

ANALISIS KUALITAS LAYANAN JARINGAN 5G DI MANDALIKA UNTUK PENUNJANG PARIWISATA DI INDONESIA

1stMuh Zhacky Daffa Ardin
Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia
zhackydaffa@gmail.com

2ndNilla Rachmaningrum, S.T.,M.T
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Surabaya, Indonesia
nrachmaningrum@telkomuniversity.ac.id

3rdArrizky Ayu Fradila Prunama,S.T.,M.T
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Surabaya, Indonesia
kyafara@telkomuniveristy.ac.id

Abstrak — Jaringan 5G pertama kali hadir di Lombok Tengah, tepatnya di Mandalika International Street Circuit, yang menjadi tuan rumah World SuperBike 2021 dan MotoGP 2022. Seiring meningkatnya jumlah pengunjung, dibutuhkan pengukuran kualitas layanan (Quality of Service/QoS) untuk memastikan performa jaringan tetap optimal. Penelitian dilakukan untuk menganalisis kualitas jaringan 5G Telkomsel di beberapa titik sirkuit, dengan mengukur parameter QoS seperti packet loss, *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada *Peak season*, terjadi penurunan *Throughput Download* sebesar 53,45% dan *Streaming* turun 32,14% dibandingkan *Low season*. Namun, *Throughput upload* meningkat 37,63%. Packet loss tetap 0%, menandakan transmisi andal. *Delay* meningkat pada *Download* dan *upload* (hingga 31,78% dan 28,73%), sementara *Jitter* naik 34,95% pada *Download* dan sedikit menurun pada *Streaming*. Meskipun terdapat penurunan performa saat trafik tinggi, secara keseluruhan kualitas layanan jaringan 5G Telkomsel di Mandalika tetap sangat baik dan mendukung kegiatan pariwisata, sesuai standar TIPPHON.

Kata kunci— (5G, MANDALIKA, QoS, Telkomsel, Jaringan)

I. PENDAHULUAN

Mandalika kini tengah menjadi primadona karena dibangunnya sirkuit berkelas internasional. Gelaran World Superbike di Sirkuit Mandalika. Sirkuit ini juga bersiap untuk menggelar pertandingan balap berkelas dunia lainnya, yaitu MotoGP[1]. Layanan 5G pertama di Indonesia juga bakal menghadirkan kembali pengalaman akses jaringan ultra-broadband Hyper 5G Telkomsel di kawasan Mandalika International Street Circuit. Pengalaman internet 5G dapat dirasakan langsung masyarakat Nusa Tenggara Barat dan para pengunjung ajang MotoGP[1]. Jaringan merupakan faktor penting dalam menentukan kinerja sistem

telekomunikasi, masalah kualitas jaringan dapat mempengaruhi pengalaman pengguna.

Quality of Service (QoS) dalam jaringan seluler 5G sangat penting untuk memastikan pengalaman pengguna yang optimal dan memenuhi berbagai persyaratan layanan[1]. 5G menjanjikan kinerja yang jauh lebih baik daripada generasi sebelumnya, pada saat menjelang MotoGP dan WSBK yang mempersiapkan khusus jaringan 5G seperti kecepatan pengunduhan yang lebih cepat, latensi yang lebih rendah, dan kapasitas jaringan yang lebih besar. Quality Of Service jaringan seluler 5G harus dirancang untuk mendukung kebutuhan berbagai aplikasi dan memastikan penggunaan sumber daya jaringan yang efisien[2]. Hal ini dapat dicapai melalui adanya kepastian akan kualitas jaringan, yang memungkinkan operator jaringan membagi jaringan menjadi bagian-bagian yang dapat dioptimalkan untuk berbagai aplikasi. Masyarakat Nusa Tenggara Barat menanti adanya kepastian kualitas jaringan 5G tersebut secara merata. Salah satu karakteristik penting QoS dalam jaringan seluler 5G adalah latensi. Oleh karena itu, jaringan 5G dirancang untuk latensi yang sangat rendah, yaitu hingga kurang dari 1 ms[2].

Quality of Service jaringan 5G juga harus memastikan keamanan dan privasi pengguna. Dengan peningkatan konektivitas dan perangkat yang terhubung, keamanan data menjadi semakin penting untuk melindungi data pengguna dari ancaman dunia maya. Secara keseluruhan, QoS merupakan bagian penting dari jaringan seluler 5G untuk memastikan pengalaman pengguna yang optimal dan memenuhi berbagai persyaratan layanan. Operator jaringan harus merancang jaringan mereka dengan mempertimbangkan aplikasi dan persyaratan layanan yang berbeda dan menerapkan teknologi seperti pemotongan jaringan untuk memastikan alokasi sumber daya yang efektif dan efisien[2].

II. KAJIAN TEORI

A. Jaringan Seluler 5G

5G atau *Fifth Generation* merupakan generasi kelima dari jaringan seluler yang menawarkan peningkatan signifikan

dibandingkan generasi sebelumnya, yaitu 4G. Teknologi ini mampu memberikan kecepatan unduh hingga 20 Gbps, latensi sangat rendah di bawah 1 milidetik, serta kapasitas koneksi yang jauh lebih besar, memungkinkan lebih banyak perangkat terhubung secara bersamaan. Dengan kemampuan tersebut, 5G tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna pada perangkat seperti smartphone dan konsol game, tetapi juga membuka peluang baru untuk berbagai layanan digital. Agar layanan 5G berjalan optimal di Indonesia, dibutuhkan alokasi spektrum frekuensi pada tiga lapisan, yaitu low band, middle band, dan high band. Teknologi ini juga bersifat fleksibel karena dapat digunakan untuk layanan Mobile Broadband maupun Fixed Wireless Access (FWA).

Dalam pengembangannya, 5G dirancang dengan arsitektur yang lebih sederhana dibandingkan 4G, sehingga memudahkan pembangunan infrastruktur melalui penggabungan beberapa komponen. Beberapa teknologi pendukung 5G antara lain Carrier Aggregation (CA) yang menggabungkan dua frekuensi berbeda untuk meningkatkan bandwidth, serta penggunaan small cell dan Base Transceiver Station (BTS) untuk menyediakan cakupan wilayah kecil dengan kecepatan tinggi dan latensi rendah. Fitur-fitur lainnya mencakup Multiple Input Multiple Output (MIMO), modulasi Quadrature Amplitude Modulation (QAM), beam forming, dan full duplex BTS. MIMO memungkinkan banyak antenna menerima dan mengirimkan sinyal secara bersamaan, sementara QAM meningkatkan efisiensi transmisi. Beam forming mengarahkan sinyal ke area padat, dan full duplex BTS memungkinkan pengiriman serta penerimaan data secara bersamaan dalam satu frekuensi, sehingga menggandakan kapasitas jaringan. Antena memiliki peran vital sebagai pengirim dan penerima sinyal dalam sistem 5G. Mobilitas pengguna sangat memengaruhi kekuatan sinyal yang diterima antena, sehingga perancangan antena mikrostrip yang sesuai dengan frekuensi 5G menjadi penting untuk menjaga kualitas komunikasi dalam jaringan ini.

