drive test</i> dan membuat peta <i>thematic</i> dan plot BTS hasil <i>drive test</i> . Penelitian ini dilakukan 9 hari. Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi G-NeTrack Pro. [5]
2	Rika Wulandari	“Analisis QoS (<i>Quality of Service</i>) Pada	2016		Hasil pengukuran QoS didapat nilai untuk antar gedung sebagai

		Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi”			berikut : Gedung Aula dengan nilai indeks QoS yaitu 3,50 dengan kategori “Memuaskan”, Gedung Ka UPT dan Peneliti dengan nilai indeks QoS yaitu 3,25 dengan kategori “Memuaskan”, Gedung Admin dan Server dengan nilai indeks QoS yaitu 3,75 dengan kategori “Memuaskan”, Gedung Laboratorium dengan nilai indeks QoS yaitu 4,00 dengan kategori “Sangat Memuaskan”, Gedung Gudang dengan nilai indeks QoS yaitu 3,50 dengan kategori “Memuaskan” dan Mess dengan nilai indeks QoS yaitu 3,50 dengan kategori “Memuaskan”. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jaringan internet di UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang
--	--	--	--	--	--

					Kulon – LIPI tergolong dalam standar yang “Memuaskan” berdasarkan standar dari TIPHON dengan rata-rata nilai untuk QoS adalah 3,58. [6]
3	Ayu Fitrah Alyah	“Analisis Kualitas Jaringan 4G Menggunakan Parameter <i>Quality of Service</i> di Kota Makassar”	2020	Standarisasi EITS-TIPHON	Hasil analisis perbedaan 4G pada provider Smartfren Telkomsel dan Indosat menggunakan parameter QoS dengan standar TIPHON dan Lirneasia adalah sebagai berikut: • Parameter QoS provider Smartfren memenuhi standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dinilai “Sempurna” di Six Roads , yaitu; Jl. A. P Pettarani, Jl.Urip Sumoharjo, Jl.Vetran, Jl.Hertasning,Jl.Perintis Kemerdekaan dan Jl. Sultan Alauddin. • Parameter QoS provider Telkomsel

					memenuhi standar internasional dan standar TIPHON dinilai "Sempurna" di Empat Jalan, yaitu; Jl.A.P Pettarani, Jl. Vetran, Jl. Perintis Kemerdekaan dan Jl.Sultan Alaudin. • Indosat Sementara itu, parameter QoS sesuai dengan standar provider Indosat Asia Tenggara, dan standar TIPHON tergolong “sempurna” di enam jalan Makassar City. itu; Jl. AP Pettarani, Jl. Urip Sumohardjo, Jl. Vetran, Jl. Hertasning, Jl. Perintis Kemerdekaan, Jl. Abdullah D.S. [7]
--	--	--	--	--	--

2.2 Tinjauan Pustaka

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 adalah setiap transmisi, pengiriman dan atau penerimaan informasi dalam bentuk tanda, sinyal, tulisan, gambar, suara dan suara melalui sistem kabel, optik, radio atau sistem elektromagnetik lainnya. [8]

Sistem telekomunikasi meliputi prasarana, penyelenggaraan telekomunikasi, dan seluruh unsur atau elemen baik perangkat maupun prasarana telekomunikasi untuk menyelenggarakan komunikasi jarak jauh.

Agar dapat melakukan hubungan telekomunikasi tersebut, terdapat komponen – komponen sistem sebagai berikut:

a) Informasi

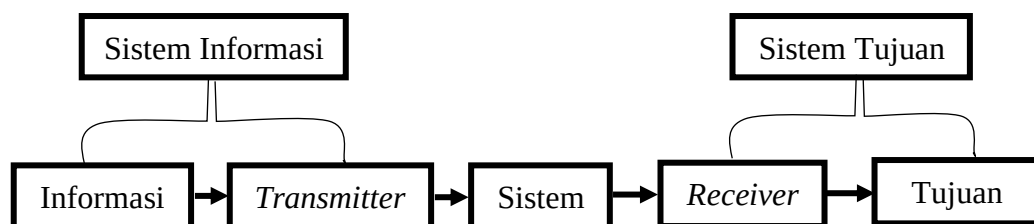
Informasi adalah data yang akan dikirim atau diterima berupa suara, gambar, video dan data tulisan file.

b) Transmitter

Transmitter adalah 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.



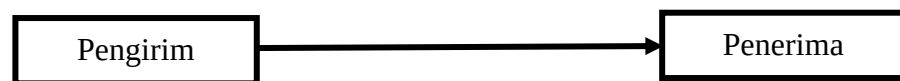
Gambar 2.1: Sistem Telekomunikasi

Terdapat juga tiga bagian dari komunikasi jarak jauh yang menggunakan sinyal telekomunikasi, yaitu:

1. Komunikasi satu arah (*Simplex*)

Komunikasi *simplex* merupakan 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.

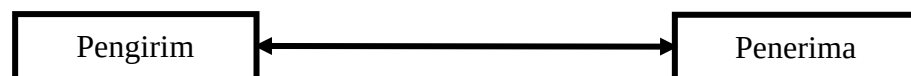


Gambar 2.2: Simplex

2. Komunikasi dua arah (*Full Duplex*)

Komunikasi *full duplex* Merupakan 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: Telepon dan lain sebagainya.

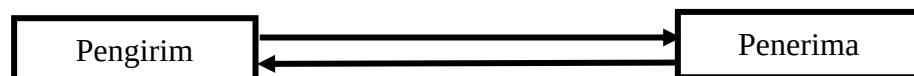


Gambar 2.3: Full Duplex

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

Komunikasi ini dapat mengirim dan menerima namun cara berkomunikasi bergantian tapi tetap terhubung satu sama lain.

Contoh: radio matir, *citizen band* (CB) dan *handy talkie* (HT). [1]



Gambar 2.4: Half Duplex

2.2.2 Telekomunikasi Seluler

Seluler adalah system komunikasi jarak jauh tanpa kabel (*wireless*), seluler juga merupakan bentuk komunikasi modern yang ditujukan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel (*nirkabel*).

Indonesia saat ini memiliki dua jaringan telepon nirkabel, yaitu sistem GSM (*Global for Mobile Telecommunications*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*). Layanan generasi ketiga (3G) menambahkan telepon video sebagai alat pembayaran dan menawarkan TV online dari ponsel Anda. Ponsel saat ini adalah perangkat multifungsi.

Dengan perkembangan teknologi digital yang multifungsi, ponsel kini memiliki banyak fungsi, seperti kemampuan menangkap siaran radio dan TV, pemutar audio (MP3) dan video, kamera digital, game, dan layanan Internet. Selain fitur-fitur tersebut, ponsel kini telah dilengkapi dengan kemampuan komputer. Jadi, di ponsel, orang bisa mengganti fungsi ponsel dengan komputer kecil. Misalnya, dalam bisnis global, fungsi sangat berguna bagi pebisnis karena mereka melakukan semua pekerjaan di satu tempat sehingga mereka dapat menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang lebih singkat. [1]

2.2.3 Jaringan Selular 4G LTE (*Long Terms Evolution*)

Jaringan seluler 4G merupakan pengembangan berbasis teknologi 3G. Nama resmi untuk teknologi 4G ini berdasarkan *Institute of ElecThreecal and Electronics Engineers* (IEEE) adalah 3G ke atas. Sebelum 4G, *High Speed Downlink Packet Access* (HSDPA), juga dikenal sebagai teknologi 3.5G, dikembangkan oleh WCDMA dan EVDO bersama CDMA 2000. HSDPA adalah protokol ponsel yang sedang dalam perjalanan evolusi. Untuk jaringan Universal Mobile Telecommunication System (UMTS), yang dapat menyediakan lebih banyak bandwidth (hingga 14,4 Mbps ke arah bawah).

Sistem 4G menyediakan solusi IP komprehensif di mana aliran suara, data, dan multimedia hingga pada pengguna kapan saja dan dimana saja lebih tinggi menurut generasi sebelumnya. Terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G, yakni:

merupakan sistem berbasis IP terintegrasi penuh. Secara teoritis, jaringan 4G memiliki kecepatan transmisi berkisar antara 100 Mbps sampai 1 Gbps. LTE dibangun menggunakan tujuan buat peningkatan efisiensi, peningkatan layanan, pemanfaatan spektrum lain dan integrasi yang lebih baik. LTE (*Long Terms Evolution*) adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel keluaran menurut 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*).

Jaringan LTE didasarkan pada GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Untuk UMTS, kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, tetapi kecepatan transfer data HSPA hingga 14 Mbps di sisi downlink dan hingga 5,6 Mbps di sisi uplink. LTE dapat mengirimkan downlink dan uplink dari ponsel dengan kecepatan ratusan Mbit/s. Kecepatan transmisi data LTE dapat mencapai 100 Mbps pada downlink dan 50 Mbps pada uplink untuk mendukung jaringan berbasis IP. Selain itu, LTE juga memiliki fitur latensi yang lebih rendah, spektrum yang lebih luas, dan teknologi akses radio paket yang lebih optimal untuk mendukung penyebaran bandwidth yang lebih fleksibel.

LTE juga secara signifikan meningkatkan kemampuan jaringan yang mengoperasikan Multime Broadcast Multicast Service (MBMS), yang merupakan bagian dari 3GPP Release 6, yang dapat menyeimbangkan fitur menggunakan DVBH dan WiMax. LTE dapat beroperasi di pita spektrum seluler khusus yang termasuk dalam standar IMT2000 (450, 850, 900, 1800, 1900, 2100 MHz) dan di salah satu pita frekuensi baru seperti 700MHz dan 2.5GHz. [1]

Kelebihannya lainnya dari 4G LTE adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kecepatan unduh hingga 299,6 Mbps dan kecepatan unggah hingga 75,5 Mbps, tergantung pada kategori perangkat yang digunakan.
2. Dukungan gerakan yang ditingkatkan.
3. Mendukung seluruh pita frekuensi sistem IMT dan ITUR
4. Pita frekuensi tertinggi di perkotaan.
5. MBSFN mendukung (jaringan frekuensi multicast tunggal) menyediakan layanan seperti televisi seluler menggunakan layanan infrastruktur LTE dan DVBH berdasarkan siaran televisi. [1]

2.2.4 Internet

Internet adalah kependekan dari *Interconnected Networking*, yang berarti sekumpulan komputer yang terhubung ke beberapa jaringan dalam bahasa Indonesia. Internet merupakan salah satu konsekuensi dari meningkatnya kompleksitas dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi buatan. Internet juga merupakan kombinasi dari LAN dan WAN yang didistribusikan di seluruh jaringan komputer di seluruh dunia, Internet juga membentuk jaringan yang sangat luas. Jaringan internet biasanya mengirimkan paket data menggunakan protokol TCP/IP. [9]

2.2.5 Provider

Provider atau penyedia jasa internet adalah perusahaan atau badan yang menyediakan layanan koneksi internet dan layanan terkait lainnya. Sebagian besar perusahaan telepon adalah Penyedia Layanan Internet.

Berikut ini merupakan *Provider* yang akan yang masuk dalam penelitian ini:

1. Telkomsel Merupakan perusahaan seluler pertama di Indonesia berdiri pada tanggal 26 Mei 1995. Telkomsel masuk dalam daftar *Provider* yang mampu meraih nilai tertinggi di bandingkan dari *Provider* lainnya. Nilai tertinggi tersebut di dapatkan dari pengujian kecepatan unduh, latency, kecepatan upload.
2. XL merupakan Produk komunikasi seluler berbasis GSM PT XL dari Axiata Tbk. XL mulai beroperasi secara komersial pada 8 Oktober 1996 dan menjadi perusahaan swasta pertama yang menyediakan layanan seluler di Indonesia. XL masih tertinggal dari Telkomsel dalam hal kecepatan unduh dan unggah.
3. 3 (Three) Indonesia, dioperasikan oleh PT *Hutchison 3 Indonesia* (sebelumnya *Hutchison Charoen okphand Telecommunications* (2004-2013) dan *Cyber Access Communication* (sebelum 2004), didirikan sebagai perusahaan pada 2002, menerima lisensi 3G pada 2004, dan mulai beroperasi pada 29 Maret 2007. Sebagai pendatang baru Three sudah bisa bersaing dengan *Provider* yang sudah berskala besar. [1]

2.2.6 QoS (*Quality of Service*)

QoS sangat populer dan mengandung banyak istilah yang sering dilihat dari berbagai sudut, terutama dalam hal jaringan, pengembangan aplikasi, dan lain-lain. Dari perspektif jaringan, QoS mengacu pada kemampuan untuk menyediakan layanan yang berbeda untuk lalu lintas jaringan dengan kelas yang berbeda. Tujuannya adalah untuk menyediakan layanan jaringan yang direncanakan dengan lebih baik dan meningkatkan kinerja lossy dengan bandwidth khusus, *Jitter* dan latensi yang terkontrol. (Kamarulloh, 2009). [10]

QoS adalah *tools* untuk mengukur keadaan jaringan dan merupakan tugas untuk mendefinisikan karakteristik dan properti dari suatu layanan. QoS digunakan untuk mengukur satu set atribut kinerja yang ditentukan dan terkait dengan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu. Alhasil, QoS berpeluang memberikan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi *Jitter* dan *Delay*. (Wulandari, 2016). [6]

QoS menawarkan kemungkinan untuk mendefinisikan atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. (Iwan Iskandar dan Alvinur Hidayat, 2015).

Kegunaan QoS dijelaskan sebagai berikut:

1. Pembagian paket untuk menyediakan layanan yang berbeda untuk jenis pengepakan yang berbeda.
2. Manajemen kemacetan untuk memenuhi dan mengelola berbagai kebutuhan layanan.
3. Kontrol lalu lintas paket untuk membatasi dan mengontrol pengiriman paket - paket data. [11]

Parameter-parameter QoS adalah *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, dan *Jitter*. Untuk nilai indeks parameter QoS ditunjukkan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2.2: Indeks Parameter QoS

Nilai	Presentase (%)	Indeks
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 95,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Buruk

(Wulandari, 2016/sumber:TIPHON). [6]

1. *Throughput*

Throughput merupakan kecepatan transfer efektif yang diukur dalam bit per second. *Throughput* merupakan total jumlah bytes Packet selama transfer dibagi dengan durasi selang waktu transfer tersebut. Untuk menghitung nilai *Throughput* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

Tabel 2.3: Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	1.2 s/d 2.1 Mbps	4
Bagus	700 Kbps s/d 1.2 Mbps	3
Sedang	338 s/d Kbps	2
Buruk	0 s/d 338 Kbps	1

(Wulandari, 2016/sumber:TIPHON). [6]

2. *Packet Loss*

Packet Loss adalah penyebab utama lemahnya transfer VoIP. *Packet Loss* terjadi karena paket dijatuhkan di jaringan (*network loss*) atau paket dijatuhkan di *gateway* sampai kedatangan terakhir (*Delayed loss*). Menurut Suhervan (2010: 22) *Packet Loss* adalah jumlah paket yang tidak sampai ke tujuan dimana paket tersebut dikirim. Ketika kehilangan paket tinggi, anda

mungkin memperhatikan Menunjukkan bahwa jaringan sedang sibuk atau kelebihan beban. Kehilangan paket memiliki dampak langsung pada kinerja jaringan. Jika nilai *Packet Loss* jaringan besar, kualitas jaringan sangat buruk. [12]

$$Packet\ Loss = \left(\frac{Y}{A} \right) \times 100$$

Keterangan:

Y = (Packet data dikirim – Packet data diterima)

A = Packet data dikirim

Tabel 2.4: Kategori *Packet Loss*

Kategori	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

(Wulandari, 2016/sumber:TIPHON). [6]

3. *Delay*

Merupakan akumulasi dari berbagai waktu tunda dari ujung ke ujung pada jaringan internet. *Delay* menjadi acuan waktu transmisi Packet dari pengirim hingga ke penerima. Menurut Suhervan (2010:21), *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan data atau informasi untuk mencapai tujuannya. *Delay* jaringan menentukan langkah-langkah yang perlu Anda ambil saat mengelola jaringan Anda. Jika latensi tinggi, kemungkinan jaringan sedang sibuk atau bandwidth jaringan berbeda, sehingga Anda dapat mengambil tindakan pencegahan untuk menghindari kemacetan. [12]

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

Tabel 2.5: Kategori *Delay*

Kategori	<i>Delay (ms)</i>	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

(Wulandari, 2016/sumber:TIPHON). [6]

4. *Jitter*

Jitter atau variasi *delay* berhubungan erat dengan latency, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. Menurut Imam Riadi, dkk (2011: 94) *Jitter* adalah tunda variasi antara paket yang terjadi di jaringan IP. Nilai *Jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban *trafik* dan besarnya tumpukan paket (*congestion*) dalam jaringan. Semakin tinggi beban *trafik* pada jaringan maka semakin besar pula resiko terjadinya kemacetan, sehingga nilai *Jitter* akan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai *Jitter* maka semakin rendah nilai Qosnya. [13]

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi Delay}}{\text{Total Packet diterima}}$$

Tabel 2.6: Kategori *Jitter*

Kategori	<i>Jitter (ms)</i>	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 s/d 75	3
Sedang	75 s/d 125	2
Buruk	125 s/d 225	1

(Wulandari, 2016/sumber:TIPHON). [6]

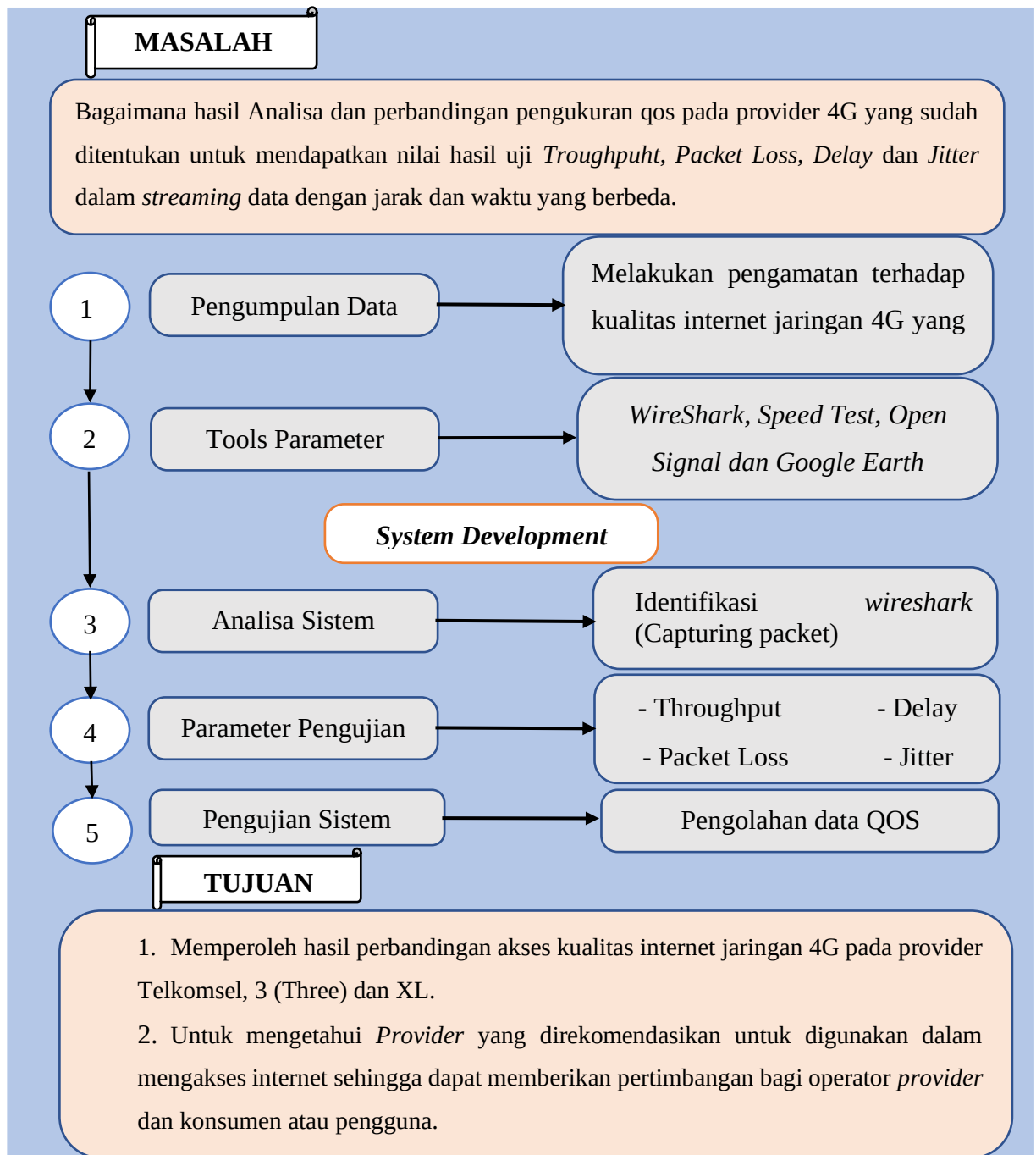
2.2.7 Wireshark

Wireshark adalah program Network Protocol Analyzer yang dapat mencatat semua paket yang lewat dan memilih serta menampilkan data sedetail mungkin.