B. *Quality of Service (QoS)*

Quality of service (QoS) adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya. QoS merupakan sebuah sistem arsitektur end to end dan bukan merupakan sebuah fitur yang dimiliki oleh jaringan[11]. *Quality of service* suatu network merujuk ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi. *Quality of service* digunakan untuk mengukur tingkat kualitas koneksi jaringan TCP/IP internet. Dari definisi diatas dapat disimpulkan QoS (*Quality of service*) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik. Oleh karenanya buruk atau baiknya kualitas dan kemampuan suatu jaringan dapat kita ukur melalui unjuk kerja jaringan tersebut. Beberapa parameter yang dijadikan referensi umum untuk dapat mengukur dan melihat unjuk kerja dari suatu jaringan antara lain, *Throughput*, packet loss, bandwidth, *Jitter*, latency[12].

D. Parameter *Quality of Service (QoS)*

a. *Bandwidth*

Bandwidth adalah besaran yang menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui

sebuah network. Lebar pita atau kapasitas saluran informasi. Kemampuan maksimum dari suatu alat untuk menyalurkan informasi dalam satuan waktu detik. Satuan yang digunakan Hertz untuk sirkuit analog dan detik dalam satuan digital. Jalur lebar analog diukur dalam unit Hertz (Hz) atau kitaran second[13].

b. *Throughput*

Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut[14]. *Throughput*, adalah bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam mentransmisikan berkas. Berbeda dengan bandwidth walaupun satuannya sama bit per second(bps), tapi *Throughput* lebih menggambarkan bandwidth yang sebenarnya pada suatu waktu dan pada kondisi dan jaringan tertentu yang digunakan untuk mengunduh suatu file dengan ukuran tertentu[14].

TABEL 1
(KATEGORI THROUGHPUT)

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (Mbps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1

Persamaan Perhitungan *Throughput* :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total data diterima (bps)}}{\text{Lama Pengamanan (bps)}} = \dots \quad (1)$$

c. *Jitter*

Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan *Jitter*. *Jitter* atau variasi *Delay*, adalah variasi dari *Delay* atau selisih antara *Delay* pertama dengan *Delay* selanjutnya. Jika variasi *Delay* dalam transmisi terlalu lebar, maka akan mempengaruhi kualitas data yang ditransmisikan. Jumlah toleransi *Jitter* dalam jaringan dipengaruhi oleh kedalaman dari buffer *Jitter* dalam peralatan jaringan. Jika buffer *Jitter* tersedia lebih banyak, maka jaringan dapat mereduksi efek dari *Jitter*[13].

TABEL 2
(KATEGORI JITTER)

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

Persamaan Perhitungan Jitter : jitter =

$$\frac{\text{total variasi Delay}}{\text{total paket yang diterima}} \text{Total Variasi Delay} = \text{Delay} - \text{(rata - rata delay)} \quad (2)$$

d. Packetloss

Packetloss merupakan parameter yang mencerminkan kondisi di mana jumlah total paket hilang. Kehilangan paket dapat terjadi akibat tabrakan (collision) dan kepadatan (congestion) dalam jaringan. Ini adalah ketidakberhasilan transmisi paket data mencapai tujuannya, yang dapat disebabkan oleh berbagai kemungkinan. Packetloss bisa disebabkan oleh kesalahan yang muncul dalam medium transmisi fisik. Faktor-faktor yang memengaruhi kejadian packetloss juga termasuk kondisi geografis seperti kabut, hujan, gangguan frekuensi radio, perubahan sel handoff selama roaming, serta interferensi dari elemen seperti pohon, bangunan, dan pegunungan.

TABEL 3
(KATEGORI PACKETLOSS)

Kategori Degradasi	Packet loss(%)	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	1% s/d 3%	3
Sedang	3% s/d 15%	2
Jelek	>25%	1

Persamaan perhitungan Packetloss

$$\frac{\text{packet data dikirim} - \text{packet data diterima}}{\text{paket data yang dikirim}} \times 100 \quad (3)$$

e. Delay

Delay adalah total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Delay di dalam jaringan terdiri dari Delay processing, Delay packetization,

Delay serialization, Delay Jitter buffer dan Delay network[11].

TABEL 4
(KATEGORI DELAY)

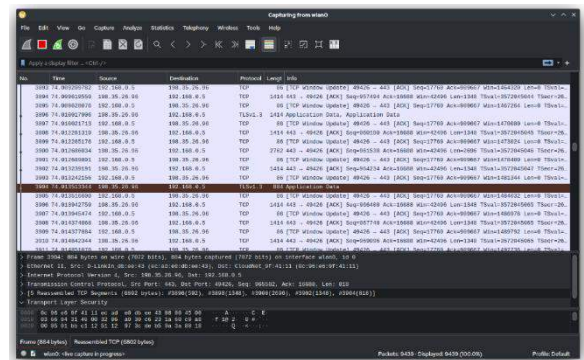
Kategori Delay	Delay (%)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150ms s/d 300ms	3
Sedang	300ms s/d 450ms	2
Jelek	>450 ms	1

Persamaan perhitungan Delay rata – rata delay =

$$\frac{\text{total Delay}}{\text{paket yang diterima}} \quad (4)$$

E. Wireshark

Wireshark merupakan salah satu tools monitoring jaringan yang berfungsi untuk mengawasi lalu lintas pada jaringan komputer dan dapat menganalisis keseluruhan hasil QoS.

GAMBAR 1
(TAMPILAN WIRESHARK)

F. Jenis-jenis Quality Of Service

a. Intrinsik QoS

QoS intrinsik merupakan kualitas layanan yang berasal dari perancangan teknis jaringan itu sendiri. Kualitas ini dipengaruhi oleh elemen-elemen seperti akses jaringan, proses terminasi, dan koneksi antar perangkat jaringan (seperti sakelar), yang dirancang agar dapat memenuhi seluruh kebutuhan lalu lintas data pengguna. Parameter seperti latensi, throughput, dan lainnya digunakan untuk menggambarkan performa dari QoS intrinsik.

b. Persepsi QoS

Persepsi QoS adalah kualitas layanan yang dinilai berdasarkan pengalaman pengguna saat layanan sedang digunakan. Penilaian ini sangat dipengaruhi oleh performa teknis (QoS intrinsik) serta pengalaman sebelumnya dalam menggunakan layanan sejenis. Umumnya, persepsi ini diukur melalui nilai rata-rata dari tanggapan atau penilaian pengguna terhadap layanan yang diberikan

c. Assessed QoS

Assessed QoS mengacu pada sejauh mana pengguna ingin tetap menggunakan suatu layanan, yang mencerminkan kepuasan dan loyalitas terhadap kualitas layanan tersebut. Keputusan pengguna untuk terus berlangganan atau

membayar layanan dipengaruhi oleh pengalaman yang mereka rasakan. Dengan demikian, QoS terukur sangat bergantung pada persepsi individu terhadap kualitas layanan yang mereka terima.

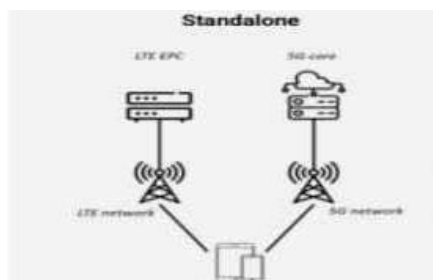
G. Arsitektur Jaringan 5G

Jaringan 5G dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu Non-Standalone (NSA) dan Standalone (SA). Pada skema 5G Non-Standalone (NSA), jaringan 5G masih bergantung pada infrastruktur 4G yang telah tersedia. Dalam hal ini, perangkat yang mendukung teknologi 5G akan terkoneksi melalui frekuensi radio 5G untuk mendapatkan kecepatan data yang lebih tinggi, namun masih memanfaatkan core network dari 4G. Keunggulan dari NSA terletak pada kemudahan dan kecepatan implementasinya serta biaya yang lebih ekonomis dibandingkan tipe SA. Meski demikian, NSA memiliki kekurangan, seperti masih bergantung pada jaringan LTE dan belum mampu mendukung layanan yang memerlukan latensi sangat rendah maupun pemrosesan data yang lebih kompleks secara optimal



GAMBAR 2
(ARSITEKTUR 5G NSA)

5G Standalone (SA) adalah jenis jaringan 5G yang sepenuhnya berdiri di atas infrastruktur 5G tanpa bergantung pada jaringan 4G. Pada sistem ini, perangkat yang kompatibel dengan 5G akan langsung terhubung ke frekuensi radio dan core network 5G untuk memperoleh kecepatan transfer data yang tinggi. Kelebihan dari jaringan SA meliputi latensi yang sangat rendah, kemampuan pengolahan data yang lebih efisien, serta dukungan penuh terhadap layanan seperti Internet of Things (IoT) dan komunikasi kritis (Critical Communications). Meski menawarkan performa yang lebih optimal, implementasi SA cenderung lebih kompleks dan memerlukan biaya yang besar, karena sepenuhnya mengandalkan infrastruktur 5G yang masih dalam tahap pengembangan dan penyebaran.



GAMBAR 3
(ARSITEKTUR 5G SA)

H. Protocol Jaringan 5G

Pada Jaringan 5G memiliki dukungan untuk berbagai protokol jaringan, seperti TCP, UDP, HTTP, DNS, QUIC dan FTP

a. *Transmission Control Protocol* (TCP) adalah protokol komunikasi jaringan yang berperan dalam pengiriman data antar aplikasi, baik melalui jaringan lokal maupun internet. Fungsi utamanya adalah memastikan bahwa data diterima secara lengkap, urut, dan tanpa kesalahan oleh aplikasi tujuan.

b. *User Datagram Protocol* (UDP) merupakan protokol jaringan yang memungkinkan pengiriman data dalam bentuk paket antar aplikasi melalui internet atau jaringan lokal. Berbeda dengan TCP, UDP menawarkan kecepatan lebih tinggi karena tidak memerlukan proses koneksi atau pemeriksaan kesalahan. Namun, karena tidak menjamin keutuhan dan urutan data yang dikirim, UDP lebih cocok digunakan pada aplikasi seperti streaming atau game online yang toleran terhadap kehilangan data kecil.

c. *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) adalah protokol utama yang digunakan untuk mengirimkan informasi dan data melalui internet, khususnya dalam interaksi antara situs web dan pengguna. Protokol ini menjadi dasar komunikasi di dunia web, memungkinkan pengiriman halaman web, gambar, teks, dan berbagai konten lainnya dari server ke browser pengguna

d. *File Transfer Protocol* (FTP) adalah protokol standar yang digunakan untuk memindahkan file antar komputer melalui jaringan seperti internet. Protokol ini sangat berguna untuk mengirim atau menerima file berukuran besar, seperti dokumen multimedia, dan memudahkan proses manajemen file antar perangkat.

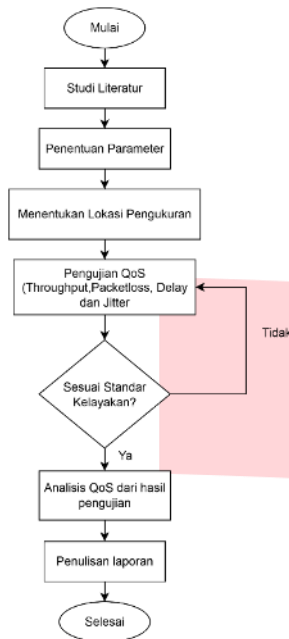
e. *Domain Name System* (DNS) adalah sistem basis data terdistribusi yang berfungsi untuk menerjemahkan nama domain atau host menjadi alamat IP dalam jaringan berbasis TCP/IP. DNS memungkinkan pengguna untuk mengakses situs web menggunakan nama domain yang mudah diingat, alih-alih harus menghafal alamat IP numerik.

f. *QUIC* (*Quick UDP Internet Connections*) adalah protokol jaringan yang dikembangkan oleh Google untuk meningkatkan kecepatan dan efisiensi transmisi data di internet. Protokol ini dibangun di atas UDP, namun dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan untuk mengatasi kekurangan TCP, seperti latensi tinggi dan ketidakstabilan dalam kondisi jaringan yang buruk.

III. METODE

A. Alur Penelitian

Metode analisis *Quality of Service* yang akan digunakan dalam tahapan penelitian ini, akan diuraikan dalam diagram alur (Flowchart)



GAMBAR 4
(ALUR PENELITIAN)

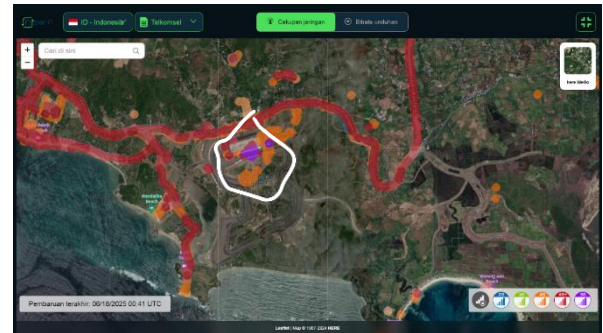
B. Area Penelitian

Wilayah yang akan dilakukan pengujian QoS ini berada di daerah Mandalika Street Circuit, Nusa Tenggara Barat (NTB).



GAMBAR 5
(AREA PENELITIAN)

d. Cakupan Sinyal 5G



GAMBAR 6
(CAKUPAN SINYAL 5G)

cakupan sinyal jaringan seluler 5G di Mandalika Street Circuit, yang nantinya akan dilakukan analisis dan pengujian kualitas jaringan tersebut.