Secara umum, kegunaan Wireshark terdiri dari dua langkah. Yaitu:

- a. Mencatat semua paket yang melewati antarmuka yang dipilih (antarmuka adalah perangkat penghubung antar jaringan dan dapat dilakukan melalui Wi-Fi atau kartu Ethernet/LAN). Wireshark adalah penganalisa protokol jaringan lengkap, juga dikenal sebagai penganalisa protokol jaringan lengkap. Program tidak hanya dapat mencatat setiap paket yang diteruskan, tetapi juga memilih dan menampilkan data dengan detail maksimum.
- b. Dapat menganalisis hasil yang direkam. Di sini dapat memfilter protokol yang di butuhkan seperti *tcp*, *http*, *udp*, dan lainnya. Wireshark juga dapat menyimpan *cookie*, *post*, dan *request*.

2.3 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.5: Kerangka Pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis, Metode, Subjek, Objek, Waktu, dan Lokasi Penelitian

Dipandang dari tingkat penerapannya, maka penelitian ini merupakan penelitian terapan karena berfokus pada penerapan untuk memberikan solusi dari suatu permasalahan yang bersifat praktis. Dipandang dari jenis data yang diolah, maka penelitian ini merupakan kualitatif. Di pandang dari perlakuan terhadap data, maka penelitian ini merupakan penelitian konfirmatori.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus. Subjek dari penelitian adalah analisa dan perbandingan kualitas internet jaringan 4G pada *provider* seluler di Kota Gorontalo menggunakan standar pengukuran QoS (*Quality of Service*). Penelitian ini dimulai dari Desember 2021 sampai dengan Agustus 2022 yang berlokasi di Kota Gorontalo.

3.2 Observasi Awal

Melakukan pengukuran untuk menganalisa *Provider* 4G yang digunakan di Kota Gorontalo, yang dimana aplikasi pengukuran ini memiliki fungsi dan dapat mengukur kekuatan sinyal dari beberapa *Provider* yang digunakan. Untuk menganalisa dan perbandingan kualitas internet jaringan *Provider* 4G menggunakan Aplikasi *Open Signal*, *Speed Test*, *Google Earth* dan *Wireshark* dengan parameter QoS.

3.3 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data yang dapat mendukung penelitian analisa dan perbandingan kualitas internet jaringan *Provider* 4G di Kota Gorontalo adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Dengan melakukan pengamatan terhadap kualitas internet jaringan 4G yang ada di Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo.

2. Studi Pustaka

Penelitian dan kajian buku-buku yang berkaitan dengan pokok bahasan yang diteliti dan buku pedoman yang disusun oleh para ahli penelitian.

3.4 Analisa Sistem

Dalam menganalisa kualitas internet jaringan 4G ini, Langkah-langkah untuk melakukannya sebagai berikut:

1. Studi Literatur

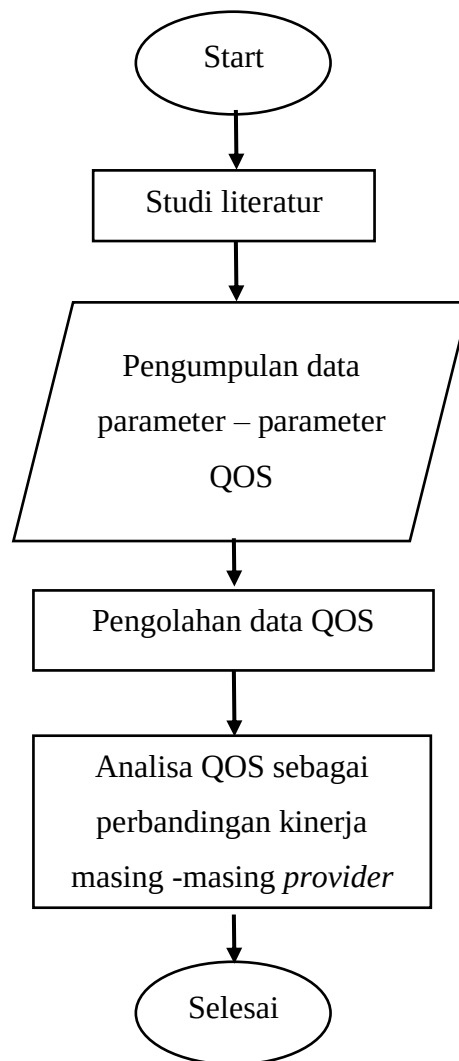
Studi literatur dilakukan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori yang bersangkutan dengan tahapan membandingkan suatu jaringan.

2. Alur Pengambilan Data

Dalam pengambilan data perangkat keras yang digunakan meliputi Laptop, *smartphone* (android) dan BTS dari setiap *provider*

3. Analisa

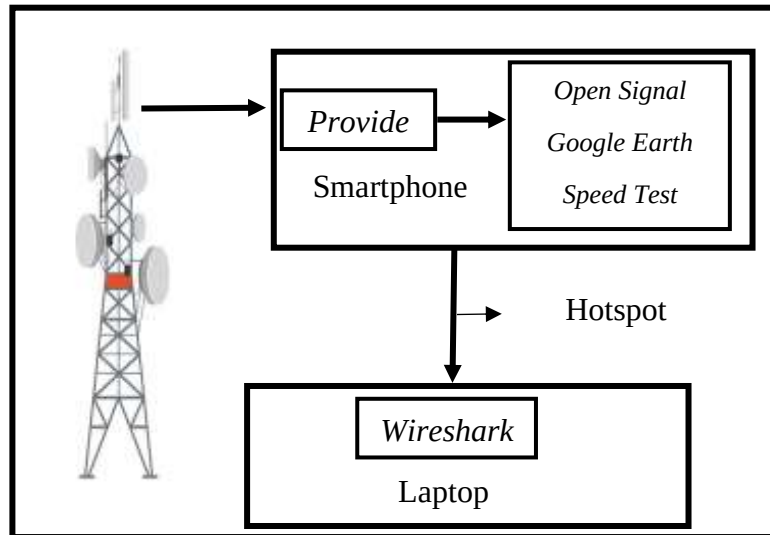
Tahap akhir dari menganalisa ini adalah dari setiap data yang didapatkan pada setiap *Provider* di dapatkan kesimpulan-kesimpulan sesuai dengan tujuan. Jika hasil pengukuran yang di dapat maka sudah mendapatkan efisien untuk mebandingkannya.



Gambar 3.1: Flowchart Analisa Pengukuran

3.5 Topologi Sistem

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam skema pengambilan data pada tugas akhir akan dirancang sebagai berikut:



Gambar 3.2: Skema Pengambilan Data

Pada Gambar 3.2 di atas merupakan skema pengambilan data inputan awal menggunakan *smartphone* android untuk mendeteksi tower dan mengkoneksikan dengan tower sesuai *provider* yang digunakan, kemudian akan dihubungkan ke laptop dengan mengaktifkan hotspot seluler.

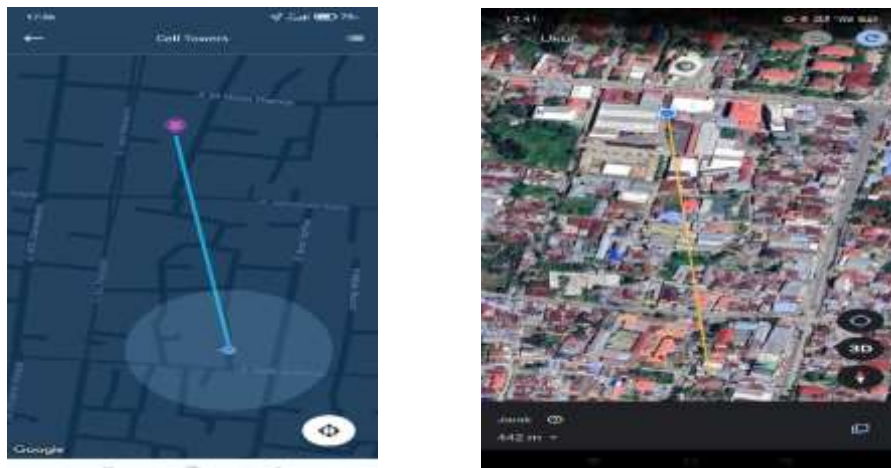
Pada laptop sudah terinstal aplikasi *wireshark* yang berfungsi untuk memonitoring yang akan mendapatkan hasil dari pengukuran sekaligus sebagai perhitungan setelah mendapatkan data yang sudah di ukur.

Tower BTS berfungsi sebagai antenna pemancar sinyal (jaringan akses) untuk memberikan layanan kepada pelanggan disekitar tower tersebut.

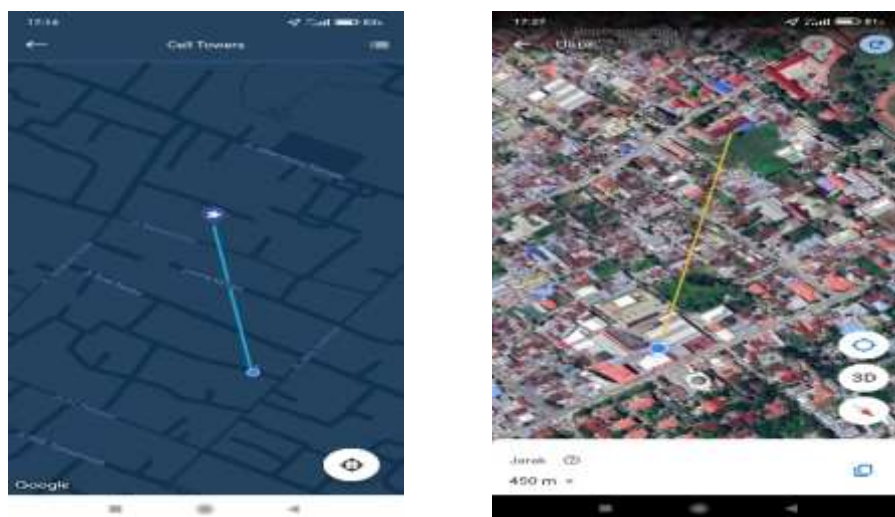
3.6 Peta Lokasi Pengambilan Data

User akan menghidupkan perangkat dan membuka aplikasi *open signal* yang telah terinstal pada android, lalu user akan melakukan koneksi dengan menentukan titik tower yang akan diukur dan user tidak berpindah dari titik awal, bila berhasil melakukan koneksi ke titik tower maka dalam pelaksanaan *open signal* akan timbul garis yang menghubungkan lokasi user dan tower, selanjutnya menggunakan *google earth* untuk mengukur jarak tower dari titik user.