C. Skenario Pengujian

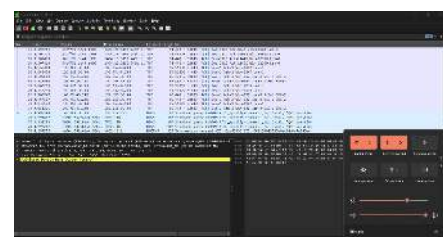
Pengujian Standar Parameter yang telah diperoleh dari pengukuran *provider* Telkomsel yang berada di 3 titik Sirkuit Mandalika Lombok yaitu Media Center, Race Control dan Ruang *Streaming* dan pada saat *Peak season* dan *Low season*, *Low season* adalah periode dimana jumlah wisatawan yang mengunjungi suatu destinasi wisata menurun atau tidak ada kegiatan balapan di area Sirkuit Mandalika Lombok dan *Peak season* adalah periode dimana jumlah wisatawan yang mengunjungi suatu destinasi meningkat atau ketika sedang ada kegiatan balapan di area Sirkuit Mandalika Lombok. Untuk waktu pengujian parameter yaitu jam 11.00, jam 12.00 dan jam 13.00, waktu pengujian tetap sama pada saat *Low season* dan *Peak season* karena mengikuti jadwal dari Sirkuit Mandalika Lombok.

D. Objek Penelitian

Telkomsel telah secara resmi meluncurkan layanan 5G komersial secara terbatas di enam wilayah Jabodetabek. Dalam upaya ekspansi, operator seluler tersebut kini membawa layanan 5G ke Mandalika Street Circuit. Telkomsel menggunakan frekuensi 2,3 GHz dengan lebar pita 30 MHz. Di Mandalika Street Circuit, sinyal 5G dari Telkomsel dapat diakses di sekitar Kawasan Mandalika Street Circuit.

E. Simulasi Sistem

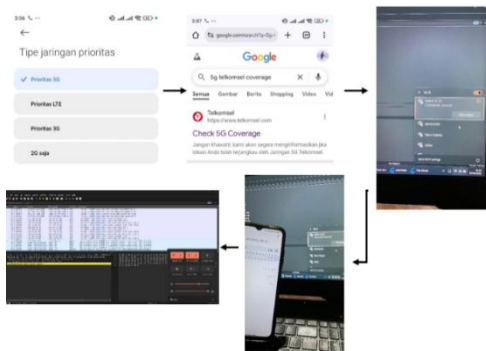
Simulasi yang akan tampilan hasil tangkapan paket menggunakan Wireshark dalam simulasi sistem. Tampilan ini memperlihatkan informasi penting seperti waktu tangkapan, alamat IP sumber dan tujuan, protokol yang digunakan, serta ukuran dan isi paket. Fitur ini digunakan untuk menganalisis performa jaringan, terutama dalam mengamati parameter Quality of Service (QoS) seperti delay, jitter, throughput, dan packet loss.



GAMBAR 7
(ICON APLIKASI)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Setting Alat



GAMBAR 8
(SKENARIO SETTING ALAT)

Dalam Skenario diawali dengan pengecekan tipe jaringan prioritas yang diharuskan masuk kedalam prioritas 5G, selanjutnya dilakukan pengecekan coverage 5G baik itu lokasi maupun ponsel setelah dipastikan 5G terhubung di ponsel lalu melakukan penambatan hotspot ke laptop dan membuka aplikasi wireshark.

B. Analisis Perbandingan Kualitas Layanan

a. Provider Telkomsel pada saat Low season

Berikut hasil rata-rata pengukuran QoS provider Telkomsel pada saat Low season

TABEL 4
(RATA-RATA DATA QOS TELKOMSEL LOW SEASON)

Low season	Throughput/ Mbps	Packetloss s/%	Delay/ ms	Jitter/ ms
Download	237,73	0,0	0,497	3,060
Streaming	4,441	0,0	3,225	4,585
Upload	59,72	0,0	1,003	4,203

Hasil keseluruhan rata-rata uji QoS provider Telkomsel pada Low season, secara keseluruhan QoS untuk nilai Jitter dan packetloss untuk Download diperoleh Jitter 3,060 ms dan packetloss 0,0 %, Streaming diperoleh Jitter 4,585 ms dan packetloss 0,0 % dan upload diperoleh Jitter 4,203 ms dan packetloss 0,0 % dalam kondisi bagus, sedangkan nilai Throughput dan Delay yang diperoleh untuk Download 237,73 Mbps, Streaming 4,441 Mbps dan upload 59,72 Mbps dalam kondisi sangat bagus. Hal tersebut masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan acuan pada standarisasi TIPHON, sehingga untuk melakukan Download, Streaming dan upload secara keseluruhan dapat berjalan dengan baik berkat keunggulan dari teknologi jaringan seluler 5G provider telkomsel.

e. Provider Telkomsel pada saat Peak season

Berikut hasil rata-rata pengukuran QoS provider Telkomsel pada saat Peak season.

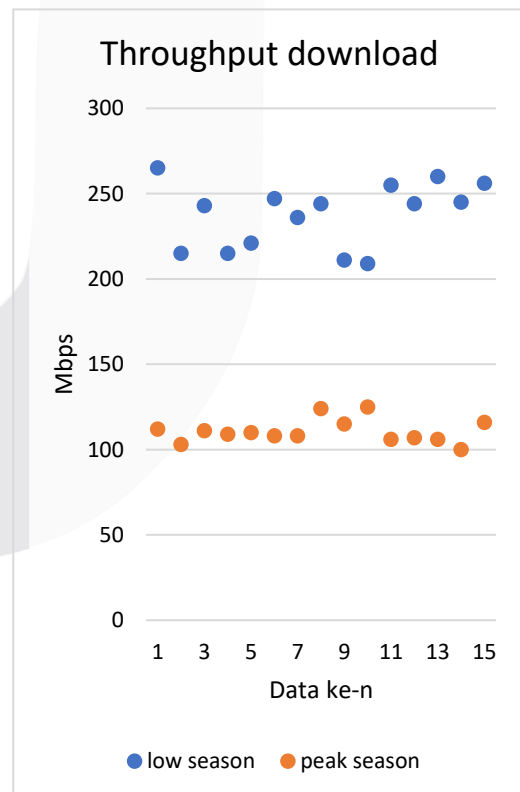
TABEL 5
(RATA-RATA DATA QOS TELKOMSEL PEAK SEASON)

Peak season	Throughput/ Mbps	Packetloss s/%	Delay/ ms	Jitter/ ms
Download	110,66	0,0	0,655	4,129
Streaming	3,014	0,0	2,831	3,372
Upload	82,19	0,0	1,291	4,557

Hasil keseluruhan rata-rata uji QoS provider Telkomsel pada Low season, secara keseluruhan QoS untuk nilai Jitter dan packetloss untuk Download diperoleh Jitter 4,129 ms dan packetloss 0,0 %, Streaming diperoleh Jitter 3,372 ms dan packetloss 0,0 % dan upload diperoleh Jitter 4,557 ms dan packetloss 0,0 % dalam kondisi bagus, sedangkan nilai Throughput dan Delay yang diperoleh untuk Download 110,66 Mbps, Streaming 3,014 Mbps dan upload 82,19 Mbps dalam kondisi sangat bagus. Hal tersebut masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan acuan pada standarisasi TIPHON, sehingga untuk melakukan Download, Streaming dan upload secara keseluruhan dapat berjalan dengan baik berkat keunggulan dari teknologi jaringan seluler 5G provider telkomsel.

c. Analisis Throughput Download Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik Throughput dari hasil keseluruhan data QoS provider telkomsel pada saat Low season dan Peak season.

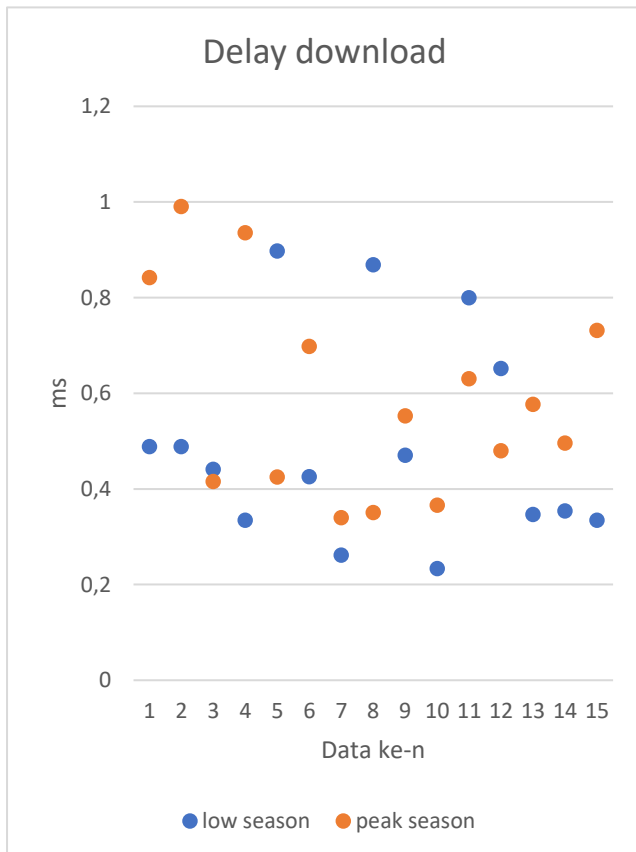


GAMBAR 9
(GRAFIK DOWNLOAD THROUGHPUT)

Pada saat *Low season* dan *Peak season* *Throughput* tertinggi diperoleh *provider* telkomsel ketika melakukan *Download* dengan capaian 265 Mbps sedangkan *Throughput* terendah dialami pada saat *Peak season* dengan capaian 100 Mbps. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Throughput* yang diperoleh *Download provider* telkomsel termasuk dalam kategori sangat bagus yang merujuk pada standarisasi THIPON.

d. Analisis Delay Download Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Delay* dari hasil keseluruhan data QoS *provider* telkomsel pada saat *Low season* dan *Peak season*.

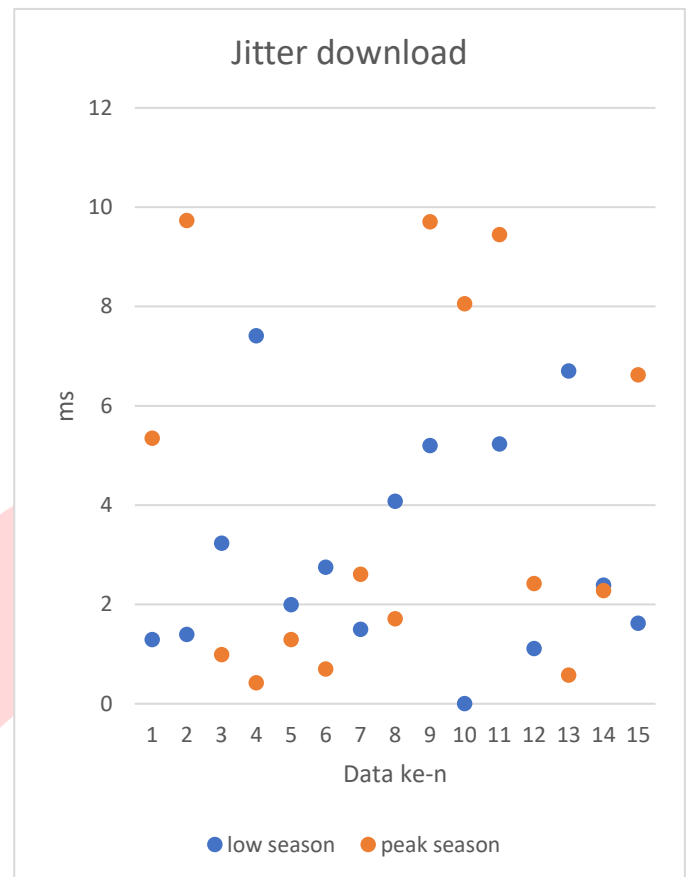


GAMBAR 10
(GRAFIK DOWNLOAD DELAY)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Delay* pada *Low season* dan *Peak season* untuk *provider* telkomsel diperoleh dalam kategori Sangat Bagus. Hasil *Delay* pada seluruh layanan memiliki rata-rata dibawah 150 ms sesuai standarisasi yang artinya *Delay* pada keseluruhan layanan sangat bagus. *Delay* yang tinggi pada *Download* sebesar 0,99 ms, hingga *Delay* yang terendah sebesar 0,23 ms pada saat melakukan *Download*. *Delay* yang tinggi tersebut terjadi dikarenakan beberapa faktor antara lain pengaturan firewall pada jaringan 5G belum sempurna secara keseluruhan.

e. Analisis Jitter Download Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Jitter* dari hasil keseluruhan data QoS *provider* Telkomsel pada saat *Low season* dan *Peak season*.



GAMBAR 11
(GRAFIK DOWNLOAD JITTER)

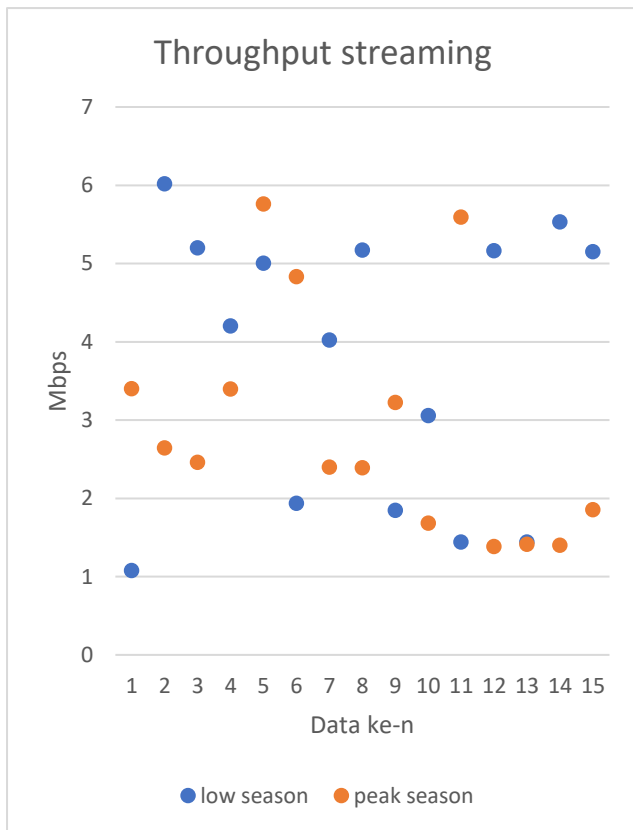
Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Jitter* pada saat *Low season* dan *Peak season* untuk *provider* telkomsel diperoleh didapatkan dalam kategori Bagus merujuk pada standarisasi TIPHON. Hasil *Jitter* pada seluruh pengukuran bagus karena memiliki nilai *Jitter* antara 0 ms sampai dengan 75 ms. Dilihat dari grafik terlihat variasi *Jitter* merambat pada saat *Peak season*. Hal ini terjadi dikarenakan pengaruh dari sinyal *down* atau *attenuation* yang sudah dijelaskan pada sebelumnya.