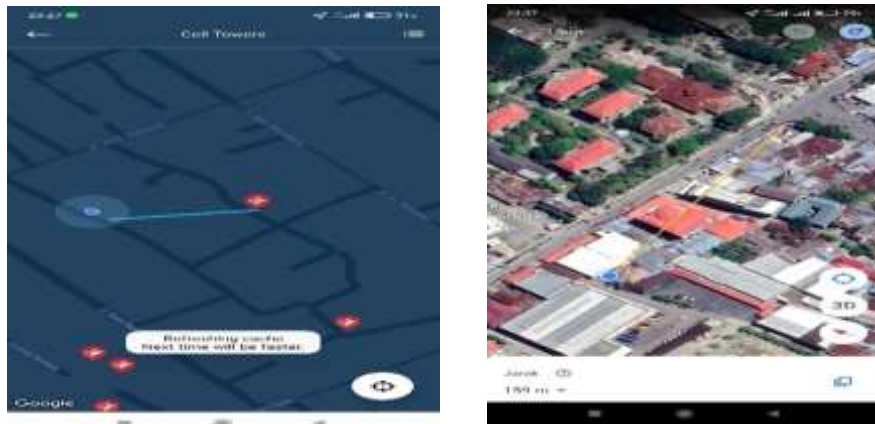
1. Lokasi Pertama Area Mufidah



Gambar 3.3: Jarak Tower Provider 3 (Three) 442m

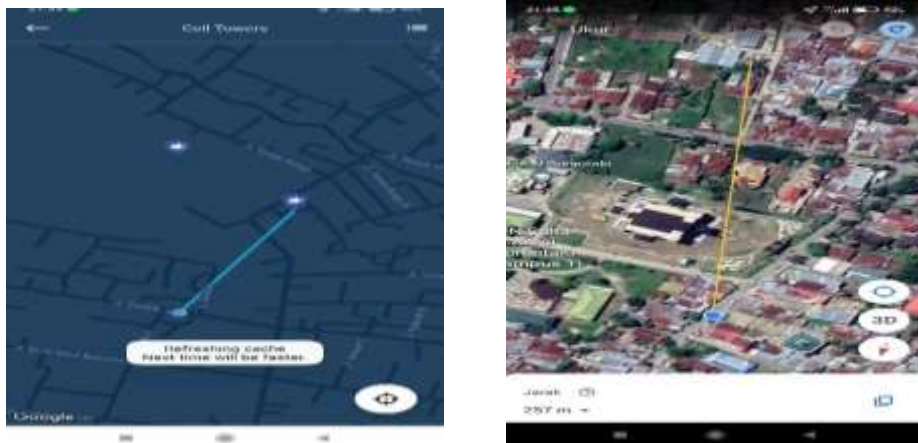


Gambar 3.4: Jarak Tower Provider XL 450m

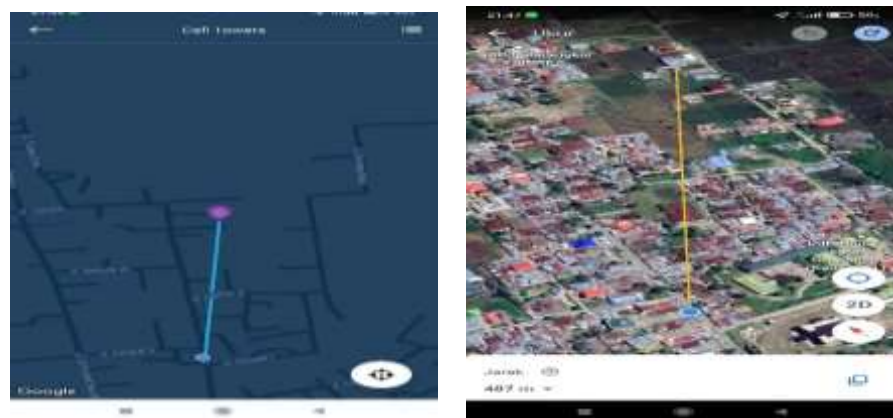


Gambar 3.5: Jarak Tower Provider Telkomsel 159m

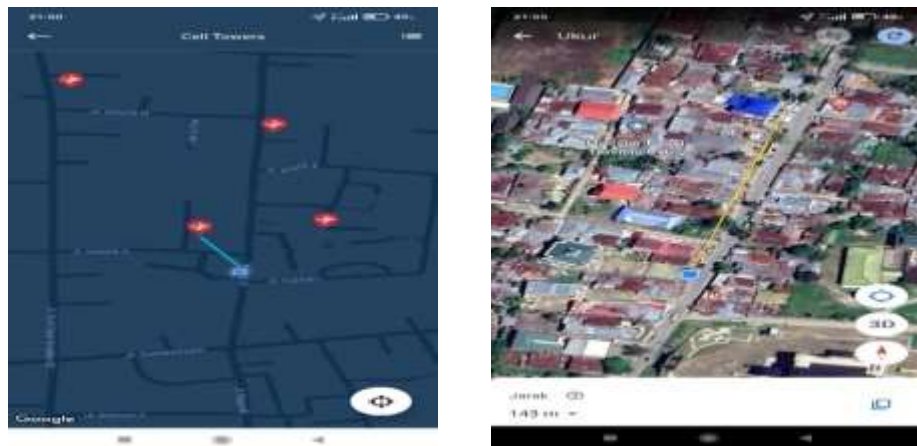
2. Lokasi Kedua Area Jl.Gelatik



Gambar 3.6: Jarak Tower Provider XL 257m

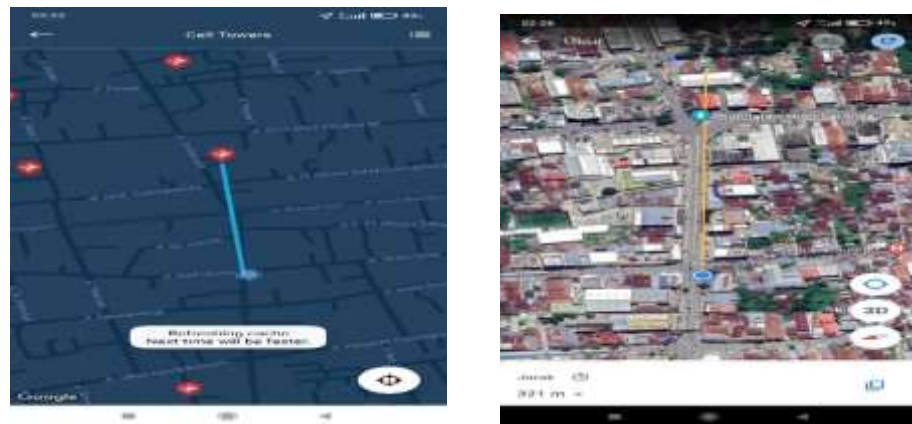


Gambar 3.7: Jarak Tower Provider 3 (Three) 487m

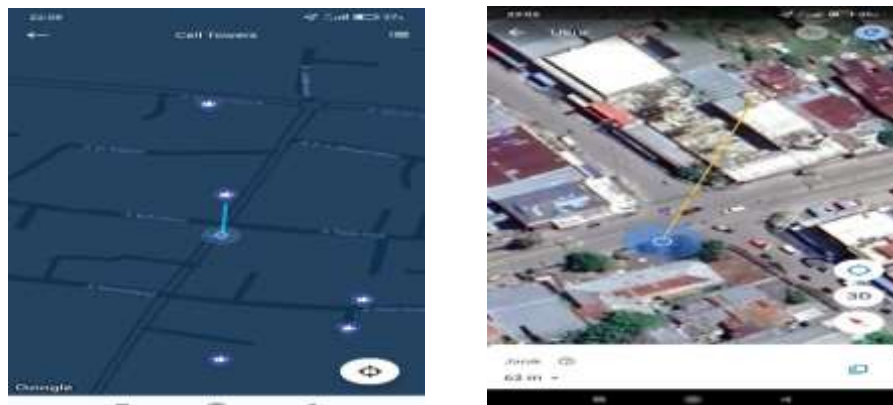


Gambar 3.8: Jarak Tower Provider Telkomsel 143m

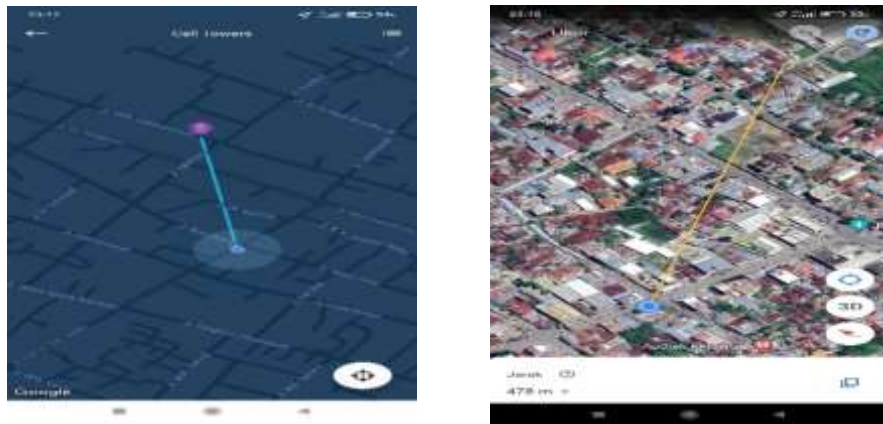
3. Lokasi Ketiga Area Mixue Gorontalo



Gambar 3.9: Jarak Tower Provider Telkomsel 321m



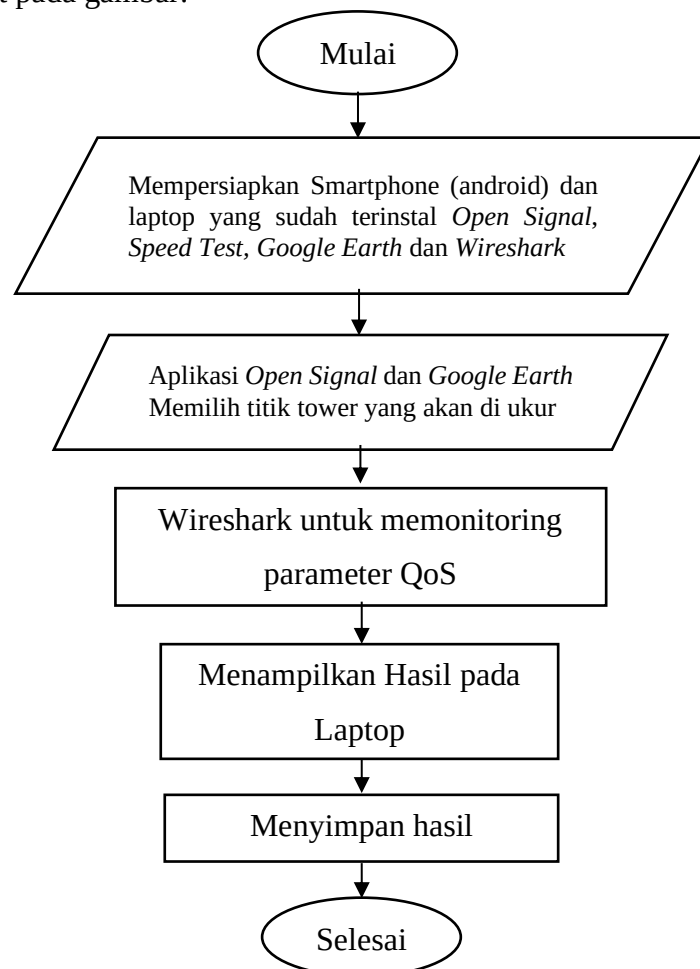
Gambar 3.10: Jarak Tower Provider XL 63m



Gambar 3.11: Jarak Tower Provider 3 (Three) 478m

3.7 Pengujian Sistem

Secara umum, prinsip dari pengujian sistem menggunakan *wireshark* dapat dilihat pada gambar:



Gambar 3.12: Flowchart Pengujian Sistem

Pada gambar 3.12 Inputan awal diberikan oleh *open signal* dan *google earth* yang telah terinstal pada aplikasi android berfungsi untuk penunjuk tower dari setiap provider yang akan di ukur datanya. Inputan kedua menggunakan aplikasi *wireshark* yang terinstal pada laptop, berfungsi sebagai memonitoring data dari provider yang akan digunakan, *smartphone* (android) akan di koneksikan ke laptop dengan menyalakan hotspot seluler untuk dapat menganalisis setiap provider.

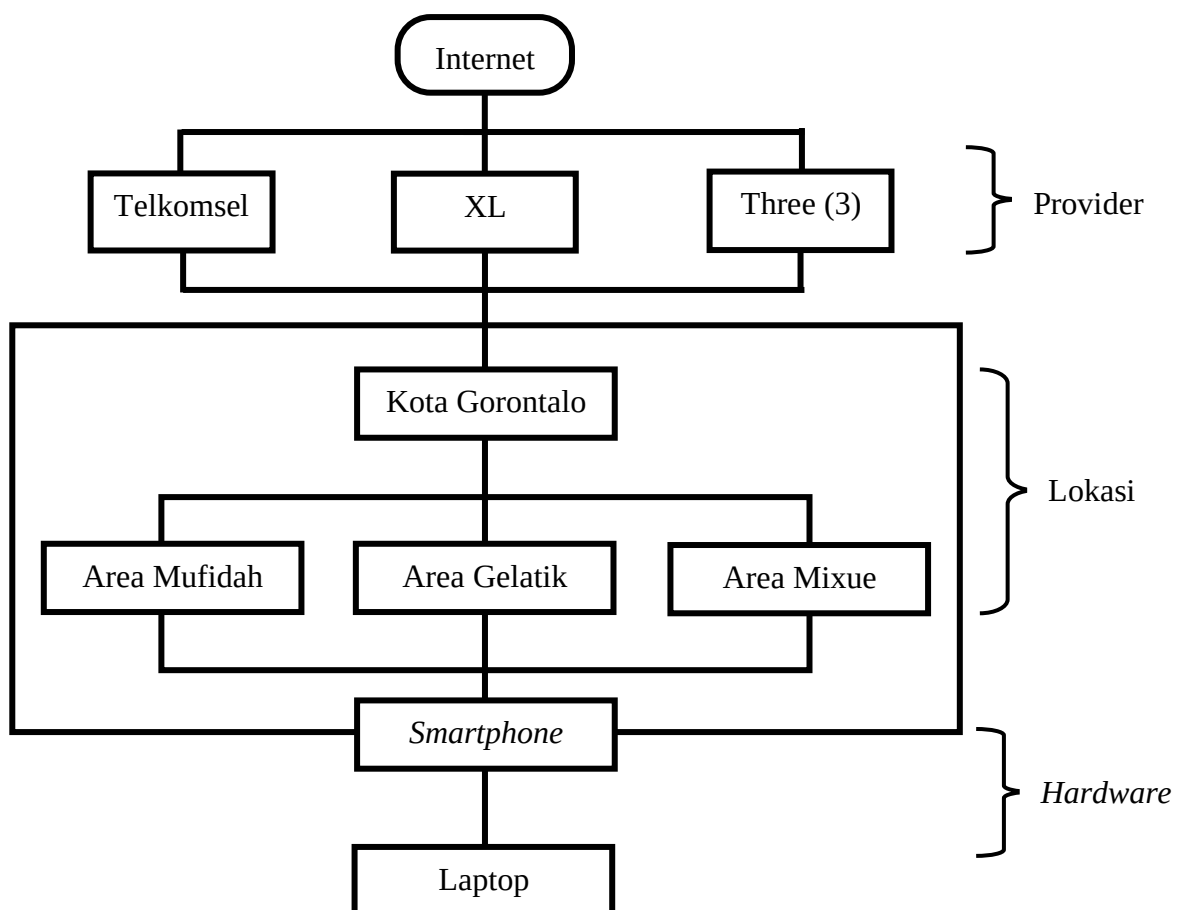
BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Tahapan Pengumpulan Data

4.1.1 Rancangan Sistem Pengambilan Data

Rancangan untuk pengambilan data kualitas jaringan ketiga *provider* 4G, dari tiga lokasi yang diteliti dengan menggunakan *hardware* (*smartphone* dan *laptop*).



Gambar 4.1: Rancangan Sistem Pengambilan Data

4.1.2 Proses Tahapan Awal Pengumpulan Data

Pada tahap ini kita akan melakukan pengumpulan data hasil analisis kualitas internet jaringan 4G pada ketiga provider seluler Telkomsel, XL, dan Three (3). Untuk mendapatkan suatu hasil dari analisis kualitas kecepatan jaringan 4G dengan ketiga provider tersebut pada waktu pagi, siang dan malam. Langkah awal yang dilakukan yaitu, menjalankan suatu *software wireshark* untuk mendapatkan hasil trafik kualitas kecepatan internet jaringan 4G yang akan diukur menggunakan parameter QoS, *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter*.

4.1.3 Tahapan Kedua Pengumpulan Data Kebutuhan Bandwidth

Pada tahap kedua ini, untuk mendapatkan hasil kebutuhan kualitas internet jaringan 4G yaitu kita siapkan *SIM Card* dari provider yang diteliti, selanjutnya kita akan masukkan *SIM Card* kedalam perangkat *hardware (smarthphone)* secara bergantian, kemudian nyalakan Hotspot seluler dan dikoneksikan ke perangkat *hardware (laptop)* untuk menjalankan pengujian kualitas internet jaringan 4G pada setiap provider.

4.2 Hasil Analisis Pengumpulan Data

Seperti yang diuraikan pada tahap metode penelitian bahwa data primer didapatkan dari Teknik observasi yang dilakukan di tiga lokasi yang berbeda dan jarak BTS yang berbeda juga dengan mengukur kualitas internet jaringan 4G pada setiap provider. Dalam melakukan pengukuran, *smartphone* yang sudah dimasukkan provider di koneksikan ke laptop dengan mengaktifkan *hotspot* seluler, selanjutnya buka aplikasi *wireshark* dan *speed test* bersamaan dengan video yang akan di unduh. Analisis dilakukan tiga sesi yaitu pada pagi, siang dan malam.

4.2.1 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mufidah Pada Pagi Hari

Tabel 4.1: Hasil Pengumpulan Data Pagi

Measurement	<i>Throughput</i>			<i>Packet Loss</i>		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	3730	7514	4186	3730	7514	4186
Paket Terkirim	3040 (81,5%)	7370 (98,1%)	4137 (98,8%)	4 (0,1%)	2 (0,0%)	75 (1,8%)
Lama Pengamatan	4,540	83,213	4.866	0,613	2,228	2,398
Bytes	2926665	7471788	3602138	4424	1488	106800
Average bytes/s	644 k	89 k	740 k	7215	667	44 k
Average bit/s	5157 k	718 k	5922 k	57k	5343	356 k

Pada table diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan Analisa di aplikasi wireshark pada pagi hari.

4.2.2 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mufidah Pada Siang Hari

Tabel 4.2: Hasil Pengumpulan Data Siang

Measurement	<i>Throughput</i>			<i>Packet Loss</i>		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	2883	5812	3133	2883	5812	3133
Paket Terkirim	2101 (72,9%)	5811 (100%)	3033 (96,8%)	10 (0,3%)	0	11 (0,4%)
Lama Pengamatan	3,690	7,208	32,614	2,213	0	31,245
Bytes	2281346	5613159	1515841	14540	0	13754
Average bytes/s	618 k	778 k	46 k	6569	0	440
Average bit/s	4946 k	6229 k	371 k	52 k	0	3521

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada siang hari.

4.2.3 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mufidah Pada Malam Hari

Tabel 4.3: Hasil Pengumpulan Data Malam

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	4241	3736	3307	4241	3736	3307
Paket Terkirim	4239 (100%)	3728 (99,8%)	2976 (90%)	53 (1,2%)	10 (0,3%)	25 (0,8%)
Lama Pengamatan	4,644	4,760	3,276	4,556	2.026	2,314
Bytes	3991377	3509318	2694188	75472	11580	35600
Average bytes/s	859 k	737 k	822 k	16 k	5715	15 k
Average bit/s	6876 k	5898 k	6579 k	132 k	45 k	123 k

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada malam hari.

4.2.4 Hasil Pengumpulan Data Speed Test Di lokasi Area Mufidah Pada Pagi, Siang Dan Malam

Tabel 4.4: Hasil Pengumpulan Data Besaran Sinyal Setiap Provider

Waktu dan Jarak BTS (m)	Provider	Ping (ms)	Bandwidth	Unduh (Mbps)	Unggah (Mbps)
Pagi	Telkomsel 159 m	59	10,3	10,3	4,13
	XL 450 m	88	11,4	11,4	20,4
	Three (3) 442 m	66	10,9	10,9	7,61
Siang	Telkomsel 159 m	110	19,2	19,2	10,3
	XL 450 m	84	11,2	11,2	16,1
	Three (3) 442 m	65	8,8	8,80	3,82
Malam	Telkomsel 159 m	113	17,4	17,4	8,48
	XL 450 m	83	8,8	8,78	18,7
	Three (3) 442 m	64	15,8	15,8	3,86

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa dari aplikasi *speed test*.

4.2.5 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Pagi Hari

Tabel 4.5: Hasil Pengambilan Data Pagi

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	4820	5512	4673	4820	5512	4673
Paket Terkirim	4820 (100%)	4775 (86,6%)	4652 (99,6%)	249 (5,2%)	1 (0%)	19 (0,4)
Lama Pengamatan	3,698	5,925	4,728	3,692	0	1,648
Bytes	4189113	4604700	4367023	357480	1434	27056
Average bytes/s	1132 k	777 k	923 k	96 k	0	16 k
Average bit/s	9061 k	6216 k	7389 k	774 k	0	131 k

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada pagi hari.

4.2.6 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Siang Hari

Tabel 4.6: Hasil Pengumpulan Data Siang

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	7111	5514	6099	7111	5514	6099
Paket Terkirim	7111 (100%)	5513 (100%)	5730 (93,9%)	588 (8,3%)	1 (0%)	8 (0,1%)
Lama Pengamatan	4,769	5,064	9,516	4,758	0	5,570
Bytes	5665476	5337547	5393888	840582	1434	10696
Average bytes/s	1188 k	1054 k	566 k	176 k	0	1920
Average bit/s	9504 k	8432 k	4534 k	1413 k	0	15k

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada siang hari.

4.2.7 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Malam Hari

Tabel 4.7: Hasil Pengumpulan Data Malam

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	3548	6872	3654	3548	6872	3654
Paket Terkirim	3487 (98,3%)	4679 (68,1%)	5189 (91,8%)	125 (3,5%)	2 (0%)	0
Lama Pengamatan	39,692	4,324	5,354	38,287	0,018	0
Bytes	1906469	4522498	4945792	173412	2868	0
Average bytes/s	48 k	1045 k	923 k	4529	158 k	0
Average bit/s	384 k	8367 k	7389 k	36 k	1265 k	0

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada malam hari.

4.2.8 Hasil Pengumpulan data Speed Test Di Lokasi Area Jl. Gelatik Pada Pagi, Siang dan Malam

Tabel 4.8: Hasil Pengumpulan Data Besaran Sinyal Setiap Provider

Waktu dan Jarak BTS (m)	Provider	Ping (ms)	Bandwidth	Unduh (Mbps)	Unggah (Mbps)
Pagi	Telkomsel 143 m	108	11,6	11,6	12,8
	XL 257 m	87	14,8	14,8	15,3
	Three (3) 487 m	66	5,5	5,48	6,72
Siang	Telkomsel 143 m	106	15,4	15,4	10,5
	XL 257 m	85	7,3	7,28	18,5
	Three (3) 487 m	84	14,1	14,1	3,53
Malam	Telkomsel 143 m	106	17,4	17,4	7,46
	XL 257 m	80	6,7	6,70	12,8
	Three (3) 487 m	68	10,1	10,1	9.00

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada ssat melakukan analisa dari aplikasi *speed test*.

4.2.9 Hasil Pengumpulan Data Keteiga Provider Di Lokasi Area Mixue Pada Pagi Hari

Tabel 4.9: Hasil Pengumpulan Data Pagi

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	6348	7420	4690	6348	7420	4690
Paket Terkirim	5682 (89,5%)	4212 (56,8%)	4682 (99,8%)	422 (6,6%)	1 (0%)	33 (0,7%)
Lama Pengamatan	3,658	8,670	5,283	3,640	0	4,971
Bytes	4580848	4074960	4319565	601447	1434	46992
Average bytes/s	1252 k	470 k	817 k	165 k	0	9454
Average bit/s	10 M	3760 k	6540 k	1321 k	0	75 k

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada pagi hari.

4.2.10 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mixue Pada Siang Hari

Tabel 4.10: Hasil Pengumpulan Data Siang

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	6472	4578	6128	6472	4578	6128
Paket Terkirim	3011 (46,5%)	4876 (100%)	5682 (92,7%)	19 (0,3%)	2 (0%)	32 (0,5%)
Lama Pengamatan	9,882	7,604	6,973	9,528	0	6,865
Bytes	2459325	4449072	5372156	26463	2868	45568
Average bytes/s	248 k	585 k	770 k	2777	481 M	6637
Average bit/s	1990 k	4680 k	6163 k	22 k	3849 M	53 k

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada siang hari.

4.2.11 Hasil Pengumpulan Data Ketiga Provider Di Lokasi Area Mixue Pada Malam Hari

Tabel 4.11: Hasil Pengumpulan Data Malam

Measurement	Throughput			Packet Loss		
	Telkomsel	XL	Three (3)	Telkomsel	XL	Three (3)
Paket Diterima	9289	5865	6571	9289	5865	6571
Paket Terkirim	5275 (56,8%)	3773 (64,3%)	6308 (96%)	0	4 (0,1%)	0
Lama Pengamatan	6,884	4,382	5,143	0	2,361	0
Bytes	4905995	3612233	6067232	0	5736	0
Average bytes/s	712 k	824 k	1179 k	0	2429	0
Average bit/s	5701 k	6595 k	9473 k	0	19 k	0

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa di aplikasi *wireshark* pada malam hari.

4.2.12 Hasil Pengumpulan Data Speed Test Di Lokasi Area Mixue Pada Pagi, Siang dan Malam

Tabel 4.12: Hasil Pengumpulan Data Besaran Sinyal Setiap Provider

Waktu dan Jarak BTS (m)	Provider	Ping (ms)	Bandwidth	Unduh (Mbps)	Unggah (Mbps)
Pagi	Telkomsel 321 m	106	17,0	17,0	5,39
	XL 63 m	96	5,5	5,54	20,9
	Three (3) 478 m	60	13,4	13,4	9,68
Siang	Telkomsel 321 m	111	8,9	8,89	4,20
	XL 63 m	76	12,5	12,5	19,2
	Three (3) 478 m	76	12,1	12,1	5,85
Malam	Telkomsel 321 m	102	12,6	12,6	7,21
	XL 63 m	78	7,4	7,45	20,8
	Three (3) 478 m	68	7,0	6,96	7,22

Pada tabel diatas merupakan hasil pengumpulan data yang telah didapatkan pada saat melakukan analisa dari aplikasi *speed test*.

4.3 Pengukuran Parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* Di Lokasi Area Mufidah

Berikut hasil dari analisis pengukuran parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* dari ketiga provider di lokasi area mufidah pada kondisi streaming pada pagi, siang dan malam hari sebagai berikut :

4.3.1 *Throughput* provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.1, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 2926665 *bytes* dan waktu pengiriman data 4,540 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{2926665}{4,540} \\ &= 644,639 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 644,639 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 *bytes* = 8 *bits*, jadi $644,639 \times 8 = 5157 \text{ kbits}$

4.3.2 *Packet Loss* provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.1, paket data diterima $3730 - 4 = 3726$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{3730 - 3726}{3730} \right) \times 100 \\ &= 0,107\%\end{aligned}$$

4.3.3 *Delay* Provider Telkomsel di pagi hari

Pada tabel 4.1 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan dieksport ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum

mendapatkan hasil rata – rata *delay* terlebih dahulu di cari total *delay*, untuk mencari total *delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. setelah didapatkan total *delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *delay* dengan cara total *delay* dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.13: Contoh Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000002	0	$0,000002 - 0 = 0,000002$
0,000003	0,000002	$0,000003 - 0,000002 = 0,000001$
0,000004	0,000003	$0,000004 - 0,000003 = 0,000001$
0,000144	0,000004	$0,000144 - 0,000004 = 0,00014$
0,000145	0,000144	$0,000145 - 0,000144 = 0,000001$
Total Delay		0,00145

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *delay* 0,00145 *second*. selanjutnya mencari nilai rata – rata *delay* 0,00145 dibagi 5 sampel data = 0,000029. untuk kondisi streaming provider telkomsel di pagi hari didapatkan total *delay* 4,539757 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $3730 - 1 = 3729$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *delay* dapat dilihat pada rumus *delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{4,539757}{3729}$$

$$= 0,001217419 \text{ sec}$$

$$= 1,2 \text{ ms}$$

4.3.4 Jitter provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (delay\ 2 - delay\ 1) + (delay\ 3 - delay\ 2) + \dots + (delay\ n - delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *delay* lalu dibagi dengan total paket diterima. berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.14: Contoh Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay (second)</i>
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 - 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 - 7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absoud atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. untuk kondisi streaming provider telkomsel di pagi hari total variasi *delay* dari seluruh paket data yaitu 11,627141 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $3730 - 1 = 3729$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel. hasil untuk nilai *jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{11,627141}{3729}$$

$$= 0,003118032\ sec$$

$$= 3,1\ ms$$

4.3.5 *Throughput* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *throughput* dapat dilihat dari tabel 4.1, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 7471788 *bytes* dan waktu pengiriman data 83,213 *second*. selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{7471788}{83,213} \\ &= 89,791 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 89,791 bytes akan di *convert* lagi kedalam *bits*, 1 *bytes* = 8 *bits*, jadi $89,791 \times 8 = 718 \text{ kbits}$

4.3.6 *Packet Loss* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.1, paket data diterima $7514 - 2 = 7512$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{7514 - 7512}{7514} \right) \times 100 \\ &= 0,026\%\end{aligned}$$

4.3.7 *Delay* provider XL di pagi hari

Pada tabel 4.1 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan diekspor ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay*

dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.15: Contoh Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000002	0	$0,000002 - 0 = 0,000002$
0,000003	0,000002	$0,000003 - 0,000002 = 0,000001$
0,000004	0,000003	$0,000004 - 0,000003 = 0,000001$
0,000144	0,000004	$0,000144 - 0,000004 = 0,00014$
0,000145	0,000144	$0,000145 - 0,000144 = 0,000001$
Total <i>Delay</i>		0,00145

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,00145 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,00145 dibagi 5 sampel data = 0,000029. Untuk kondisi streaming provider XL di pagi hari didapatkan total *Delay* 100,446493 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $7513 - 1 = 7512$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{100,446493}{7512}$$

$$= 0,013371471 \text{ sec}$$

$$= 13 \text{ ms}$$

4.3.8 *Jitter* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jiiter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total

paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.16: Contoh Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay</i> (second)
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 - 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 - 7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absolut atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider xl di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 100,446408 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $7513 - 1 = 7512$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{100,44640}{7512}$$

$$= 0,01337146 \text{ sec}$$

$$= 13 \text{ ms}$$

4.3.9 Throughput provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.1, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 3602138 *bytes* dan waktu pengiriman data 4,866 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{3602138}{4,866} \\ &= 740,266 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 740,266 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 bytes = 8 bits, jadi $740,266 \times 8 = 5922 \text{ kbits}$

4.3.10 *Packet Loss* provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.1, paket data diterima $4186 - 75 = 4111$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{4186 - 4111}{4186} \right) \times 100 \\ &= 1,791\%\end{aligned}$$

4.3.11 *Delay* provider Three (3) di pagi hari

Pada tabel 4.1 data dari *capture wireshark* akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan diekspor ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay* dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.17: Hasil Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000002	0	$0,000002 - 0 = 0,000002$
0,000003	0,000002	$0,000003 - 0,000002 = 0,000001$
0,000004	0,000003	$0,000004 - 0,000003 = 0,000001$
0,000144	0,000004	$0,000144 - 0,000004 = 0,00014$
0,000145	0,000144	$0,000145 - 0,000144 = 0,000001$
Total Delay		0,00145

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,00145 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,00145 dibagi 5 sampel data = 0,000029. Untuk kondisi streaming provider three (3) di pagi hari didapatkan total *Delay* 4,865847 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $4186 - 1 = 4185$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{4,865847}{4185}$$

$$= 0,001162687 \text{ sec}$$

$$= 1,1 \text{ ms}$$

4.3.12 Jitter provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $(Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.18: Hasil Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay</i> (<i>second</i>)
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 - 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 - 7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absolut atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider three (3) di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 4,864231 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $4186 - 1 = 4185$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{4,864231}{4185}$$

$$= 0,01162301 \text{ sec}$$

$$= 1,1 \text{ ms}$$

Untuk penjelasan *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* selanjutnya sama dengan penjelasan sebelumnya yang membedakan hanya waktu pada siang dan malam hari di lokasi mufida.

4.3.13 *Throughput* provider Telkomsel di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.2

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{2281346}{3,690}$$

$$= 618,250 \text{ bytes}$$

$$618,250 \times 8 = 4946 \text{ kbits}$$

4.3.14 *Packet Loss* provider Telkomsel di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.2

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{2883 - 2873}{2883} \right) \times 100$$

$$= 0,346\%$$

4.3.15 *Delay* provider Telkomsel di siang hari

Jumlah Paket $2883 - 1 = 2882$, total *Delay* 3,699517 sec.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\text{Delay} = \frac{3,699517}{2882}$$

$$= 0,00128366308 \text{ sec}$$

$$= 1,3 \text{ ms}$$

4.3.16 *Jitter* provider Telkomsel di siang hari

Jumlah paket $2883 - 1 = 2882$, total variasi *Delay* 3,689588 sec

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{3,689588}{2882}$$

$$= 0,001280218 \text{ sec}$$

$$= 1,3 \text{ ms}$$

4.3.17 *Throughput* provider XL di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.2

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{5613159}{7,208}$$

$$= 778,739 \text{ bytes}$$

$$= 6229 \text{ kbits}$$

4.3.18 *Packet Loss* provider XL di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.2, provider xl pada siang hari tidak terjadi *Packet Loss*.

4.3.19 *Delay* provider XL di siang hari

Jumlah paket $5812 - 1 = 5811$, total *Delay* 7,207811 sec

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{7,207811}{5811}$$

$$= 0,001240393 \text{ sec}$$

$$= 1,2 \text{ ms}$$

4.3.20 *Jitter* provider XL di siang hari

Jumlah paket $5812 - 1 = 5811$, total variasi *Delay* 7,207811 sec

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned} Jitter &= \frac{7,207811}{5811} \\ &= 0,001240374 \text{ sec} \\ &= 1,2 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.3.21 *Throughput* provider Three (3) di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.2

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{1515841}{32,614} \\ &= 46,478 \text{ bytes} \\ &= 371 \text{ kbits} \end{aligned}$$

4.3.22 *Packet Loss* provider Three (3) di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.2

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{3133 - 3122}{3133} \right) \times 100 \\ &= 0,351\% \end{aligned}$$

4.3.23 Delay provider Three (3) di siang hari

Jumlah paket $3133 - 1 = 3132$, total Delay 32,614486 sec.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{32,614486}{3132}$$

$$= 0,01041331 \text{ sec}$$

$$= 10,4 \text{ ms}$$

4.3.24 Jitter provider Three (3) di siang hari

Jumlah paket $3133 - 1 = 3132$, total variasi Delay 32,6097339 sec.

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{32,6097339}{3132}$$

$$= 0,01041179 \text{ sec}$$

$$= 10 \text{ ms}$$

4.3.25 Throughput provider Telkomsel di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.3

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{3991377}{4,466}$$

$$= 859,469 \text{ bytes}$$

$$= 6876 \text{ kbits}$$

4.3.26 *Packet Loss* provider Telkomsel di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.3

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{4241 - 4188}{4241} \right) \times 100 \\ &= 1,249\% \end{aligned}$$

4.3.27 *Delay* provider Telkomsel di malam hari

Jumlah paket $4241 - 1 = 4240$, total *Delay* 4,643545 sec

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\ \text{Delay} &= \frac{4,643545}{4240} \\ &= 0,001095176 \text{ sec} \\ &= 1,2 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.3.28 *Jitter* provider Telkomsel di malam hari

Jumlah paket $4241 - 1 = 4240$, total variasi *Delay* 4,643294 sec

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\ \text{Jitter} &= \frac{4,643294}{4240} \\ &= 0,001095117 \text{ sec} \\ &= 1,09 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.3.29 *Throughput* provider XL di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.3

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{3509318}{4,760} \end{aligned}$$

$$= 737,251 \text{ bytes}$$

$$= 5898 \text{ kbits}$$

4.3.30 *Packet Loss* provider XL di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.3

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{3736 - 3726}{3736} \right) \times 100 \\ &= 0,267\% \end{aligned}$$

4.3.31 *Delay* provider XL di malam hari

Jumlah paket $3736 - 1 = 3735$, total *Delay* 4,759633 sec

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{4,759633}{3735} \\ &= 0,001274333 \text{ sec} \\ &= 1,27 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.3.32 *Jitter* provider XL di malam hari

Jumlah paket $3736 - 1 = 3735$, total variasi *Delay* 4,759609 sec

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \frac{4,759609}{3735} \\ &= 0,001274326 \text{ sec} \\ &= 1,2 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.3.33 *Throughput* provider Three (3) di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.3

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{2694188}{3,276} \\
 &= 822,401 \text{ bytes} \\
 &= 6579 \text{ kbits}
 \end{aligned}$$

4.3.34 Packet Loss provider Three (3) di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.3

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{3307 - 3282}{3307} \right) \times 100 \\
 &= 0,755\%
 \end{aligned}$$

4.3.35 Delay provider Three (3) di malam hari

Jumlah paket $3307 - 1 = 3306$, total Delay 3,275775 sec

$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 \text{Delay} &= \frac{3,275775}{3306} \\
 &= 0,000990858 \text{ sec} \\
 &= 1 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.3.36 Jitter provider Three (3) di malam hari

Jumlah paket $3307 - 1 = 3306$, total Delay 3,275685 sec

$$\begin{aligned}
 \text{Jitter} &= \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 \text{Jitter} &= \frac{3,275685}{3306} \\
 &= 0,00099083 \text{ sec} \\
 &= 0,99 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.4 Pengukuran Parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Berikut hasil dari analisis pengukuran parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* dari ketiga provider di lokasi area Jl. Gelatik pada kondisi streaming pada pagi, siang dan malam hari sebagai berikut :

4.4.1 *Throughput* provider Telkomse di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.5, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 4189113 *bytes* dan waktu pengiriman data 3,698 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{4189113}{3,698} \\ &= 1132,805 \text{ bytes} \end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 1132,805 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 *bytes* = 8 *bits*, jadi 1132,805 x 8 = 9062 *kbits*

4.4.2 *Packet Loss* provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.5, paket data diterima 4820 – 249 = 4571, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{4820 - 4571}{4820} \right) \times 100 \\ &= 5,16\% \end{aligned}$$

4.4.3 *Delay* provider Telkomsel di pagi hari

Pada tabel 4.5 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan dieksport ke dalam format CSV (Comma Separated Values

Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay* dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.19: Hasil Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000001	0	$0,000001 - 0 = 0,000001$
0,000002	0,000001	$0,000002 - 0,000001 = 0,000001$
0,000102	0,000002	$0,000102 - 0,000002 = 0,0001$
0,000221	0,000102	$0,000221 - 0,000102 = 0,000119$
0,000239	0,000221	$0,000239 - 0,000221 = 0,000018$
Total <i>Delay</i>		0,000239

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *delay* 0,00145 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *delay* 0,000239 dibagi 5 sampel data = 0,0000478. Untuk kondisi streaming provider telkomsel di pagi hari didapatkan total *delay* 3,698468 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $4820 - 1 = 4819$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *delay* dapat dilihat pada rumus *delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{3,698468}{4819}$$

$$= 0,000767476 \text{ sec}$$

$$= 0,76 \text{ ms}$$

4.4.4 Jitter provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.20: Cara Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay</i> (second)
0,000001	0	=ABS (0,000001 - 0) = 0,000001
0,0001	0,000099	=ABS (0,0001 - 0,000099) = 1,00E-06
0,000119	0,000019	=ABS (0,000119 - 0,000019) = 0,0001
0,000018	-0,000101	=ABS (0,000018 - 0,000101) = 0,000119
0,000376	0,000358	=ABS (0,000376 - 0,000358) = 0,000018
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000239

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000239 second, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absulud atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider telkomsel di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 3,698412 second, lalu total paket data yang diterima yaitu $4820 - 1 = 4819$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{3,698412}{4819}$$

$$= 0,000767475 \text{ sec}$$

$$= 0,76 \text{ ms}$$

4.4.5 *Throughput* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.5, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 4604700 *bytes* dan waktu pengiriman data 5,925 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{4604700}{5,925} \\ &= 777,164 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 777,164 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 *bytes* = 8 *bits*, jadi $777,164 \times 8 = 6217 \text{ kbits}$

4.4.6 *Packet Loss* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.5, paket data diterima $5512 - 1 = 5511$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{5512 - 5511}{5512} \right) \times 100 \\ &= 0,01\%\end{aligned}$$

4.4.7 *Delay* provider XL di pagi hari

Pada tabel 4.5 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan dieksport ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay*

dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.21: Cara Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000001	0	$0,000001 - 0 = 0,000001$
0,000002	0,000001	$0,000002 - 0,000001 = 0,000001$
0,000004	0,000002	$0,000004 - 0,000002 = 0,000002$
0,000004	0,000004	$0,000004 - 0,000004 = 0$
0,000005	0,000004	$0,000005 - 0,000004 = 0,000001$
Total <i>Delay</i>		0,000005

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,000005 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,000005 dibagi 5 sampel data = 0,000001. Untuk kondisi streaming provider xl di pagi hari didapatkan total *Delay* 5,925344 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $5512 - 1 = 5511$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{5,925344}{5511}$$

$$= 0,001075185 \text{ sec}$$

$$= 1,07 \text{ ms}$$

4.4.8 Jitter provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total

paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.22: Cara Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay</i> (second)
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 – 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 -7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absolut atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider xl di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 5,921418 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu 5512 – 1 = 5511 karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{5,921418}{5511}$$

$$= 0,001074473 \text{ sec}$$

$$= 1,07 \text{ ms}$$

4.4.9 Throughput provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.5, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 4367023 *bytes* dan waktu pengiriman data 4,728 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{4367023}{4,728} \\ &= 923,651 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 923,651 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 bytes = 8 bits, jadi $923,651 \times 8 = 7389 \text{ kbits}$.

4.4.10 *Packet Loss provider Three (3) di pagi hari*

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.1, paket data diterima $4673 - 19 = 4654$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{4673 - 4654}{4673} \right) \times 100 \\ &= 0,406\%\end{aligned}$$

4.4.11 *Delay provider Three (3) di pagi hari*

Pada tabel 4.5 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan diekspor ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay* dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.23: Cara Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000001	0	$0,000001 - 0 = 0,000001$
0,000002	0,000001	$0,000002 - 0,000001 = 0,000001$
0,000082	0,000002	$0,000082 - 0,000002 = 0,00008$
0,00015	0,000082	$0,00015 - 0,000082 = 0,00068$
0,000283	0,00015	$0,000283 - 0,00015 = 0,000133$
Total Delay		0,000283

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,000283 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,000283 dibagi 5 sampel data = 0,0000566. Untuk kondisi streaming provider three (3) di pagi hari didapatkan total *Delay* 4,727656 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $4673 - 1 = 4672$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{4,727656}{4672}$$

$$= 0,001011913 \text{ sec}$$

$$= 1 \text{ ms}$$

4.4.12 Jitter provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jiiter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $(Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.24: Cara Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay</i> (<i>second</i>)
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 – 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 -7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absolut atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider three (3) di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 4,712893 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu 4673 – 1 = 4672 karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{4,712893}{4672}$$

$$= 0,001008753 \text{ sec}$$

$$= 1 \text{ ms}$$

Untuk penjelasan *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* selanjutnya sama dengan penjelasan sebelumnya yang membedakan hanya waktu pada siang dan malam hari di lokasi jl. Gelatik.

4.4.13 *Throughput* provider Telkomsel di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.6

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{5665476}{4,769}$$

$$= 1187,979 \text{ bytes}$$

$$= 9594 \text{ kbits}$$

4.4.14 *Packet Loss* provider Telkomsel di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.6

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{7111 - 6523}{7111} \right) \times 100$$

$$= 8,26\%$$

4.4.15 *Delay* provider Telkomsel di siang hari

Jumlah Paket $7111 - 1 = 7110$, total *Delay* 4,7568782 sec.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\text{Delay} = \frac{4,768782}{7110}$$

$$= 0,000670715 \text{ sec}$$

$$= 0,67 \text{ ms}$$

4.4.16 *Jitter* provider Telkomsel di siang hari

Jumlah paket $7111 - 1 = 7110$, total variasi *Delay* 4,768703 sec

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned}
 Jitter &= \frac{4,768703}{7110} \\
 &= 0,000670704 \text{ sec} \\
 &= 0,67 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.4.17 Throughput provider XL di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.6

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\
 \text{Throughput} &= \frac{5337547}{5,064} \\
 &= 1054,017 \text{ bytes} \\
 &= 8432 \text{ kbits}
 \end{aligned}$$

4.4.18 Packet Loss provider XL di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.6

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{5514 - 5513}{5514} \right) \times 100 \\
 &= 0,018\%
 \end{aligned}$$

4.4.19 Delay provider XL di siang hari

Jumlah Paket 5514 – 1 = 5513, total Delay 5,063846 sec.

$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 \text{Delay} &= \frac{5,063846}{5513} \\
 &= 0,000918528 \text{ sec} \\
 &= 0,91 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.4.20 Jitter provider XL di siang hari

Jumlah paket $5514 - 1 = 5513$, total variasi *Delay* 5,06377 sec

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{5,06377}{5513}$$

$$= 0,000918514 \text{ sec}$$

$$= 0,91 \text{ ms}$$

4.4.21 Throughput provider Three (3) di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.6

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{5393888}{9,516}$$

$$= 566,823 \text{ bytes}$$

$$= 4534 \text{ kbits}$$

4.4.22 Packet Loss provider Three (3) di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.6

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{6099 - 6091}{6099} \right) \times 100$$

$$= 0,13\%$$

4.4.23 Delay provider Three (3) di siang hari

Jumlah Paket $6099 - 1 = 6098$, total *Delay* 9,516116 sec.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned}
 Delay &= \frac{9,516116}{6098} \\
 &= 0,00156053 \text{ sec} \\
 &= 1,56 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.4.24 Jitter provider Three (3) di siang hari

Jumlah paket $6099 - 1 = 6098$, total variasi *Delay* 9,510044 sec

$$\begin{aligned}
 Jitter &= \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 Jitter &= \frac{9,510044}{6098} \\
 &= 0,001559535 \text{ sec} \\
 &= 1,55 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.4.25 Throughput provider Telkomsel di malam hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.7

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\
 \text{Throughput} &= \frac{1906469}{39,692} \\
 &= 48,032 \text{ bytes} \\
 &= 384 \text{ kbits}
 \end{aligned}$$

4.4.26 Packet Loss provider Telkomsel di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.7

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{3548 - 3423}{3548} \right) \times 100 \\
 &= 3,52\%
 \end{aligned}$$

4.4.27 Delay provider Telkomsel di malam hari

Jumlah Paket $3548 - 1 = 3547$, total *Delay* 39,691817 sec.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{39,691817}{3547}$$

$$= 0,01119025 \text{ sec}$$

$$= 11,2 \text{ ms}$$

4.4.28 Jitter provider Telkomsel di malam hari

Jumlah Paket $3548 - 1 = 3547$, total *Delay* 39,691352 sec

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{39,691352}{3547}$$

$$= 0,011190119 \text{ sec}$$

$$= 11,2 \text{ ms}$$

4.4.29 Throughput provider XL di malam hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.7

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{4522498}{4,324}$$

$$= 1045,906 \text{ bytes}$$

$$= 8367 \text{ kbits}$$

4.4.30 *Packet Loss* provider XL di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.7

$$Packet\ loss = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\begin{aligned} Packet\ loss &= \left(\frac{6872 - 6870}{6872} \right) \times 100 \\ &= 0,029\% \end{aligned}$$

4.4.31 *Delay* provider XL di malam hari

Jumlah Paket $6872 - 1 = 6871$, total *Delay* 4,323925 sec.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned} Delay &= \frac{4,323925}{6871} \\ &= 0,000629301\ sec \\ &= 0,63\ ms \end{aligned}$$

4.4.32 *Jitter* provider XL di malam hari

Jumlah Paket $6872 - 1 = 6871$, total variasi *Delay* 4,312724 sec

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned} Jitter &= \frac{4,312724}{6871} \\ &= 0,00062767\ sec \\ &= 0,63\ ms \end{aligned}$$

4.4.33 *Throughput* provider Three (3) di malam hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.7

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{4945792}{5,354}$$

$$= 923,756 \text{ bytes}$$

$$= 7390 \text{ kbits}$$

4.4.34 *Packet Loss* provider Three (3) di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.7, provider Three (3) pada malam hari tidak terjadi *Packet Loss*.