f. Analisis Packetloss Low season dan Peak season

Dari hasil yang telah dilakukan pengujian pada saat *Low season* dan *Peak season* untuk *provider* telkomsel mendapatkan packetloss dengan rata rata yang sama yaitu 0,1%, hal ini dikarenakan tidak adanya hambatan yang berlangsung pada saat pengujian dilakukan dan tidak adanya paket yang hilang pada transmisi tersebut.

g. Analisis Throughput Streaming Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Throughput* dari hasil keseluruhan data QoS *provider* telkomsel pada saat *Low season*.

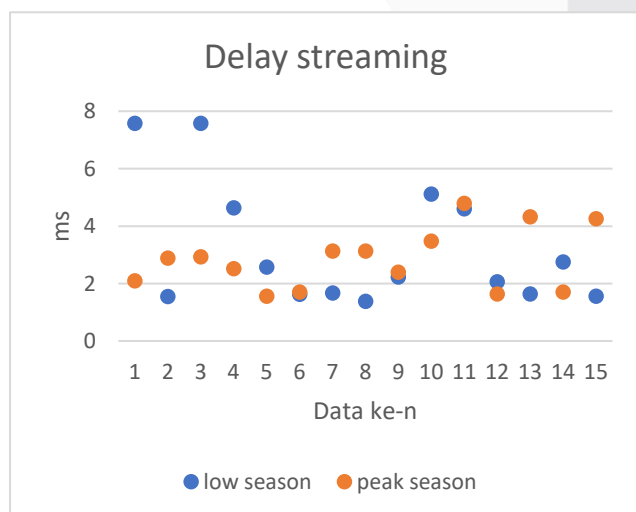


GAMBAR 12
(GRAFIK STREAMING THROUGHPUT)

Pada saat *Low season* dan *Peak season* *Throughput* tertinggi diperoleh *provider* telkomsel ketika melakukan *Streaming* dengan capaian 6,02 Mbps sedangkan *Throughput* terendah dialami pada saat *Peak season* dengan capaian 1,38 Mbps. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Throughput* yang diperoleh *Download provider* telkomsel termasuk dalam kategori sangat bagus yang merujuk pada standarisasi THIPON.

h. Analisis Delay Streaming Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Delay* dari hasil keseluruhan data QoS *provider* telkomsel pada saat *Low season* dan *Peak season*.

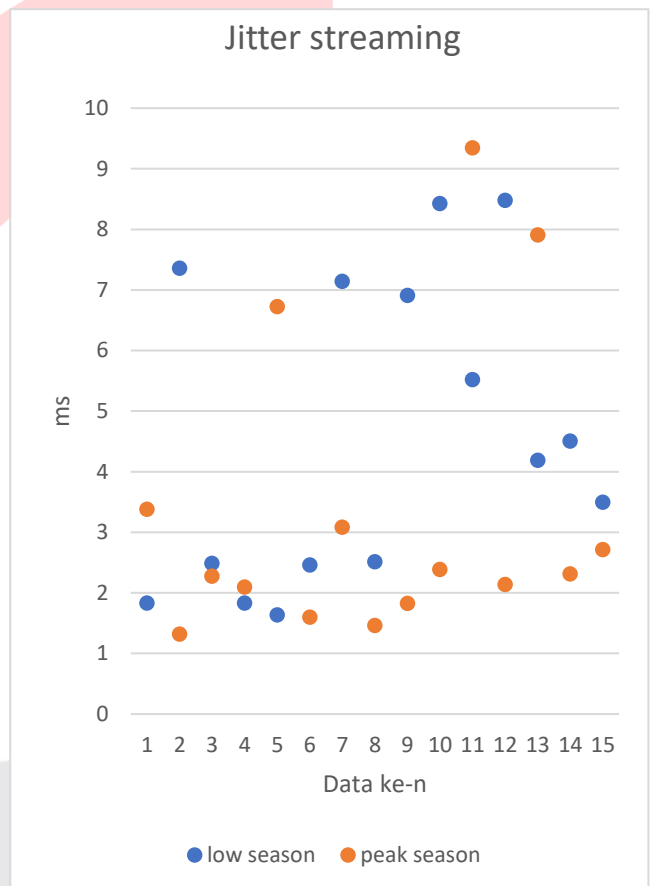


GAMBAR 13
(GRAFIK STREAMING DELAY)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Delay* pada *Low season* dan *Peak season* untuk *provider* telkomsel diperoleh dalam kategori Sangat Bagus. Hasil *Delay* pada seluruh layanan memiliki rata-rata dibawah 150 ms sesuai standarisasi yang artinya *Delay* pada keseluruhan layanan sangat bagus. *Delay* yang tinggi pada *Streaming* sebesar 7,57 ms, hingga *Delay* yang terendah sebesar 1,53 ms pada saat melakukan *Streaming*. *Delay* yang tinggi tersebut terjadi dikarenakan beberapa faktor antara lain pengaturan firewall pada jaringan 5G belum sempurna secara keseluruhan.

i. Analisis Jitter Streaming Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Jitter* dari hasil keseluruhan data QoS *provider* telkomsel pada saat *Low season* dan *Peak season*.

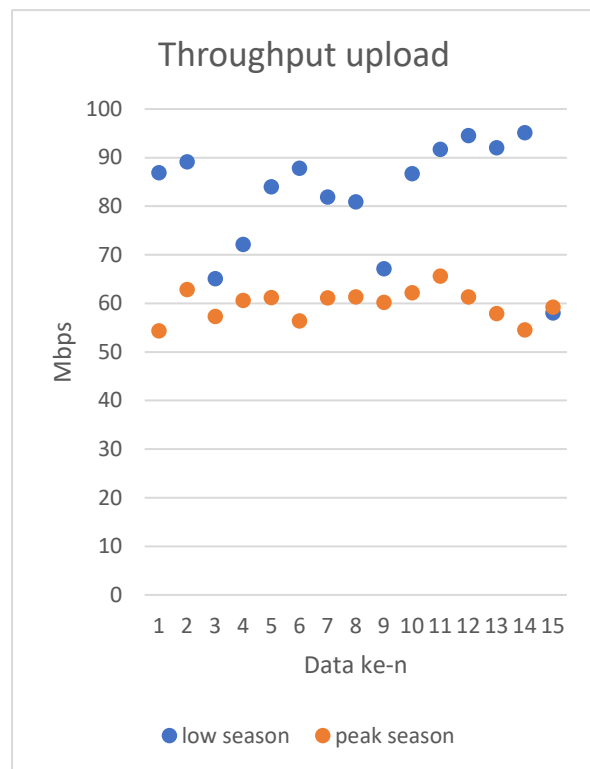


GAMBAR 14
(GRAFIK STREAMING JITTER)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Jitter* pada saat *Low season* dan *Peak season* untuk *provider* telkomsel diperoleh didapatkan dalam kategori Bagus merujuk pada standarisasi TIPHON. Hasil *Jitter* pada seluruh pengukuran bagus karena memiliki nilai *Jitter* antara 0 ms sampai dengan 75 ms. Dilihat dari grafik terlihat variasi *Jitter* merambat pada saat *Peak season*. Hal ini terjadi dikarenakan pengaruh dari sinyal down atau attenuation yang sudah dijelaskan pada sebelumnya.

j. Analisis *Throughput Upload* Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Throughput* dari hasil keseluruhan data QoS *provider telkomsel* pada saat *Low season* dan *Peak season*.

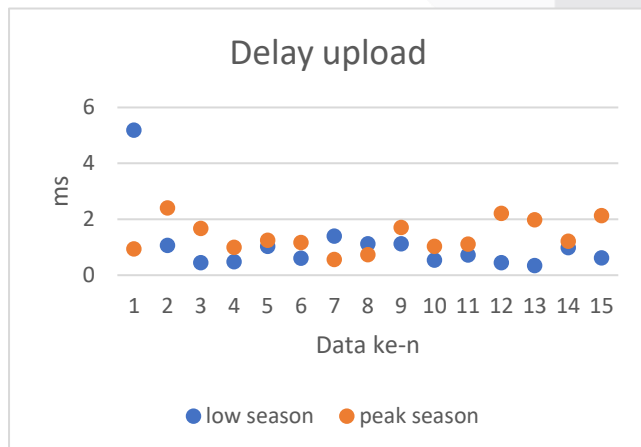


GAMBAR 15
(GRAFIK UPLOAD THROUGHPUT)

Pada saat *Low season* dan *Peak season* *Throughput* tertinggi diperoleh *provider telkomsel* ketika melakukan *upload* dengan capaian 95,1 Mbps sedangkan *Throughput* terendah dialami pada saat *Peak season* dengan capaian 54,3 Mbps. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Throughput* yang diperoleh *Download provider telkomsel* termasuk dalam kategori sangat bagus yang merujuk pada standarisasi THIPON.

k. Analisis *Delay Upload* Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Delay* dari hasil keseluruhan data QoS *provider telkomsel* pada saat *Low season* dan *Peak season*.

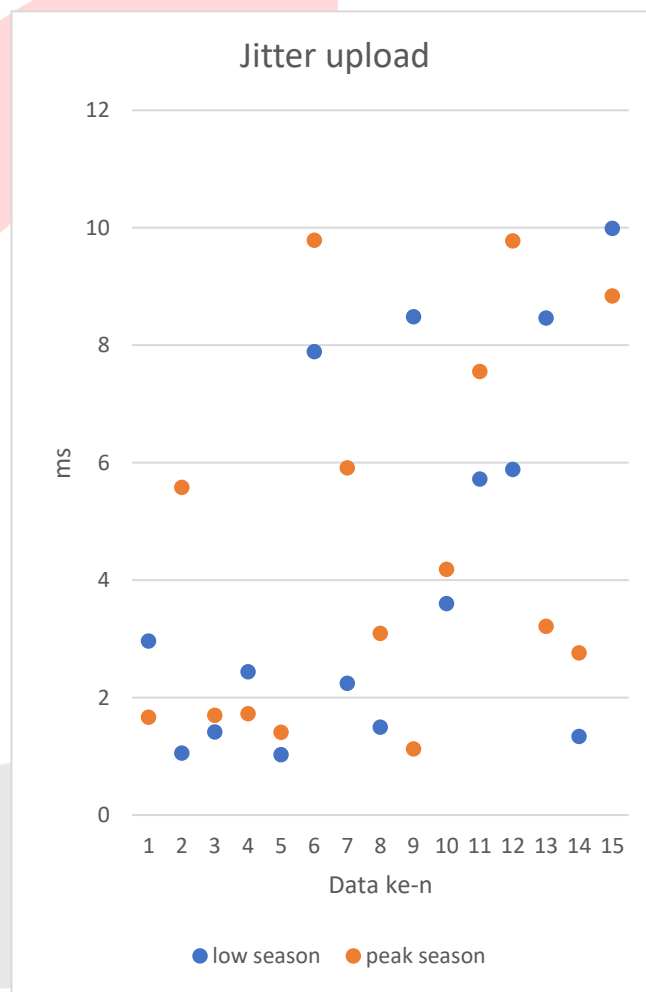


GAMBAR 16
(GRAFIK UPLOAD DELAY)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Delay* pada *Low season* dan *Peak season* untuk *provider telkomsel* diperoleh dalam kategori Sangat Bagus. Hasil *Delay* pada seluruh layanan memiliki rata-rata dibawah 150 ms sesuai standarisasi yang artinya *Delay* pada keseluruhan layanan sangat bagus. *Delay* yang tinggi pada *upload* sebesar 5,18 ms, hingga *Delay* yang terendah sebesar 0,34 ms pada saat melakukan *upload*. *Delay* yang tinggi tersebut terjadi dikarenakan beberapa faktor antara lain pengaturan firewall pada jaringan 5G belum sempurna secara keseluruhan.

l. Analisis *Jitter Upload* Provider Telkomsel

Berikut gambar grafik *Jitter* dari hasil keseluruhan data QoS *provider Telkomsel* pada saat *Low season* dan *Peak season*.



GAMBAR 17
(GRAFIK UPLOAD JITTER)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *Jitter* pada saat *Low season* dan *Peak season* untuk *provider telkomsel* diperoleh didapatkan dalam kategori Bagus merujuk pada standarisasi TIPHON. Hasil *Jitter* pada seluruh pengukuran bagus karena memiliki nilai *Jitter* antara 0 ms sampai dengan 75 ms. Dilihat dari grafik terlihat variasi *Jitter* merambat pada saat *Peak season*. Hal ini terjadi dikarenakan pengaruh dari sinyal down atau attenuation yang sudah dijelaskan pada sebelumnya.