4.4.35 *Delay* provider Three (3) di malam hari

Jumlah Paket 5654 – 1 = 5653, total *Delay* 5,3541 sec.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\text{Delay} = \frac{5,3541}{5653}$$

$$= 0,000947125 \text{ sec}$$

$$= 0,94 \text{ ms}$$

4.4.36 *Jitter* provider Three (3) di malam hari

Jumlah Paket 5654 – 1 = 5653, total variasi *Delay* 5,354006 sec

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\text{Jitter} = \frac{5,354006}{5653}$$

$$= 0,000947109 \text{ sec}$$

$$= 0,94 \text{ ms}$$

4.5 Pengukuran Parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* Di Lokasi Area Mixue

Berikut hasil dari analisis pengukuran parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* dari ketiga provider di lokasi area Mixue Gorontalo pada kondisi streaming pada pagi, siang dan malam hari sebagai berikut :

4.5.1 *Throughput* provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.9, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 4580848 *bytes* dan waktu pengiriman data 3,658 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{4580848}{3,658} \\ &= 1252,282 \text{ bytes} \end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 1252,282 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 *bytes* = 8 *bits*, jadi $1252,282 \times 8 = 10.018 \text{ kbits}$

4.5.2 *Packet Loss* provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.9, paket data diterima $6348 - 422 = 5926$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{6348 - 5926}{6348} \right) \times 100 \\ &= 6,64\% \end{aligned}$$

4.5.3 *Delay* provider Telkomsel di pagi hari

Pada tabel 4.5 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan dieksport ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum

mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay* dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.25: Cara Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000002	0	$0,000002 - 0 = 0,000002$
0,000003	0,000002	$0,000003 - 0,000002 = 0,000001$
0,000004	0,000003	$0,000004 - 0,000003 = 0,000001$
0,000144	0,000004	$0,000144 - 0,000004 = 0,00014$
0,000145	0,000144	$0,000145 - 0,000144 = 0,000001$
Total <i>Delay</i>		0,00145

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,00145 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,00145 dibagi 5 sampel data = 0,000029. Untuk kondisi streaming provider telkomsel di pagi hari didapatkan total *Delay* 3,657858 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $6348 - 1 = 6347$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{3,657858}{6347}$$

$$= 0,000576313 \text{ sec}$$

$$= 0,57 \text{ ms}$$

4.5.4 Jitter provider Telkomsel di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.26: Cara Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay</i> (second)
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 - 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 - 7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 second, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absud atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider telkomsel di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 3,657543 second, lalu total paket data yang diterima yaitu $6348 - 1 = 6347$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{3,657543}{6347}$$

$$= 0,000576263 \text{ sec}$$

$$= 0,57 \text{ ms}$$

4.5.5 *Throughput* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.9, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 4074960 *bytes* dan waktu pengiriman data 8,670 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\ \text{Throughput} &= \frac{4074960}{8,670} \\ &= 470,006 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 470,006 *bytes* akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 *bytes* = 8 *bits*, jadi $470,006 \times 8 = 3760 \text{ kbits}$

4.5.6 *Packet Loss* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.9, paket data diterima $7420 - 1 = 7419$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{7420 - 7419}{7420} \right) \times 100 \\ &= 0,013\%\end{aligned}$$

4.5.7 *Delay* provider XL di pagi hari

Pada tabel 4.9 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan diekspor ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay*

dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.27: Cara Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,000002	0	$0,000002 - 0 = 0,000002$
0,000003	0,000002	$0,000003 - 0,000002 = 0,000001$
0,000004	0,000003	$0,000004 - 0,000003 = 0,000001$
0,000144	0,000004	$0,000144 - 0,000004 = 0,00014$
0,000145	0,000144	$0,000145 - 0,000144 = 0,000001$
Total <i>Delay</i>		0,00145

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,00145 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,00145 dibagi 5 sampel data = 0,000029. Untuk kondisi streaming provider xl di pagi hari didapatkan total *Delay* 8,669834 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $7420 - 1 = 7419$ karena paket data dihitung dari *row* kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{8,669834}{7419}$$

$$= 0,001168599 \text{ sec}$$

$$= 1,17 \text{ ms}$$

4.5.8 *Jitter* provider XL di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total

paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.28: Cara Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay (second)</i>
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 – 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 -7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absolut atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider xl di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 8,669742 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $7420 - 1 = 7419$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{8,669742}{7419}$$

$$= 0,001168586 \text{ sec}$$

$$= 1,17 \text{ ms}$$

4.5.9 Throughput provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Throughput* dapat dilihat dari tabel 4.9, jumlah data yang dikirim dalam *bytes* yaitu 4319565 *bytes* dan waktu pengiriman data 5,283 *second*. Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus dibawah ini:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{4319565}{5,283} \\ &= 817,634 \text{ bytes}\end{aligned}$$

Hasil nilai *Throughput* yang didapatkan yaitu 817,634 bytes akan di convert lagi kedalam *bits*, 1 bytes = 8 bits, jadi $817,634 \times 8 = 6541 \text{ kbits}$

4.5.10 *Packet Loss* provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* dapat dilihat dari tabel 4.9, paket data diterima $4690 - 33 = 4657$, setelah didapatkan nilai dari paket data diterima kemudian dimasukkan ke rumus *Packet Loss* :

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{4690 - 4657}{4690} \right) \times 100 \\ &= 0,703\%\end{aligned}$$

4.5.11 *Delay* provider Three (3) di pagi hari

Pada tabel 4.9 data dari capture wireshark akan di filter menggunakan protocol tcp, lalu akan diekspor ke dalam format CSV (Comma Separated Values Summary) pada excel lalu akan di hitung nilai hasil rata – rata *Delay*. Sebelum mendapatkan hasil rata – rata *Delay* terlebih dahulu di cari total *Delay*, untuk mencari total *Delay* yaitu time2 dikurangi time1 lalu dijumlahkan seluruh total *Delay* yang didapatkan dari seluruh paket data. Setelah didapatkan total *Delay* dari seluruh paket data kemudian mencari nilai rata – rata *Delay* dengan cara total *Delay* dibagi dengan seluruh paket data, sebagai contoh tabel dibawah ini perhitungan untuk mencari total *Delay* menggunakan 5 sampel data :

Tabel 4.29: Cara Perhitungan *Delay*

Time 2	Time 1	<i>Delay (second)</i>
0,002334	0	$0,002334 - 0 = 0,002334$
0,002334	0,002334	$0,002334 - 0,002334 = 0$
0,002335	0,002334	$0,002335 - 0,002334 = 1,00E-06$
0,002379	0,002335	$0,002379 - 0,002335 = 4,40E-05$
0,002439	0,002379	$0,002439 - 0,002379 = 6,00E-05$
Total Delay		0,002439

Dari contoh 5 sampel diatas didapatkan total *Delay* 0,002439 *second*. Selanjutnya mencari nilai rata – rata *Delay* 0,002439 dibagi 5 sampel data = 0,0004878. Untuk kondisi streaming provider three (3) di pagi hari didapatkan total *Delay* 5,283403 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu $4690 - 1 = 4689$ karena paket data dihitung dari row kedua pada excel, jadi untuk hasil rata – rata *Delay* dapat dilihat pada rumus *Delay* dibawah ini :

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{5,283403}{4689}$$

$$= 0,001126765 \text{ sec}$$

$$= 1,126 \text{ ms}$$

4.5.12 Jitter provider Three (3) di pagi hari

Untuk mendapatkan nilai *jitter* terlebih dahulu dicari variasi *Delay* yang diperoleh dari penjumlahan yaitu $= (Delay\ 2 - Delay\ 1) + (Delay\ 3 - Delay\ 2) + \dots + (Delay\ n - Delay\ n)$ setelah didapatkan variasi *Delay* lalu dibagi dengan total paket diterima. Berikut contoh perhitungan untuk mencari total variasi *Delay* dari 5 sampel data :

Tabel 4.30: Cara Perhitungan *Jitter*

<i>Delay 2</i>	<i>Delay 1</i>	Variasi <i>Delay (second)</i>
0,000001	0,000001	=ABS (0,000001 - 0,000001) = 0
0,000001	0	=ABS (0,000001 - 0) = 0,000001
0,00014	-0,00014	=ABS (0,00014 - 0,00014) = 0,000279
0,000001	0,000139	=ABS (0,000001 - 0,000139) = 0,000138
0,000073	-7,2E-05	=ABS (0,000073 - 7,2E-05) = 0,000145
Total Variasi <i>Delay</i>		0,000563

Dari 5 sampel diatas didapatkan total variasi *Delay* 0,000563 *second*, ABS merupakan rumus pada excel untuk mengembalikan angka pada nilai absud atau nilai mutlak tanpa tanda plus atau minus. Untuk kondisi streaming provider three (3) di pagi hari total variasi *Delay* dari seluruh paket data yaitu 5,275672 *second*, lalu total paket data yang diterima yaitu 4690 – 1 = 4689 karena paket data dihitung dari row kedua pada excel. Hasil untuk nilai *Jitter* didapatkan pada rumus dibawah ini :

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{5,275672}{4689}$$

$$= 0,001125117 \text{ sec}$$

$$= 1,125 \text{ ms}$$

Untuk penjelasan *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* selanjutnya sama dengan penjelasan sebelumnya yang membedakan hanya waktu pada siang dan malam hari di lokasi Mixue Gorontalo.

4.5.13 *Throughput* provider Telkomsel di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.10

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\begin{aligned}\text{Throughput} &= \frac{2459325}{9,882} \\ &= 248,869 \text{ bytes} \\ &= 1990 \text{ kbits}\end{aligned}$$

4.5.14 *Packet Loss* provider Telkomsel di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.10

$$\begin{aligned}\text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\ \text{Packet loss} &= \left(\frac{6472 - 6453}{6472} \right) \times 100 \\ &= 0,293\%\end{aligned}$$

4.5.15 *Delay* provider Telkomsel di siang hari

Jumlah Paket $6472 - 1 = 6471$, total *Delay* 9,881913 sec.

$$\begin{aligned}\text{Delay} &= \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\ \text{Delay} &= \frac{9,881913}{6471} \\ &= 0,001527108 \text{ sec} \\ &= 1,5 \text{ ms}\end{aligned}$$

4.5.16 *Jitter* provider Telkomsel di siang hari

Jumlah Paket $6472 - 1 = 6471$, total *Delay* 9,873503 sec.

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned}
 Jitter &= \frac{9,873503}{6471} \\
 &= 0,001525808 \text{ sec} \\
 &= 1,5 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.5.17 Throughput provider XL di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.10

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\
 \text{Throughput} &= \frac{4449072}{7,604} \\
 &= 585,096 \text{ bytes} \\
 &= 4680 \text{ kbits}
 \end{aligned}$$

4.5.18 Packet Loss provider XL di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.10

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{4578 - 4576}{4578} \right) \times 100 \\
 &= 0,043\%
 \end{aligned}$$

4.5.19 Delay provider XL di siang hari

Jumlah Paket $4578 - 1 = 4577$, total Delay 7,604047 sec.

$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 \text{Delay} &= \frac{7,604047}{4577} \\
 &= 0,00166136 \text{ sec} \\
 &= 1,6 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.5.20 *Jitter* provider XL di siang hari

Jumlah Paket $4578 - 1 = 4577$, total *Delay* 7,603967 sec.

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{7,603967}{4577}$$

$$= 0,001661343 \text{ sec}$$

$$= 1,6 \text{ ms}$$

4.5.21 *Throughput* provider Three (3) di siang hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.10

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{5372156}{6,973}$$

$$= 770,442 \text{ bytes}$$

$$= 6163 \text{ kbits}$$

4.5.22 *Packet Loss* provider Three (3) di siang hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.10

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100$$

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{6128 - 6096}{6128} \right) \times 100$$

$$= 0,522\%$$

4.5.23 *Delay* provider Three (3) di siang hari

Jumlah Paket $6128 - 1 = 6127$, total *Delay* 6,973188 sec.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned}
 Delay &= \frac{6,973188}{6127} \\
 &= 0,001138108 \text{ sec} \\
 &= 1,1 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.5.24 *Jitter* provider Three (3) di siang hari

Jumlah Paket $6128 - 1 = 6127$, total *Delay* 6,973135 sec.

$$\begin{aligned}
 Jitter &= \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 Jitter &= \frac{6,973135}{6127} \\
 &= 0,001138099 \text{ sec} \\
 &= 1,1 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.5.25 *Throughput* provider Telkomsel di malam hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.11

$$\begin{aligned}
 Throughput &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\
 Throughput &= \frac{4905995}{6,884} \\
 &= 712,666 \text{ bytes} \\
 &= 5701 \text{ kbits}
 \end{aligned}$$

4.5.26 *Packet Loss* provider Telkomsel di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.11, provider telkomsel pada malam hari tidak terjadi *Packet Loss*.

4.5.27 *Delay* provider Telkomsel di malam hari

Jumlah Paket $9289 - 1 = 9288$, total *Delay* 6,884146 sec.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$\begin{aligned}
 Delay &= \frac{6,884146}{9288} \\
 &= 0,000741187 \text{ sec} \\
 &= 0,74 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.5.28 Jitter provider Telkomsel di malam hari

Jumlah Paket $9289 - 1 = 9288$, total *Delay* 6,8841 sec.

$$\begin{aligned}
 Jitter &= \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}} \\
 Jitter &= \frac{6,8841}{9288} \\
 &= 0,000741182 \text{ sec} \\
 &= 0,74 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

4.5.29 Throughput provider XL di malam hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.11

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \\
 \text{Throughput} &= \frac{3612233}{4,382} \\
 &= 824,334 \text{ bytes} \\
 &= 6595 \text{ kbits}
 \end{aligned}$$

4.5.30 Packet Loss provider XL di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.11

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{paket terkirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket terkirim}} \right) \times 100 \\
 \text{Packet loss} &= \left(\frac{5865 - 5861}{5865} \right) \times 100 \\
 &= 0,068\%
 \end{aligned}$$

4.5.31 Delay provider XL di malam hari

Jumlah Paket $5865 - 1 = 5864$, total Delay 4,381672 sec.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{4,381672}{5864}$$

$$= 0,000747216 \text{ sec}$$

$$= 0,74 \text{ ms}$$

4.5.32 Jitter provider XL di malam hari

Jumlah Paket $5865 - 1 = 5864$, total Delay 4,381641 sec.

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{4,381641}{5864}$$

$$= 0,00074721 \text{ sec}$$

$$= 0,74 \text{ ms}$$

4.5.33 Throughput provider Three (3) di malam hari

Untuk data dapat di lihat dari tabel 4.11

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet Data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{6067232}{5,143}$$

$$= 1179,706 \text{ bytes}$$

$$= 9473 \text{ kbits}$$

4.5.34 Packet Loss provider Three (3) di malam hari

Untuk data dapat dilihat dari tabel 4.11, provider telkomsel pada malam hari tidak terjadi *Packet Loss*.

4.5.35 *Delay provider Three (3) di malam hari*

Jumlah Paket $6571 - 1 = 6570$, total *Delay* 5,144794 sec.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Delay = \frac{5,144794}{6570}$$

$$= 0,000783074 \text{ sec}$$

$$= 0,78 \text{ ms}$$

4.5.36 *Jitter provider Three (3) di malam hari*

Jumlah Paket $6571 - 1 = 6570$, total *Delay* 5,144764 sec.

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang di terima}}$$

$$Jitter = \frac{5,144764}{6570}$$

$$= 0,000783069 \text{ sec}$$

$$= 0,78 \text{ ms}$$

4.6 Perbandingan Hasil Analisa Pengukuran

4.6.1 Analisa Data Hasil Perhitungan Di Lokasi Area Mufidah

Analisa data hasil pengukuran *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* saat melakukan *streaming* video menggunakan *provider* telkomsel, xl dan three (3).

Tabel 4.31: Perbandingan Nilai Parameter QoS

Waktu Dan Jarak BTS	Provider	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Packet Loss (%)</i>	<i>Delay</i> (ms)	<i>Jitter</i> (ms)
Pagi	Telkomsel 159 m	5157	0,107	1,2	3,1
	XL 450 m	718	0,026	13	13
	Three (3) 442 m	5922	1,791	1,1	1,1
Siang	Telkomsel 159 m	4946	0,346	1,3	1,3
	XL 450 m	6229	-	1,2	1,2
	Three (3) 442 m	371	0,351	10,4	10
Malam	Telkomsel 159 m	6876	1,249	1,2	1,09
	XL 450 m	5898	0,267	1,27	1,2
	Three (3) 442 m	6579	0,755	1	0,99

4.6.2 Analisa Data Hasil Perhitungan Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Analisa data hasil pengukuran *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* saat melakukan *streaming* video menggunakan *provider* telkomsel, xl dan three (3).

Tabel 4.32: Perbandingan Nilai Parameter QoS

Waktu Dan Jarak BTS	Provider	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Packet Loss (%)</i>	<i>Delay</i> (ms)	<i>Jitter</i> (ms)
Pagi	Telkomsel 143 m	9062	5,16	0,76	0,76
	XL 257 m	6217	0,01	1,07	1,07
	Three (3) 487 m	7389	0,406	1	1
Siang	Telkomsel 143 m	9594	8,26	0,67	0,67
	XL 257 m	8432	0,018	0,91	0,91
	Three (3) 487 m	4534	0,13	1,56	1,55
Malam	Telkomsel 143 m	384	3,52	11,2	11,2
	XL 257 m	8367	0,029	0,63	0,63
	Three (3) 487 m	7390	-	0,94	0,94

4.6.3 Analisa Data Hasil Perhitungan Di Lokasi Area Mixue

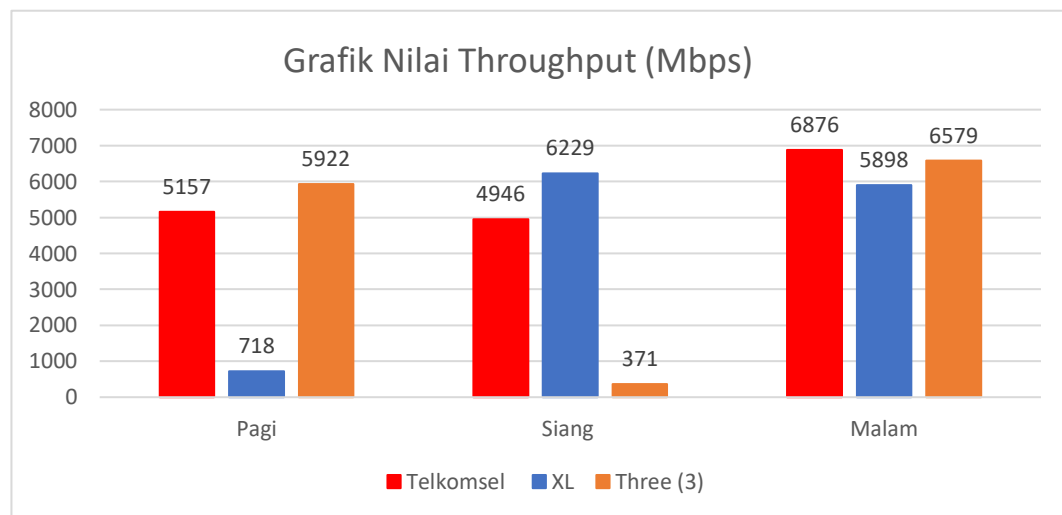
Analisa data hasil pengukuran *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* saat melakukan *streaming* video menggunakan *provider* telkomsel, xl dan three (3).

Tabel 4.33: Perbandingan Nilai Parameter QoS

Waktu Dan Jarak BTS	Provider	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Packet Loss (%)</i>	<i>Delay</i> (ms)	<i>Jitter</i> (ms)
Pagi	Telkomsel 321 m	10.018	6,64	0,57	0,57
	XL 63 m	3760	0,013	1,17	1,17
	Three (3) 478 m	6541	0,703	1,126	1,125
Siang	Telkomsel 321 m	1990	0,293	1,5	1,5
	XL 63 m	4680	0,043	1,6	1,6
	Three (3) 478 m	6163	0,522	1,1	1,1
Malam	Telkomsel 321 m	5701	-	0,74	0,74
	XL 63 m	6595	0,068	0,74	0,74
	Three (3) 478 m	9473	-	0,78	0,78

4.6.4 Nilai *Throughput* Di Lokasi Area Mufidah

Menurut TIPHON, *Throughput* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 1.2 s/d 2.1 Mbps, bagus jika 700 Kbps s/d 1.2 Mbps, sedang jika 338 s/d 700 Kbps, dan buruk jika 0 s/d 338 Kbps. Berikut hasil dari *Throughput* di lokasi mufidah datanya dilihat dari tabel 4.31 yang menggunakan *software wireshark*:

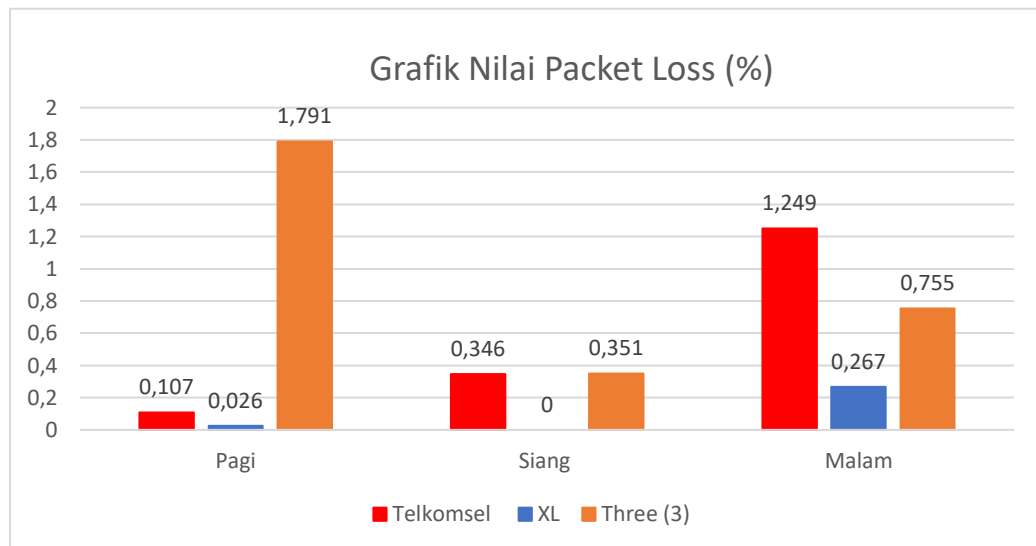


Gambar 4.2: Grafik Nilai *Throughput*

Dari grafik diatas *Throughput* tertinggi kondisi streaming dari ketiga *provider* terjadi pada malam hari yaitu sebesar 6876 Mbps yang dihasilkan *provider* telkomsel dan untuk nilai terendahnya terjadi pada siang hari yaitu sebesar 371 Kbps yang dihasilkan *provider* three (3) dengan kategori sedang. Bisa dilihat bahwa nilai *throughput* telkomsel di lokasi area mufidah stabil di angka 5157 s/d 6876 Mbps

4.6.5 Nilai *Packet Loss* Di Lokasi Area Mufidah

Menurut TIPHON, *Packet Loss* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 0%, bagus jika 3%, sedang jika 15%, dan buruk jika 25%. Berikut hasil dari *Packet Loss* di lokasi mufidah menggunakan *software wireshark* :

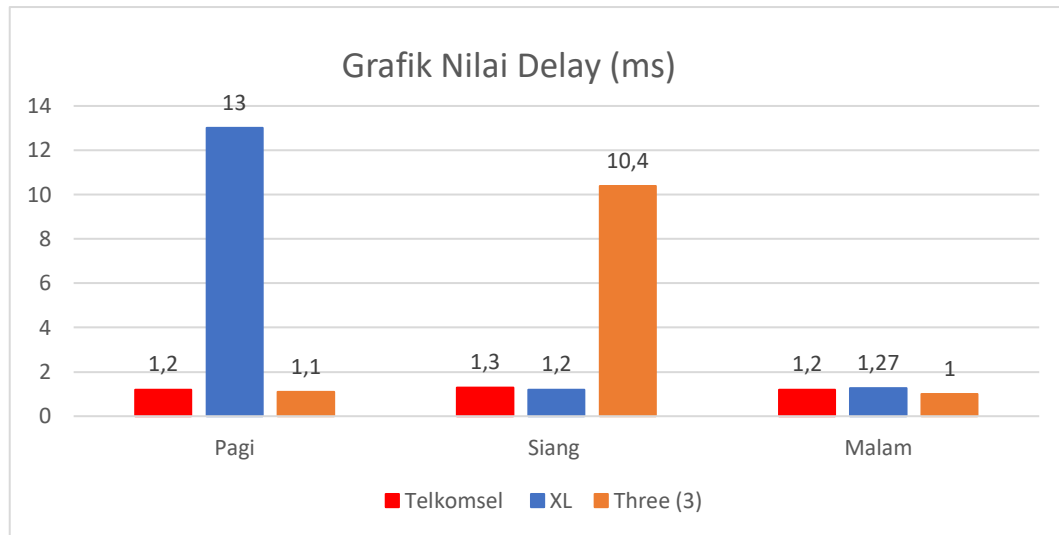


Gambar 4.3: Grafik Nilai *Packet Loss*

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa *Packet Loss* di lokasi mufidah dapat dikategorikan sangat bagus dan untuk pagi hari provider three (3) terjadi *packet loss* tertinggi yaitu 1,791%. Bisa dilihat juga di siang hari pada provider XL tidak terjadi *Packet Loss*.

4.6.6 Nilai Delay Di Lokasi Area Mufidah

Menurut TIPHON, *Delay* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya <150 ms, bagus jika 150 s/d 300 ms, sedang jika 300 s/d 450 ms, dan buruk jika >450 ms. Berikut hasil dari *Delay* di lokasi area mufidah menggunakan *software wireshark* :

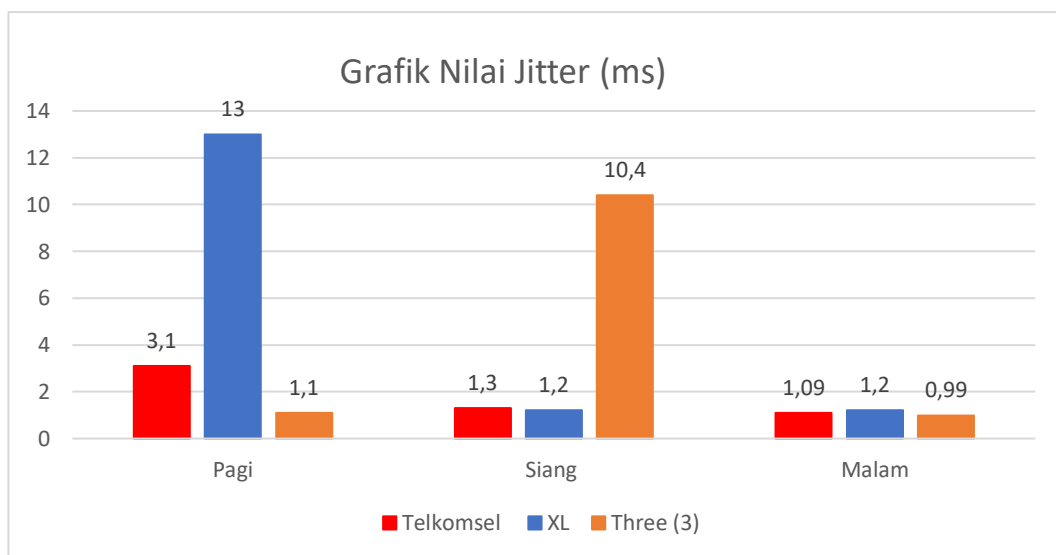


Gambar 4.4: Grafik Nilai *Delay*

Dari grafik diatas nilai *Delay* tertinggi pada kondisi streaming di pagi hari pada *provider* XL yaitu sebesar 13 ms dan masing – masing provider dalam kategori sangat bagus

4.6.7 Nilai *Jitter* Di Lokasi Area Mufidah

Menurut TIPHON, *Jitter* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 0 ms, bagus jika 0 s/d 75 ms, sedang jika 75 s/d 125 ms, dan buruk jika 125 s/d 225 ms. Berikut hasil dari *Jitter* di lokasi area mufidah menggunakan *software wireshark* :



Gambar 4.5: Grafik Nilai *Jitter*

Dari grafik diatas nilai *Jitter* tertinggi pada kondisi streaming di pagi hari pada *provider* XL yaitu sebesar 13 ms dan masing – masing provider dalam kategori sangat bagus

4.6.8 Perbandingan Nilai *Speed Test* Di Lokasi Area Mufidah

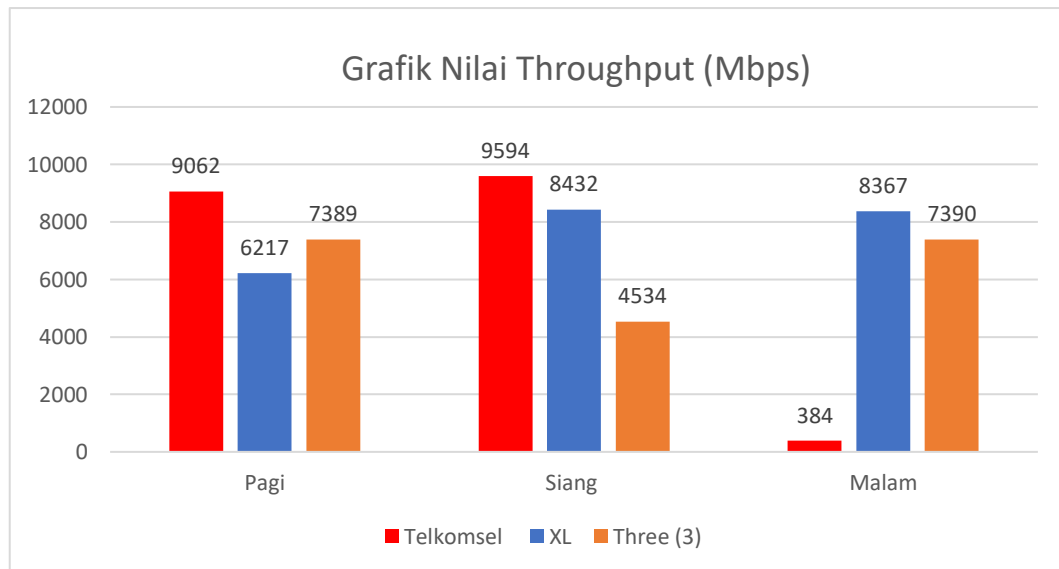
Tabel 4.34: Perbandingan Nilai *Speed Test* Di Lokasi Area Mufidah

Waktu dan Jarak BTS (m)	<i>Provider</i>	Ping (ms)	<i>Bandwidth</i>	Unduh (Mbps)	Unggah (Mbps)
Pagi	Telkomsel 159 m	59	10,3	10,3	4,13
	XL 450 m	88	11,4	11,4	20,4
	Three (3) 442 m	66	10,9	10,9	7,61
Siang	Telkomsel 159 m	110	19,2	19,2	10,3
	XL 450 m	84	11,2	11,2	16,1
	Three (3) 442 m	65	8,8	8,80	3,82
Malam	Telkomsel 159 m	113	17,4	17,4	8,48
	XL 450 m	83	8,8	8,78	18,7
	Three (3) 442 m	64	15,8	15,8	3,86

Dari tabel diatas nilai ping terendah ada pada pagi hari yaitu *provider* telkomsel yang dimana memiliki nilai 59 ms dan nilai ping tertinggi ada pada malam hari yaitu *provider* telkomsel memiliki nilai 113 ms. Untuk nilai bandwidth dan unduh tertinggi ada pada siang hari yaitu pada *provider* telkomsel memiliki nilai 19,2 Mbps, nilai terendah ada pada siang *provider* three (3) dengan nilai 8,8 Mbps dan pada malam hari *provider* xl dengan nilai 8,8. Untuk nilai unggah tertinggi pada pagi hari *provider* xl memiliki nilai 20,4 Mbps dan nilai terendah pada siang hari *provider* three (3) memiliki nilai 3,82 Mbps dan malam hari *provider* xl dengan nilai 3,86 Mbps.

4.6.9 Nilai *Throughput* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Menurut TIPHON, *Throughput* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 1.2 s/d 2.1 Mbps, bagus jika 700 Kbps s/d 1.2 Mbps, sedang jika 338 s/d 700 Kbps, dan buruk jika 0 s/d 338 Kbps. Berikut hasil dari *Throughput* di lokasi jl. Gelatik datanya dilihat dari tabel 4.32 yang menggunakan *software wireshark*:

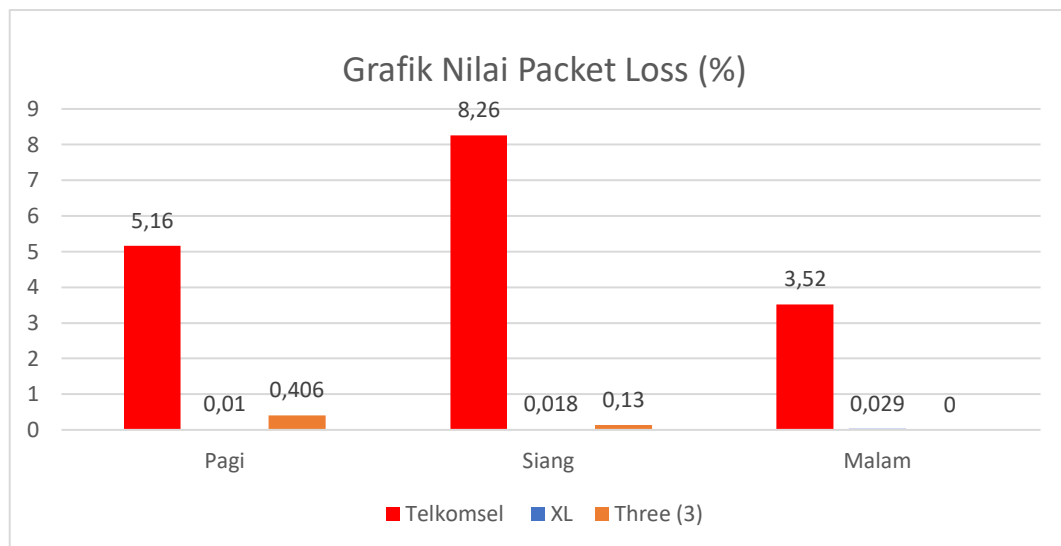


Gambar 4.6: Grafik Nilai *Throughput*

Dari grafik diatas *Throughput* tertinggi kondisi streaming dari ketiga *provider* terjadi pada siang hari yaitu sebesar 9594 Mbps yang dihasilkan *provider* telkomsel dan untuk nilai terendahnya terjadi pada malam hari yaitu sebesar 384 Kbps yang dihasilkan *provider* telkomsel dengan kategori sedang. Bisa dilihat bahwa nilai *throughput* xl dan three (3) di lokasi area jl. gelatik stabil dengan kategori sangat bagus.

4.6.10 Nilai *Packet Loss* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Menurut TIPHON, *Packet Loss* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 0%, bagus jika 3%, sedang jika 15%, dan buruk jika 25%. Berikut hasil dari *Packet Loss* di lokasi jl. gelatik menggunakan *software wireshark* :

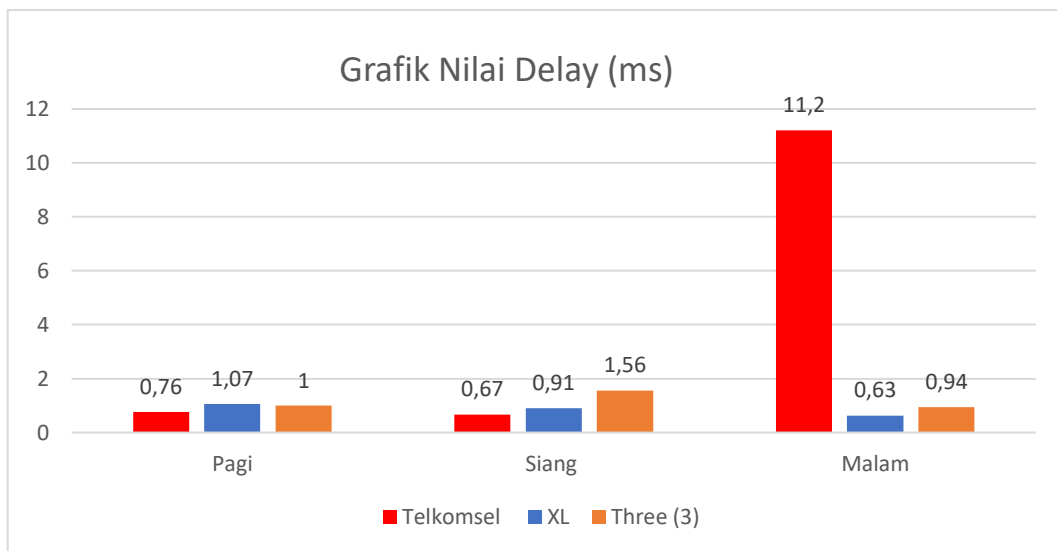


Gambar 4.7: Grafik Nilai *Packet Loss*

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa *Packet Loss* di lokasi area jl. gelatik dapat dikategorikan sangat bagus untuk *provider* xl dan three (3). Untuk *provider* telkomsel di kategori bagus dikarenakan memiliki *packet loss* pada pagi, siang dan malam hari diangka 3,52% sampai 8,26 % dan pada *provider* three (3) di waktu malam tidak terjadinya *packet loss*.