Berdasarkan hasil perbandingan kualitas layanan jaringan 5G Telkomsel di Sirkuit Mandalika Lombok, pada saat *Peak season* terjadi penurunan *Throughput Download* rata-rata sebesar 53,45% dan *Throughput Streaming* turun 32,14% dibandingkan *Low season*, sedangkan *Throughput upload* naik menjadi 37,63% karena pola penggunaan layanan yang berbeda. Nilai packetloss tetap stabil di 0% menandakan transmisi tetap andal, sementara *Delay* rata-rata cenderung meningkat pada *Download* dan *upload* hingga 31,78% dan 28,73%, sedangkan *Jitter* juga naik pada *Download* menjadi 34,95%, namun sedikit turun pada *Streaming*. Hal ini menunjukkan bahwa beban trafik tinggi memengaruhi kecepatan dan kestabilan jaringan, tetapi secara keseluruhan kualitas layanan jaringan 5G Telkomsel tetap dalam kategori sangat baik sesuai standar TIPHON dan mendukung aktivitas wisata di Sirkuit Mandalika Lombok meskipun trafik padat.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Quality of service pada jaringan seluler 5G di daerah Sirkuit Mandalika Lombok saat Low season dan Peak season dampak dari layanan throughput, packetloss, delay, dan jitter terhadap beberapa aplikasi seperti download, streaming dan upload dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Download: Pada Low Season, rata-rata throughput download adalah 237,73 Mbps, sedangkan pada Peak Season turun menjadi 110,66 Mbps. Ini menunjukkan penurunan kapasitas download sebesar 53,45%. Hal ini terjadi karena kepadatan trafik pengguna yang tinggi saat musim ramai, sehingga bandwidth terbagi ke lebih banyak pengguna.

2. Streaming: Pada streaming, saat low season throughput rata-rata turun dari 4,441 Mbps menjadi 3,014 Mbps pada saat peak season dengan persentase penurunan sekitar 32,14%. Meskipun tidak sebesar penurunan download, hal ini tetap memengaruhi kelancaran layanan streaming, terutama pada konten real-time.

3. Upload: Pada upload, throughput upload justru mengalami kenaikan dari rata-rata 59,72 Mbps (Low Season) ke 82,19 Mbps (Peak Season). Ini menunjukkan kenaikan sekitar 37,63%. Kenaikan ini dapat terjadi karena pola trafik pada Peak Season, penggunaan aplikasi live upload, cloud backup atau video conference lebih dominan dibandingkan download file besar.

Dari hasil analisis QoS jaringan 5G di daerah Sirkuit Mandalika Lombok performa jaringan dan kualitas layanan yang di peroleh dari Low season dan Peak season sangat bagus dari standarisasi THIPON yang sudah di tentukan walaupun berbeda tapi hasil yang di peroleh perbedaannya tidak terlalu jauh untuk download, streaming dan upload.

VI. SARAN

Berdasarkan penelitian analisis QoS jaringan seluler 5G di Sirkuit Mandalika Lombok perlu pengembangan pada penelitian ini. Penulis mengharapkan adanya penelitian selanjutnya, seperti penggunaan metode yang berbeda, dengan wilayah penelitian yang lebih luas agar analisis kualitas jaringan seluler 5G semakin terus berkembang dan optimal dikarenakan memang perlu adanya suatu perbandingan diantara *provider* agar menjadi acuan dalam evaluasi kinerja dan kualitas kedepannya.

REFERENSI

- [1] I. Vila, J. Perez-Romero, O. Sallent, and A. Umbert, "Characterization of Radio Access Network Slicing Scenarios with 5G QoS Provisioning," *IEEE Access*, vol.8, pp. 51414–51430, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2980685.
- [2] Viska, "Empat Prioritas Utama untuk 5G di Indonesia," 2020. indonesia/0/sorotan_media. Diakses: 21 Januari 2023
- [3] Rachman, Daffa Aditya, Yusuf Muhyidin, and Muhamad Agus Sunandar. "Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Fiber to the Home PT. XYZ Menggunakan Wireshark." *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer* 2.4 (2023): 214-222.
- [4] Wahyono, T. A. B. (2022). Analisis Quality of Services (QoS) Jaringan di MTS Subulussalam 2 Menggunakan Wireshark. *Instink: Inovasi Pendidikan, Teknologi Informasi dan Komputer*, 1(2), 1-7.M.
- [5] Damayanti, N. A., Imansyah, F., Putra, L. S. A., & Marpaung, J. (2022). Analisis Quality of Service Pada Jaringan Iconnet Menggunakan Aplikasi Wireshark. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 10(1).
- [6] A. R. Maulana, H. Walidainy, M. Irhamsyah, F. Fathurrahman, and A. Bintang, "Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet Pada Website E-Learning Univiersitas Syiah Kuala

- Berbasis Wireshark,” J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro, vol. 6, no. 2, pp. 27–30, 2021, doi: 10.24815/kitektro.v6i2.22284.
- [7] P. Tiar, Y. Saragih, and U. Latifa, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Wi- Fi Untuk Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan WireShark,” J. Telekomun. dan Komput., vol. 11, no. 2, p. 154, 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i2.11000.
- [8] M. D. Hidayatulloh, “Perkembangan Teknologi 5G,” Univ. Pendidik. 77 Indones., vol. 1, no. 1, pp. 2–5, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.10535.57767.
- [9] M. Ridho Marza, S. Safaruddin, dan A. Azhari, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Pada Admin Building PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Berbasis Wireshark,” COMSERVA Indonesian Jurnal of Community Services and Development, vol. 2, no. 6, hlm. 774–784, Okt 2022, doi: 10.59141/comserva.v2i6.393.Ani Mardatila, “5G adalah Generasi Jaringan Seluler yang Lebih Cepat dari 4G,
- [10] A. Solehudin, “Analysis of Signal Quality, Voice Service, and Data Access on Telkomsel And Indosat *Providers* in Pakisjaya District,” Buana Information Technology and Computer Sciences (BIT and CS), vol. 3, no. 2, hlm. 59–62, Jul 2022, doi: 10.36805/bit-cs.v3i2.2764.
- [11] F. D. Putra dan Widyasmoro, “Quality of Service Analysis of 5G Telkomsel Network Technology,” dalam 2022 2nd International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS), IEEE, Nov 2022, hlm. 231–236. doi: 10.1109/ICE3IS56585.2022.10010232.
- [12] Riadi Muchlisin, “Pengertian, Layanan dan Parameter Quality of Service (QoS),” 2019, Diakses 21 Juni 2023 [Daring]. Tersedia pada: <https://www.kajianpustaka.com/2019/05/pengertian-layanan-danparameter-quality-of-service-qos.html>
- [13] A. S. A. Dina Estining Tyas Lufianawati, “Analisis Quality of Service (QoS) Layanan 5G Telkomsel di Wilayah Residensial Kota Tangerang Selatan,” vol. 11, 2022, Diakses: 21 Juni 2023. [Daring].
- [14] M. N. Mahmudi, “Analisa QoS Jaringan 5G Analisa QoS Jaringan 5G *Provider* X Dan Y Untuk Aplikasi Vidio *Streaming* Resolusi 4K (Studi Kasus Di Kota Pekanbaru),” Telekomtran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan, vol. 11, no. 1, hlm. 35–42, Agu 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i1.9868.
- [15] International Telecommunication Union. (2017). Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s). *Working Party 5D, November*(Report ITU-R M.2410-0), 1–11. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2410-2017-PDF-E.pdf