4.6.11 Nilai *Delay* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Menurut TIPHON, *Delay* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya <150 ms, bagus jika 150 s/d 300 ms, sedang jika 300 s/d 450 ms, dan buruk jika >450 ms. Berikut hasil dari *Delay* di lokasi area jl. gelatik menggunakan *software wireshark* :

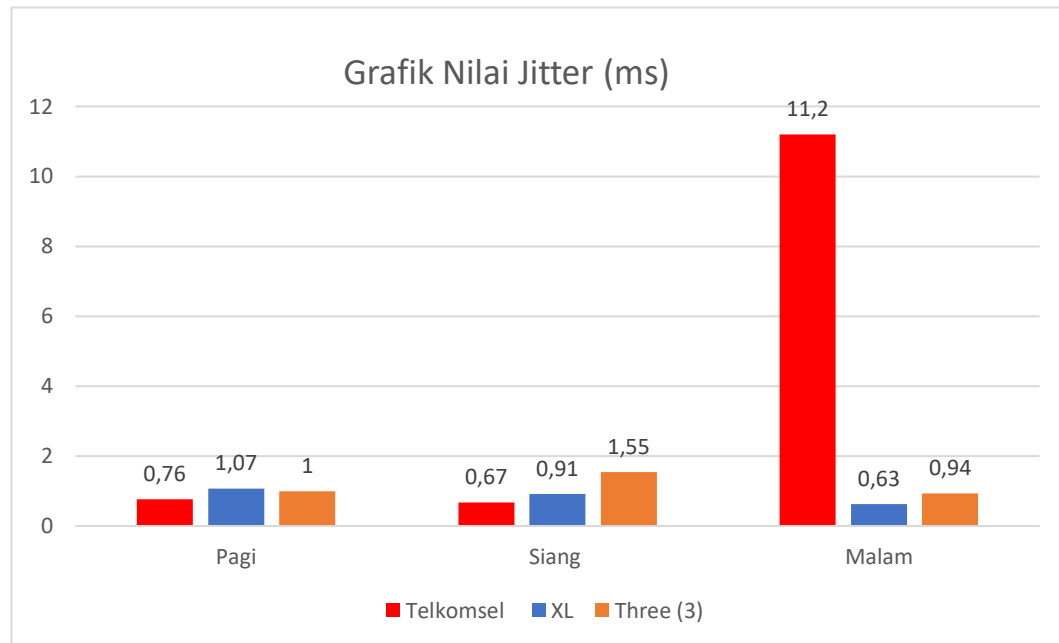


Gambar 4.8: Grafik Nilai *Delay*

Dari grafik diatas nilai *Delay* tertinggi pada kondisi streaming di malam hari pada *provider* telkomsel yaitu sebesar 11,2 ms dan nilai terendahnya pada *provider* xl dengan nilai 0,63. Untuk masing – masing *provider* dalam kategori sangat bagus.

4.6.12 Nilai *Jitter* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Menurut TIPHON, *Jitter* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 0 ms, bagus jika 0 s/d 75 ms, sedang jika 75 s/d 125 ms, dan buruk jika 125 s/d 225 ms. Berikut hasil dari *Jitter* di lokasi area jl. gelatik menggunakan software wireshark :



Gambar 4.9: Grafik Nilai *jitter*

Dari grafik diatas nilai *Jitter* tertinggi pada kondisi streaming di malam hari pada *provider* telkomsel yaitu sebesar 11,2 ms dan masing – masing *provider* dalam kategori sangat bagus.

4.6.13 Perbandingan Nilai *Speed Test* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

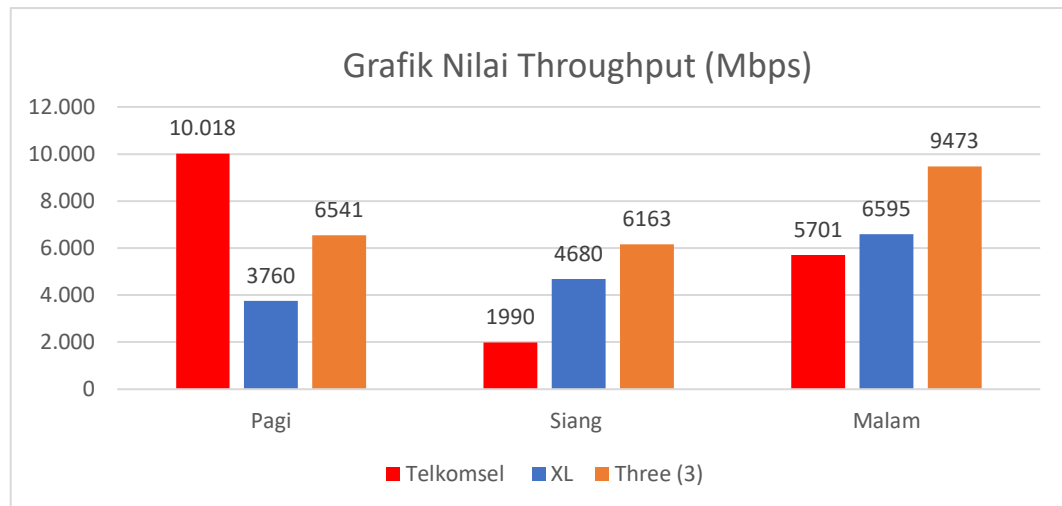
Tabel 4.35: Perbandingan Nilai *Speed Test* Di Lokasi Area Jl. Gelatik

Waktu dan Jarak BTS (m)	Provider	Ping (ms)	Bandwidth	Unduh (Mbps)	Unggah (Mbps)
Pagi	Telkomsel 143 m	108	11,6	11,6	12,8
	XL 257 m	87	14,8	14,8	15,3
	Three (3) 487 m	66	5,5	5,48	6,72
Siang	Telkomsel 143 m	106	15,4	15,4	10,5
	XL 257 m	85	7,3	7,28	18,5
	Three (3) 487 m	84	14,1	14,1	3,53
Malam	Telkomsel 143 m	106	17,4	17,4	7,46
	XL 257 m	80	6,7	6,70	12,8
	Three (3) 487 m	68	10,1	10,1	9.00

Dari tabel diatas nilai ping terendah ada pada pagi hari yaitu *provider* three (3) yang dimana memiliki nilai 66 ms dan nilai ping tertinggi ada pada pagi hari yaitu *provider* telkomsel memiliki nilai 109 ms. Untuk nilai bandwidth dan unduh tertinggi ada pada malam hari yaitu pada *provider* telkomsel memiliki nilai 17,4 Mbps, nilai terendah ada pada pagi hari *provider* three (3) dengan nilai 5,5 Mbps dan pada malam hari *provider* xl dengan nilai 6,7 Mbps. Untuk nilai unggah tertinggi pada siang hari *provider* xl memiliki nilai 18,5 Mbps dan nilai terendah pada siang hari *provider* three (3) memiliki nilai 3,53 Mbps.

4.6.14 Nilai *Throughput* Di Lokasi Area Mixue

Menurut TIPHON, *Throughput* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 1.2 s/d 2.1 Mbps, bagus jika 700 Kbps s/d 1.2 Mbps, sedang jika 338 s/d 700 Kbps, dan buruk jika 0 s/d 338 Kbps. Berikut hasil dari *Throughput* di lokasi mixue datanya dilihat dari tabel 4.33 yang menggunakan *software wireshark*:

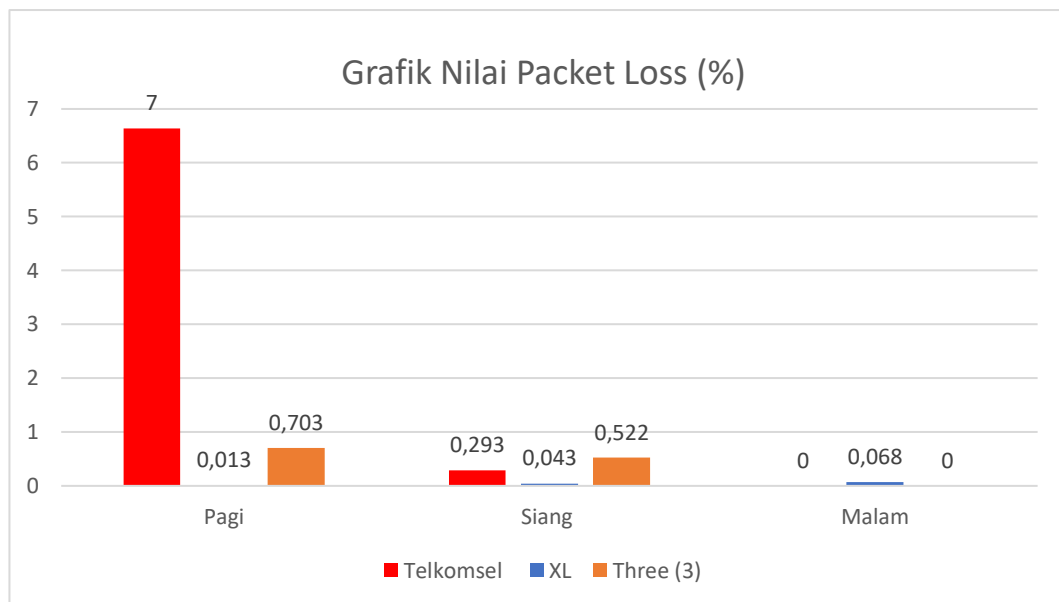


Gambar 4.10: Grafik Nilai *Throughput*

Dari grafik diatas *Throughput* tertinggi kondisi streaming dari ketiga *provider* terjadi pada pagi hari yaitu sebesar 10.018 Mbps yang dihasilkan *provider* telkomsel dan untuk nilai terendahnya terjadi pada siang hari yaitu sebesar 1990 Mbps yang dihasilkan *provider* telkomsel dengan kategori sangat bagus. Bisa dilihat bahwa masing – masing memiliki kategori sangat bagus.

4.6.15 Nilai *Packet Loss* Di Lokasi Area Mixue

Menurut TIPHON, *Packet Loss* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 0%, bagus jika 3%, sedang jika 15%, dan buruk jika 25%. Berikut hasil dari *Packet Loss* di lokasi area mixue menggunakan *software wireshark* :

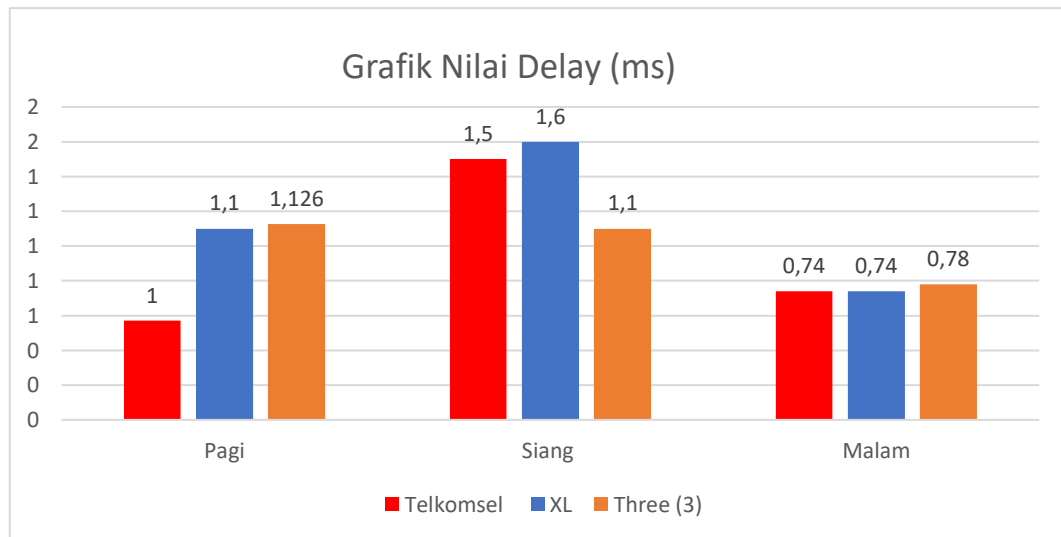


Gambar 4.11: Grafik Nilai *Packet Loss*

Dari grafik diatas bahwa *Packet Loss* dari ketiga *provider* dikategorikan bagus dan sangat bagus. Untuk *provider* telkomsel di kategori bagus dikarenakan memiliki *packet loss* pada pagi hari diangka 6,64, dan pada *provider telkomsel* dan three (3) di waktu malam tidak terjadinya *packet loss*.

4.6.16 Nilai *Delay* Di Lokasi Area Mixue

Menurut TIPHON, *Delay* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya <150 ms, bagus jika 150 s/d 300 ms, sedang jika 300 s/d 450 ms, dan buruk jika >450 ms. Berikut hasil dari *Delay* di lokasi area mixue menggunakan *software wireshark* :

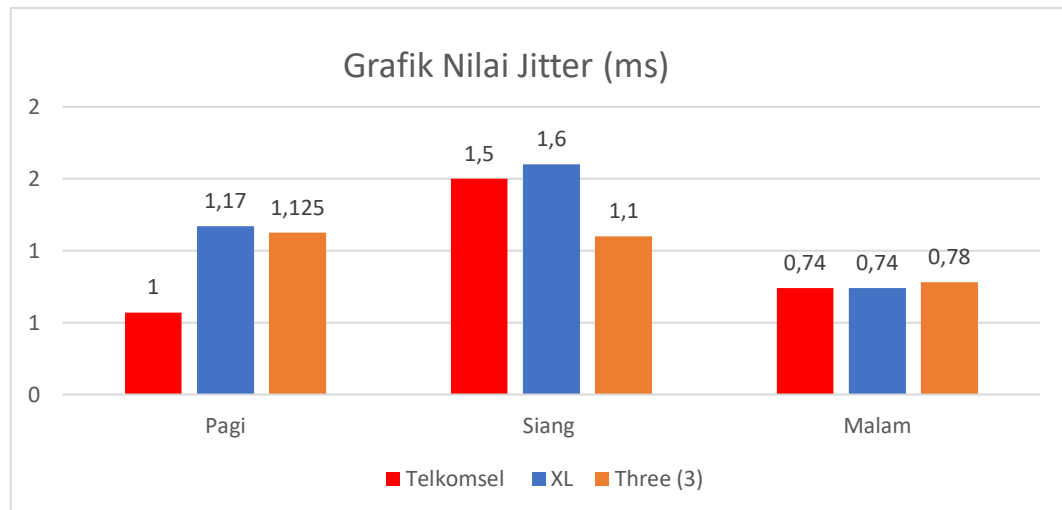


Gambar 4.12: Grafik Nilai *Delay*

Dari grafik diatas nilai *Delay* tertinggi pada kondisi streaming di siang hari pada *provider xl* yaitu sebesar 1,6 ms dan nilai terendahnya pada *provider telkomsel* dengan nilai 0,57 ms. Untuk masing – masing provider dalam kategori sangat bagus.

4.6.17 Nilai *Jitter* Di Lokasi Area Mixue

Menurut TIPHON, *Jitter* termasuk dalam kategori sangat bagus jika nilainya 0 ms, bagus jika 0 s/d 75 ms, sedang jika 75 s/d 125 ms, dan buruk jika 125 s/d 225 ms. Berikut hasil dari *Jitter* di lokasi mixue menggunakan *software wireshark* :



Gambar 4.13: Grafik Nilai *Jitter*

Dari grafik diatas nilai *Jitter* tertinggi pada kondisi streaming di siang hari pada *provider xl* yaitu sebesar 1,6 ms dan nilai terendah pada *provider telkomsel* di waktu pagi hari di angka 0,57 ms. Untuk masing – masing *provider* dalam kategori sangat bagus.

4.6.18 Perbandingan Nilai *Speed Test* Di Lokasi Area Mixue

Tabel 4.36: Perbandingan Nilai *Speed Test* Di Lokasi Area Mixue

Waktu dan Jarak BTS (m)	Provider	Ping (ms)	Bandwidth	Unduh (Mbps)	Unggah (Mbps)
Pagi	Telkomsel 321 m	106	17,0	17,0	5,39
	XL 63 m	96	5,5	5,54	20,9
	Three (3) 478 m	60	13,4	13,4	9,68
Siang	Telkomsel 321 m	111	8,9	8,89	4,20
	XL 63 m	76	12,5	12,5	19,2
	Three (3) 478 m	76	12,1	12,1	5,85
Malam	Telkomsel 321 m	102	12,6	12,6	7,21
	XL 63 m	78	7,4	7,45	20,8
	Three (3) 478 m	68	7,0	6,96	7,22

Dari tabel diatas nilai ping terendah ada pada *provider* three (3) diwaktu pagi, siang dan malam yang dimana memiliki nilai 60 s/d 76 ms dan nilai ping tertinggi yaitu *provider* telkomsel pada pagi, siang dan malam hari memiliki nilai 102 s/d 111 ms. Untuk nilai bandwidth dan unduh tertinggi ada pada pagi hari yaitu pada *provider* telkomsel memiliki nilai 17,0 Mbps, nilai terendah ada pada pagi hari *provider* xl dengan nilai 5,5 Mbps. Untuk nilai unggah tertinggi ada pada *provider* xl diwaktu pagi, siang dan malam hari memiliki nilai 19,2 s/d 20,9 Mbps dan nilai terendah pada siang hari *provider* telkomsel memiliki nilai 4,20 Mbps.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan Sistem Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data analisis kualitas internet jaringan 4G adapun Langkah - langkah yang dilakukan yaitu :

5.1.1 Langkah Pertama Pengumpulan Data Menggunakan *Smartphone*



Gambar 5.1: Tampilan *Software Open Signal*

Pada gambar diatas sebagai Langkah awal penelitian untuk mengetahui area yang terjadinya *blank spot* atau zona merah menggunakan aplikasi *open signal*. Langkah selanjutnya,



Gambar 5.2: Tampilan *Software Open Signal*

Pada gambar diatas untuk menentukan titik tower yang akan diukur dan user tidak berpindah dari titik awal pada setiap kondisi waktu, jika sudah terkoneksi ke titik tower maka dalam pelaksanaan pengukuran akan timbul garis yang menghubungkan lokasi si user dan tower. Langkah selanjutnya,



Gambar 5.3: Tampilan *Software Google Earth*

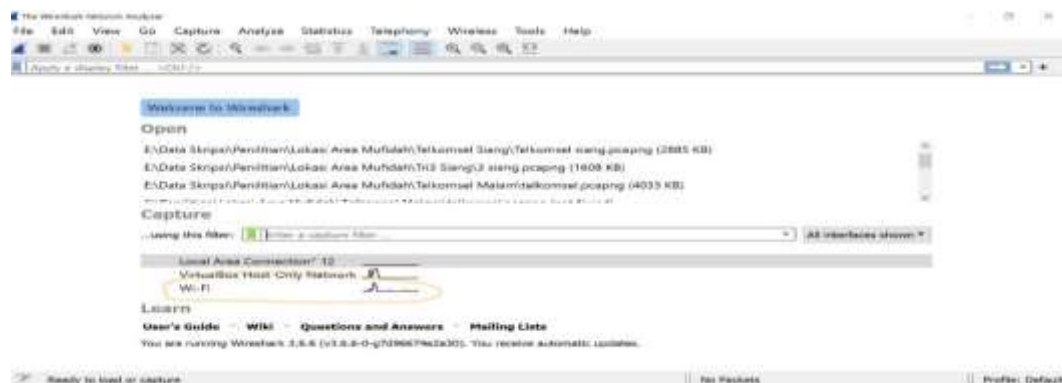
Pada gambar diatas berfungsi untuk mengetahui jarak user dari tower yang akan diukur menggunakan aplikasi *google earth*. Langkah selanjutnya,



Gambar 5.4: Tampilan *Software Speed Test*

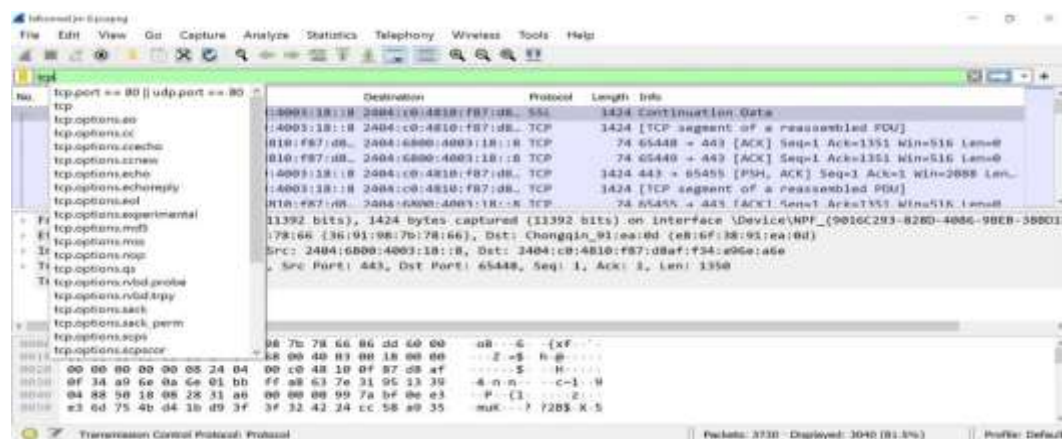
Pada gambar diatas berfungsi untuk mengukur kualitas jaringan internet dari setiap *provider* yang diteliti menggunakan aplikasi *speed test*.

5.1.2 Langkah Kedua Pengumpulan Data Menggunakan Laptop



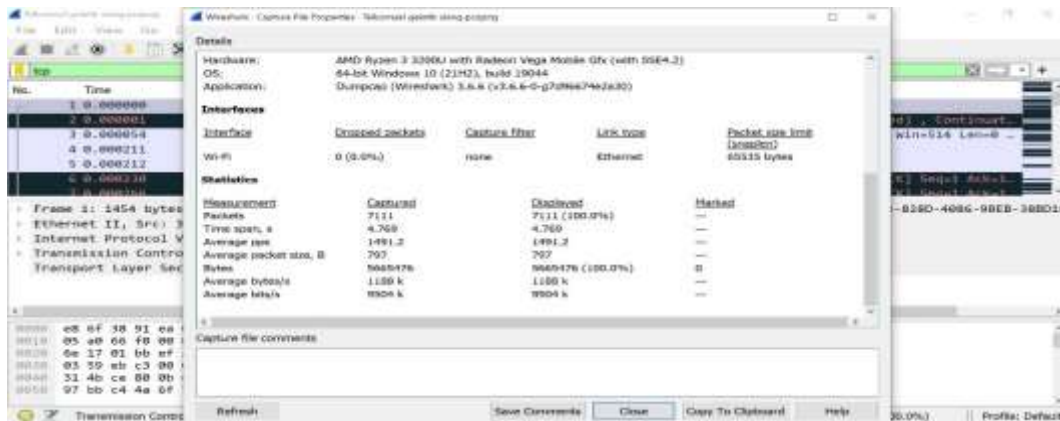
Gambar 5.5: sumber (wireshark)

Dilihat dari gambar di atas menampilkan langkah awal untuk mendapatkan data hasil kualitas internet jaringan 4G, klik 2x pada wifi untuk menganalisa mendapatkan hasil pengumpulan data. Masuk kelangkah berikutnya.



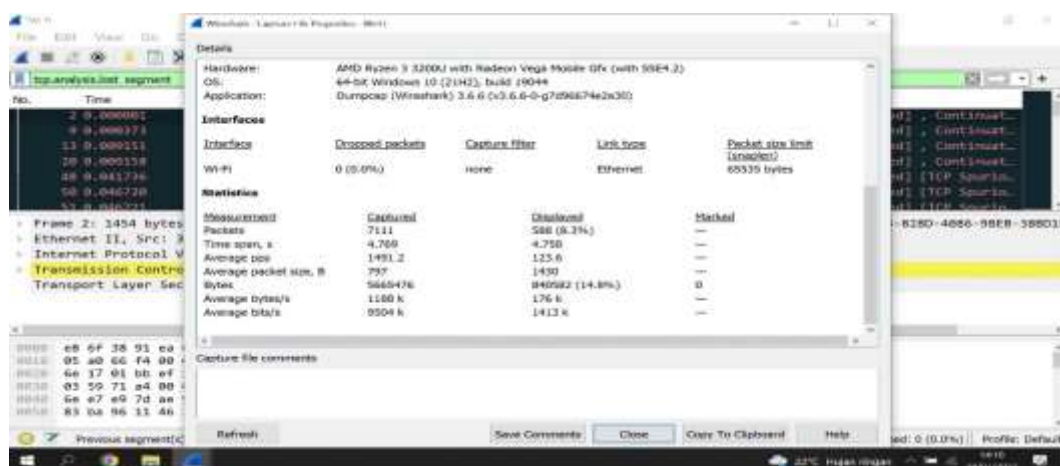
Gambar 5.6: sumber (wireshark)

Pada gambar diatas merupakan *capture* dari *wireshark* yang telah selesai melakukan analisis pada kondisi streaming pada protocol tcp untuk mendapatkan data *Throughput*. Kemudian masuk kelangkah berikutnya.



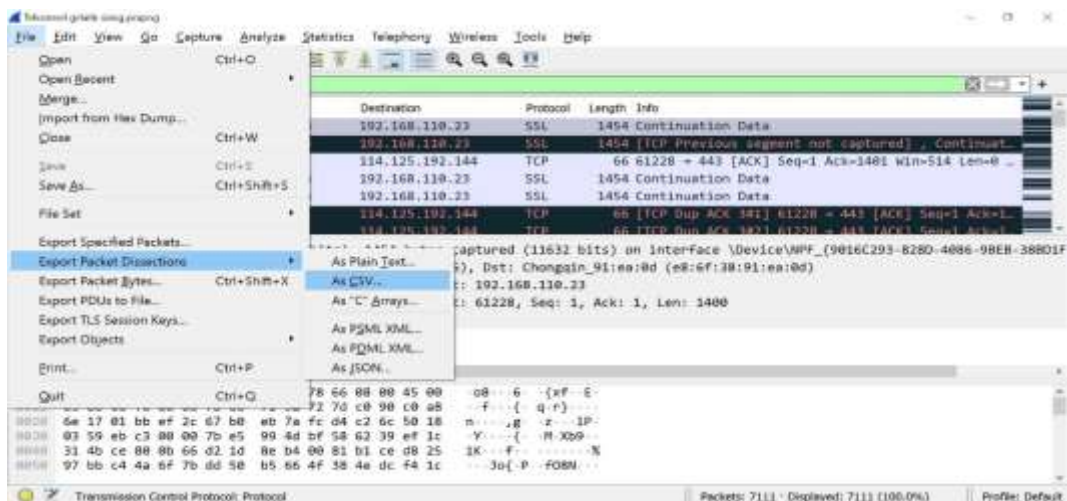
Gambar 5.7: sumber (wireshark)

Pada gambar diatas adalah hasil dari analisis yang sudah difilter protocol tcp dan akan dihitung menggunakan rumus *Throughput*. Langkah selanjutnya.



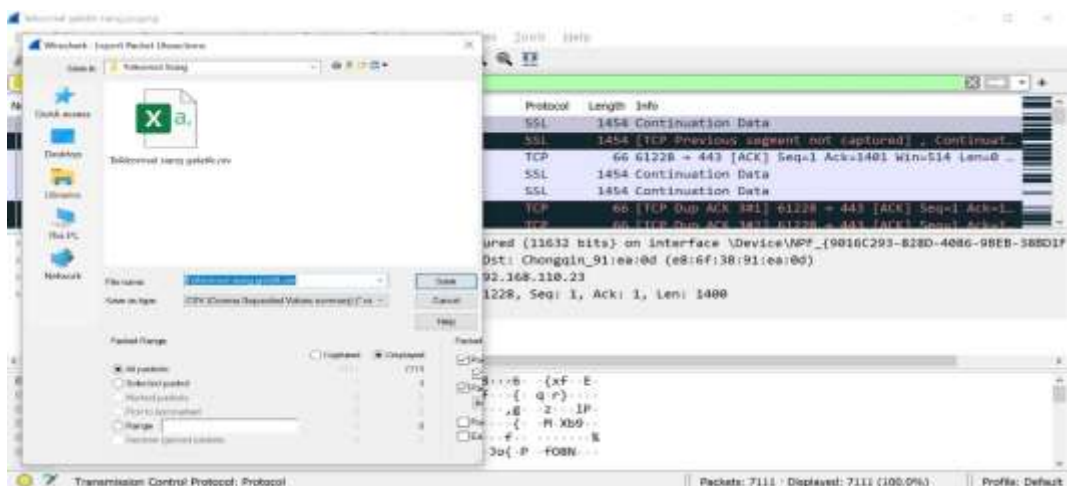
Gambar 5.8: sumber (wireshark)

Pada gambar diatas adalah data dari *Packet Loss* dengan mengfilter protocol menggunakan tcp.analysis.lost_segment. untuk menghitungnya gunakan rumus *Packet Loss*. Langkah berikutnya.



Gambar 5.9: sumber (wireshark)

Pada gambar diatas cara untuk mendapatkan data *Delay* dan *Jitter*. Pilih menu file setelah itu pilih Export Packet Dissection, kemudian pilih menu As CSV untuk mendapatkan data *Delay* dan *Jitter*. Langkah berikutnya.



Gambar 5.10: sumber (wireshark)

Pada gambar diatas merupakan langkah untuk menyimpan data *Delay* dan *Jitter* dari hasil analisis wireshark.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kualitas jaringan internet 4G pada *provider* seluler di Kota Gorontalo. Analisis perbandingan ini menggunakan parameter *Quality Of Service* dalam kondisi *streaming*. Maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut :
 - Nilai *throughput* dari ketiga lokasi untuk ketiga *provider*, didapatkan hasil bahwa *provider* xl dan three (3) lebih kecil dari pada yang dihasilkan oleh *provider* telkomsel di area mufidah. Untuk area gelatik *provider* xl dan three (3) stabil di banding telkomsel. Dan di area mixue *provider* three (3) lebih stabil dari pada yang dihasilkan oleh telkomsel dan xl.
 - Nilai *packet loss* dari ketiga lokasi untuk ketiga *provider*, didapatkan hasil bahwa *provider* telkomsel dan three (3) lebih tinggi terjadinya *lost* di bandingkan dengan *provider* xl di area mufidah. Untuk area gelatik *provider* telkomsel lebih tinggi di bandingkan xl dan three (3). Dan di area mixue *provider* telkomsel pada pagi hari mengalami *lost* tertinggi dibanding xl dan three (3).
 - Nilai *delay* dari ketiga lokasi untuk ketiga *provider*, didapatkan hasil bahwa *provider* xl dan three (3) terjadi *delay* tertinggi dibandingkan dengan *provider* telkomsel di area mufidah. Untuk area gelatik *provider* telkomsel mengalami *delay* tertinggi pada malam hari di bandingkan xl dan three (3) lebih stabil. Dan di area mixue *provider* xl dan telkomsel lebih tinggi di bandingkan three (3).
 - Nilai *jitter* dari ketiga lokasi untuk ketiga *provider*, didapatkan hasil bahwa *provider* xl dan three (3) memiliki nilai tertinggi dibandingkan *provider* telkomsel di area mufidah. Untuk di area

gelatik *provider* telkomsel memiliki nilai tertinggi di banding xl dan three (3). Dan di area mixue *provider* xl dan telkomsel memiliki nilai tertinggi dibandingkan three (3).

- Nilai *speed test* dari ketiga lokasi untuk ketiga *provider*, didapatkan hasil bahwa *provider* telkomsel memiliki nilai *bandwidth* tertinggi dan stabil dibandingkan *provider* xl dan three (3). Untuk *provider* three (3) lebih unggul dari kondisi ping dibandingkan *provider* telkomsel dan xl. Untuk kondisi unggah *provider* xl memiliki nilai tertinggi dibandingkan *provider* telkomsel dan three (3).
2. Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa kualitas internet jaringan dari ketiga *provider* yang direkomendasikan untuk digunakan dari setiap lokasi yang diteliti adalah :
 - *Provider* yang direkomendasikan untuk digunakan di lokasi area Mufidah yaitu *provider* telkomsel dan untuk *provider* xl dan three (3) kedepannya bisa menambahkan BTS di area tersebut.
 - *Provider* yang direkomendasikan untuk digunakan di lokasi area jl. Gelatik yaitu *provider* xl dan three (3) dan untuk *provider* telkomsel kedepannya bisa menambahkan BTS di area tersebut.
 - *Provider* yang direkomendasikan untuk digunakan di lokasi area Mixue yaitu *provider* three (3) dan untuk *provider* telkomsel dan xl kedepannya bisa menambahkan BTS di area tersebut.

6.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *provider* yang lebih banyak minimal 5 *provider*.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *software* analisa protocol jaringan yang lebih presisi sehingga mendapatkan perbandingan data lebih lengkap.
3. Untuk penelitian selanjutnya bisa mengambil tempat lokasi di Kabupaten Bone Bolango atau di Kabupaten Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratama M. Windi, (2020). *Analisis Perbandingan Layanan Qos (Quality of Services) Pada Jaringan 4g Di Universitas Mataram*. Mataram
- [2] Hidayati Lathifa, (2020) *Analisa Kualitas Jaringan 4G LTE untuk Provider H31 Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan Software Genex Probe 5.1 Di Kota Purwokerto*.
- [3] Pranata Eko, (2017) *Analisis Pebandingan Quality of Services (QoS) Terhadap Kekuatan Jaringan Berbasis 4G (Operator Telkomsel, XL, dan Indosat) di Daerah Sekitar Kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*.
- [4] Pranoto, Slamet (2016). <https://teknologi4lte.blogspot.co.id/2015/06/pengukuranperformasilte.html>
- [5] Efriyendro Rendi, Rahayu Yusnita, (2017). *Analisa Perbandingan kuat sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan Software G-NeTrack Pro Di area Jalan Protokol Panam*. Panam
- [6] Wulandari, R. (2016). *Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI)*. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi. Hal 162-172. Vol 2. No 2.
- [7] Alyah Ayu Fitrah, (2015). *Analisis Kualitas Jaringan 4G Menggunakan Parameter Quality of Service di Kota Makassar*. Makassar
- [8] Muhamad Iqbal. (2019). *Perbandingan Quality of Service (qos) Jaringan 4G LTE Beberapa Provider menggunakan Sistem Operasi Linux Ubuntu Server 18.10*
- [9] Agus Wicaksono, (2016). *Analisis QoS (Quality of Service) Jaringan Wireless Local Area Network Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*
- [10] Kamarullah, A. H., (2009). *Penerapan Metode Quality of Service pada Jaringan Traffic yang padat*, Jurnal Jaringan Komputer Universitas Sriwijaya, viewed 22 Oktober 2010, Palembang

- [11] Iskandar Iwan dan Hidayat A (2015). *Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)* J.CoreIT, vol. 1, no. 2, pp. 67–76.
- [12] Suhervan. (2010). *Analisis Penerapan QoS (Quality of Service) pada Jaringan Fram Relay Menggunakan Cisco Router*. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- [13] Riadi, Imam dan Wahyu Prio Wicaksono. (2011). *Implementasi Quality of Service Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan

LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi



pengambilan data dari ketiga provider lokasi area mufidah



pengambilan data dari ketiga provider lokasi area mufidah



pengambilan data dari ketiga provider lokasi area gelatik



pengambilan data dari ketiga provider lokasi area gelatik



pengambilan data dari ketiga provider lokasi area mixue



pengambilan data dari ketiga provider lokasi area mixue

Lampiran 2: Hasil Turnitin

**Similarity Report ID:** oid:25211:21654439

PAPER NAME	AUTHOR
SKRIPSI_T3118012_TRI LAKSONO PUTRA ANTULE.docx	TRI LAKSONO PUTRA ANTULE_T3118 triantule1204@gmail.com

WORD COUNT	CHARACTER COUNT
17463 Words	95723 Characters
PAGE COUNT	FILE SIZE
116 Pages	3.5MB
SUBMISSION DATE	REPORT DATE
Sep 2, 2022 9:06 PM GMT+8	Sep 2, 2022 9:09 PM GMT+8

● **5% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 5% Internet database
- Crossref database
- 0% Submitted Works database

- 0% Publications database
- Crossref Posted Content database

● **Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material

- Small Matches (Less than 25 words)

Summary

5% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 5% Internet database
- 0% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 0% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	repository.umy.ac.id	2%
	Internet	
2	media.neliti.com	<1%
	Internet	
3	repository.ittelkom-pwt.ac.id	<1%
	Internet	
4	andi.ddns.net	<1%
	Internet	
5	repository.uin-suska.ac.id	<1%
	Internet	
6	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
	Internet	
7	eprints.unm.ac.id	<1%
	Internet	
8	eprints.polsri.ac.id	<1%
	Internet	

9	journal.unj.ac.id	<1%
	Internet	
10	repository.uncp.ac.id	<1%
	Internet	
11	katadata.co.id	<1%
	Internet	

Lampiran 3: Surat Penelitian

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
LEMBAGA PENELITIAN
Kampus Unisan Gorontalo LL3 - Jln. Achmad Nadjamuddin No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975 E-Mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 3873/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/II/2022
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,
Universitas Ichsan Gorontalo
di,-
Tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini :

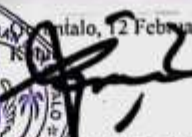
Nama : Dr. Rahmisyari, ST.,SE.,MM
NIDN : 0929117202
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Tri Laksono Putra Antule
NIM : T3118012
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer
Program Studi : Teknik Informatika
Lokasi Penelitian : OPERATOR SELULER KOTA GORONTALO
Judul Penelitian : ANALISA DAN PERBANDINGAN KUALITAS INTERNET JARINGAN 4G PADA PROVIDER SELULER DI KOTA GORONTALO MENGGUNAKAN STANDAR PENGUKURAN QOS (QUALITY OF SERVICE)

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.

Gorontalo, 12 Februari 2022



Dr. Rahmisyari, ST.,SE.,MM
NIDN 0929117202

+

Lampiran 4: Surat Keterangan Penelitian

 **KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
SURAT KEPUTUSAN MENDIKNAS RI NOMOR 84/D/O/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp (0435) 829975 Fax (0435) 829976 Gorontalo

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 720 /FIKOM-UIG/SKP/IX/2022

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Sudirman Melangi, M.Kom.
Jabatan : Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan
Fakultas Ilmu Komputer

Dengan ini Menyatakan bahwa :

N a m a Mahasiswa : Tri Laksono Putra Antule
N I M : T3118012
Program Studi : Teknik Informatika

Bahwa yang bersangkutan benar-benar telah melakukan penelitian tentang "Analisa dan Perbandingan Kualitas Internet jaringan 4G Pada Provider Seluler di Kota Gorontalo Menggunakan Standar Pengukuran QOS" Guna untuk menyelesaikan Studi pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer, dan bersangkutan telah menyelesaikan penelitian Tersebut pada TGL 29 Agustus 2022 sesuai dengan waktu yang telah di tentukan.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dan digunakan untuk seperlunya.

Gorontalo, 09 September 2022
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan


Sudirman Melangi, M.Kom
NIDN: 0908017702

Lampiran 5: Surat Bebas Pustaka

 **KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UPT. PERPUSTAKAAN FAKULTAS
SK. MENDIKNAS RI NO. 84/D/0/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No.17 Telp(0435) 829975 Fax. (0435) 829976 Gorontalo

SURAT KETERANGAN BEBAS PUSTAKA
No : 005/Perpustakaan-Fikom/IX/2022

Perpustakaan Fakultas Ilmu Komputer (FIKOM) Universitas Ichsan Gorontalo dengan ini menerangkan bahwa :

Nama Anggota : Tri Laksono P. Antule
No. Induk : T3118012
No. Anggota : M2022110

Terhitung mulai hari, tanggal : Kamis, 08 September 2022, dinyatakan telah bebas pinjam buku dan koleksi perpustakaan lainnya.

Demikian keterangan ini di buat untuk di pergunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 08 September 2022
Mengetahui,
Kepala Perpustakaan

 
Apriyanto Alhamad, M.Kom
NIDN : 0924048601

Lampiran 6: Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Tri Laksono Putra Antule
Tempat, Tanggal Lahir : Gorontalo, 12 April 1999
Pekerjaan : Mahasiswa
Email : triantule1204@gmail.com

Daftar Riwayat Hidup :

1. Tahun 2011, menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 95, Kecamatan Kota Utara, Kota Gorontalo.
2. Tahun 2014, menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 6 Kota Gorontalo.
3. Tahun 2017, menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Kota Gorontalo.
4. Tahun 2018, telah diterima menjadi Mahasiswa di Perguruan Tinggi Swasta Universitas Ichsan Gorontalo.